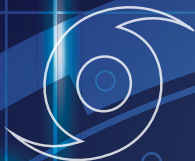


25
ans



50
ANS

Au service des peuples et des nations.



UNE VISION NOUVELLE POUR LES SERVICES MÉTÉOROLOGIQUES ET CLIMATOLOGIQUES EN AFRIQUE



Au service
des peuples
et des nations



Le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) tisse des partenariats avec les peuples à tous les niveaux de la société afin de le aider à construire des nations résilientes, capables de mener à bien une croissance qui améliore la qualité de vie de chacun. Présent dans plus de 177 pays et territoires, nous offrons une perspective mondiale et des connaissances locales au service des peuples et des nations. Pour en savoir plus, veuillez consulter le site Internet à l'adresse suivante : www.undp.org

Le Fonds pour l'environnement mondial (FEM) a été mis en place à la veille du Sommet de la Terre de Rio de Janeiro en 1992 pour s'attaquer aux problèmes les plus urgents qui menacent l'environnement de notre planète. Depuis sa création, le FEM a fourni 14,5 milliards de dollars US en subventions et mobilisé 75,4 milliards de dollars US à titre de financements supplémentaires au profit de quelques 4 000 projets. Le FEM est aujourd'hui un partenariat international réunissant 183 États membres ainsi que des institutions internationales, des organisations de la société civile et des entreprises du secteur privé qui œuvrent de concert pour aborder les questions environnementales mondiales. Pour en savoir plus, veuillez consulter le site Internet à l'adresse suivante : www.thegef.org

Droits et autorisations

L'utilisation de cet ouvrage est soumise aux conditions de la licence Creative Commons Attribution 3.0 IGO (CC BY 3.0 IGO) <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo>. Conformément aux termes de la licence Creative Commons Attribution, vous avez toute liberté pour copier, distribuer, transmettre et adapter le contenu de l'ouvrage, notamment à des fins commerciales, sous réserve du respect des conditions suivantes :

Mention de la source — L'ouvrage doit être cité de la manière suivante : Snow, John T., Bonizella Biagini, Greg Benchwick, Georgie George, Joost Hoedjes, Alan Miller, Jeremy Usher, 2016, « Une vision nouvelle pour les services météorologiques et climatologiques en Afrique », PNUD, New York, États-Unis. Licence : Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO.

Traductions — Si une traduction de cet ouvrage est produite, veuillez ajouter à la mention de la source de l'ouvrage le déni de responsabilité suivant : Cette traduction n'a pas été réalisée par le PNUD et ne doit pas être considérée comme une traduction officielle de ce dernier. Le PNUD ne saurait être tenu pour responsable du contenu de la traduction ni des erreurs qu'elle pourrait contenir.

Adaptations — Si une adaptation de cet ouvrage est produite, veuillez ajouter à la mention de la source le déni de responsabilité suivant : Cet ouvrage est une adaptation d'une œuvre originale du PNUD. Les idées et opinions exprimées dans cette adaptation n'engagent que l'auteur ou les auteurs de l'adaptation et ne sont pas validées par le PNUD.

Contenu tiers — Le PNUD n'est pas nécessairement propriétaire de chaque composante du contenu de cet ouvrage. Il ne garantit donc pas que l'utilisation d'une composante ou d'une partie quelconque du contenu de l'ouvrage ne porte pas atteinte aux droits des tierces parties concernées. L'utilisateur du contenu assume seul le risque de réclamations ou de plaintes pour violation desdits droits. Si vous souhaitez réutiliser une composante de cet ouvrage, il vous appartient de juger si une autorisation est requise et de l'obtenir le cas échéant auprès du détenteur des droits d'auteur. Parmi les composantes, on citera, à titre d'exemple, les tableaux, les graphiques et les images. Toutes les demandes de renseignements sur les droits et licences doivent être adressées au programme CIRDA (bonizella.biagini@undp.org).

Conception graphique : Camilo J. Salomón, www.cjsalomon.com

Traduction : Fola Yahaya, www.strategicagenda.com

Révision de la version française : Ulrich Diasso, Jean Ngamini, Joost Hoedjes.

Les points de vue exprimés dans la présente publication sont ceux des auteurs et ne reflètent pas nécessairement les opinions de l'Organisation des Nations Unies, y compris le PNUD, ou des États membres des Nations Unies.

Fabriqué aux États-Unis

Copyright © PNUD 2016. Certains droits réservés.

À PROPOS DU PRÉSENT RAPPORT

Le présent rapport est un produit d'apprentissage préparé par le programme de Renforcement de l'information climatique pour le développement de la résilience en Afrique (CIRDA), un programme quadriennal destiné à soutenir les travaux entrepris dans 11 pays moins avancés d'Afrique au moyen d'une enveloppe de 50 millions de dollars US fournie par le Fonds pour les pays les moins avancés (FPMA) relevant du Fonds pour l'environnement mondial (FEM). À ce titre, ce rapport s'appuie sur les connaissances de l'équipe technique du programme CIRDA, ainsi que sur les résultats des ateliers et des consultations initiales menées par les experts du programme CIRDA auprès des représentants des secteurs public et privé dans les pays bénéficiaires du programme. La vision décrite dans le présent rapport est étroitement liée au plan de travail et aux activités du programme CIRDA. Pour de plus amples informations sur le programme CIRDA, veuillez consulter le site Internet à l'adresse suivante : www.undp-alm.org/projects/cirda ou voir la page 28.

Le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) aide les pays à s'adapter au changement climatique dans le cadre du Programme de développement durable à l'horizon 2030. Pour cela, le PNUD cherche à promouvoir des modes d'adaptation favorables aux pauvres et à la croissance susceptibles de favoriser un développement économique résilient face au changement climatique ainsi que des moyens de subsistance durables dans un tel contexte.

Les projets et programmes nationaux soutenus par le PNUD s'articulent autour des six programmes phares suivants : Appui aux stratégies intégrées en matière de changement climatique ; Moyens de subsistance intersectoriels résilients face au changement climatique ; Adaptation écosystémique (EbA) ; Renforcement de la résilience pour garantir la sécurité alimentaire ; Gestion des ressources en eau et du littoral intégrée et résiliente face au changement climatique ; et Promotion des infrastructures et des énergies à l'épreuve du changement climatique.

Le programme CIRDA s'inscrit dans le cadre du programme phare intitulé « Moyens de subsistance intersectoriels résilients face au changement climatique ». En soutenant le développement des systèmes d'alerte précoce en Afrique et dans la région de l'Asie et du Pacifique, le programme aide les pays à se protéger contre les risques climatiques à court terme ou à évolution rapide (p. ex. cyclones, inondations et tempêtes) et à long terme ou à évolution lente (p. ex. sécheresses et changement climatique durable).



INSTALLATION D'UNE STATION MÉTÉOROLOGIQUE AUTOMATIQUE (SMA) TOUT-EN-UN SUR UNE ANTENNE-RELAIS DE TÉLÉPHONIE MOBILE PRÈS DE KOTIDO EN OUGANDA. CINQ STATIONS DE CE TYPE ONT ÉTÉ INSTALLÉES SUR DES ANTENNES-RELAIS DANS LE PAYS DANS LE CADRE DU PROJET NATIONAL DE RENFORCEMENT DE L'INFORMATION CLIMATIQUE ET DES SYSTÈMES D'ALERTE PRÉCOCE. GRÂCE À UNE CONNEXION DIRECTE AU RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE PRINCIPAL, LES DONNÉES SONT ENVOYÉES À L'AUTORITÉ MÉTÉOROLOGIQUE NATIONALE D'OUGANDA (UNMA) AFIN D'ÊTRE TRAITÉES ET ANALYSÉES. LES CINQ STATIONS, TOUTES ÉQUIPÉES D'UN CAPTEUR DE LOCALISATION DE LA FOUDRE, FOURNIRONT DES DONNÉES DESTINÉES À UN SYSTÈME INTÉGRÉ DE SURVEILLANCE ET DE PRÉVISION QUI PERMETTRA À L'UNMA D'ÉMETTRE DES ALERTES PRÉCOCES EN CAS D'ORAGES DANGEREUX IMMINENTS, DE SE RELIER AUX SYSTÈMES DE SURVEILLANCE RÉGIONAUX ET D'AMÉLIORER LA PÉRENNITÉ GLOBALE DES INVESTISSEMENTS NATIONAUX DANS LES SERVICES D'INFORMATION CLIMATIQUE. CRÉDIT PHOTO : SOLOMON MANGENI

Le PNUD aide les pays en développement à financer l'adaptation au changement climatique en faisant appel à diverses sources internationales de financement des projets environnementaux, notamment les fonds administrés par le Fonds pour l'environnement mondial, à savoir le Fonds pour les pays les moins avancés (FPMA), le Fonds spécial pour les changements climatiques (FSCC) et le Fonds pour l'adaptation relevant du Protocole de Kyoto (AF), ainsi que le Fonds vert pour le climat et les donateurs bilatéraux et multilatéraux. Ces projets touchent de nombreux secteurs et impliquent les gouvernements, les organisations communautaires (CBO) et les organisations non gouvernementales (ONG), qui travaillent de concert pour diffuser les informations et proposer des solutions pour l'adaptation à la variabilité du climat et au changement climatique. Bon nombre de ces projets oeuvrent à fournir des informations météorologiques et climatologiques accessibles, crédibles et appropriées qui peuvent être exploitées à



CRÉDIT PHOTO : PNUD

diverses échelles spatiales et temporelles afin d'éclairer la prise de décisions dans les secteurs et les zones de projet concernés.

Pour ce faire, les investissements sont nécessaires à toutes les étapes de la chaîne de valeur de l'information allant de la création et du renforcement des réseaux d'observation à la mise en place de services permettant aux communautés, aux décideurs et aux entreprises de comprendre et d'exploiter les informations météorologiques et climatologiques, en passant par la conception de produits sur mesure adaptés aux risques et par l'amélioration de la communication et du partage d'informations. Dans les pays les moins avancés (PMA) où les moyens humains, techniques et financiers sont souvent limités, cette démarche implique de répartir les ressources de manière à combler les principales lacunes, par exemple, en assurant l'exploitation et la maintenance d'une infrastructure informatique dédiée à l'observation, le développement de la modélisation des risques et des capacités de prévision, la promotion de la coopération institutionnelle, l'introduction des technologies basées sur les téléphones portables et l'implication des communautés dans la collecte des données et l'élaboration des alertes et des conseils à la population. Pour se moderniser tout en respectant les principes du développement durable, les pays les moins avancés doivent exploiter les capacités existantes, créer des liens entre les projets et les institutions, mais aussi adopter les dernières technologies à bas coût et favoriser les flux de revenus tant dans le secteur public que privé.

CONTRIBUTEURS

Directrice de la rédaction

Bonizella Biagini

Bonizella (Boni) Biagini est l'actuelle responsable du Programme CIRDA du PNUD. En sa qualité de directrice de la rédaction, elle a défini l'orientation générale de la présente publication, ainsi que son contenu, son champ d'application et sa portée.

Avant d'intégrer le PNUD en 2014, Bonizella Biagini a servi pendant 12 ans au Fonds pour l'environnement mondial (FEM) dont elle dirigeait la création et le développement du portefeuille de programmes et de projets d'adaptation. Elle a été également conseillère principale responsable de la mobilisation des ressources pour les deux premiers fonds spécialement dédiés à l'adaptation, à savoir le Fonds pour les pays les moins avancés (FPMA) et le Fonds spécial pour les changements climatiques (FSCC), qui ont totalisé 1,5 milliard de dollars US alloués par les donateurs. Avant de rejoindre le FEM, Bonizella Biagini a travaillé pour le compte de différentes ONG, notamment le programme Climat, énergie et pollution du World Resources Institute, et le bureau international de Legambiente, une organisation italienne reconnue dans le domaine de la recherche environnementale.

Physicienne de formation et titulaire d'un doctorat dans cette discipline, Bonizella Biagini possède à son actif 25 ans d'expérience dans le domaine du changement climatique et d'autres questions environnementales en Europe, aux

États-Unis, en Afrique, en Asie et dans différents petits États insulaires. Outre ses compétences techniques, elle a acquis tout au long de sa carrière un remarquable savoir-faire couplé à des connaissances approfondies, tant par son expérience opérationnelle sur le terrain que par sa participation de premier plan à des événements internationaux sur les questions environnementales tels que le Sommet de la Terre et la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques.

Auteurs (PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE)

Greg Benchwick

Consultant de longue date dans le domaine de la communication au service des institutions internationales, Greg Benchwick est le principal spécialiste en communication du programme CIRDA. Actuellement directeur général de la société Communications For Development Global Partnerships (www.c4d-global.com) qu'il a lui-même fondé, Greg a été chargé de communication au Fonds international de développement agricole après avoir exercé le métier de journaliste et d'auteur de voyage. Il a contribué à ce titre à de nombreux guides du *Lonely Planet* et de *Fodor's Travel* et rencontré des présidents, des sénateurs et des lauréats des Grammy Awards. Sur le terrain, il a œuvré pour faire entendre la voix des petits agriculteurs et des entrepreneurs ruraux dans le monde entier.

Ulrich Diasso

Dr. Diasso est spécialiste de soutien aux pays en matière de météorologie et de suivi des changements climatiques. Outre la mission qu'il remplit pour le programme CIRDA, Dr. Diasso contribue à l'évaluation du changement climatique au sein du Centre africain pour les applications de la météorologie au développement (ACMAD). Il est également membre du groupe CORDEX en faveur de l'évaluation des modèles climatiques à l'échelle de l'Afrique.

Georgie George

Georgie George est membre de l'équipe d'appui aux pays et spécialiste des technologies alternatives au sein du programme CIRDA. Spécialisé en électrotechnique et en technologie des radars, Georgie George travaille depuis 12 ans dans le domaine des technologies de l'aviation et de la météorologie. Passionné par les questions environnementales et sociales, c'est un fervent défenseur de l'écoconception, du transfert de compétences et des technologies visant à améliorer la prise de décisions collaborative pour la planification à long terme dans tous les secteurs commerciaux touchés par la variabilité du climat.

Joost Hoedjes

Joost Hoedjes est membre de l'équipe d'appui aux pays et spécialiste en hydrologie pour le programme CIRDA. Titulaire d'un doctorat (PhD) en météorologie, en hydrologie et en télédétection, ses travaux scientifiques portent notamment sur le développement de systèmes d'observation hydrométéorologique innovants. Outre son rôle au sein du programme CIRDA, il assure à temps partiel le poste de professeur adjoint en hydrométéorologie à la Faculté des sciences de géo-information et de l'observation de la Terre (ITC) de l'Université de Twente aux Pays-Bas, et occupe les fonctions de représentant de l'ITC pour l'Afrique de l'Est.

Alan Miller

Alan Miller est un expert internationalement reconnu en matière de politiques et de financements liés au climat. Il a collaboré, à ce titre, avec le PNUD, l'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID) et la Banque africaine de développement (BAD). En janvier 2014, il a pris sa retraite après avoir travaillé pendant 16 ans au sein du Groupe de la Banque mondiale (GBM) sur les questions relatives au changement climatique, dont 10 ans à la Société financière internationale (SFI), la branche du GBM spécialisée dans les prêts au secteur privé, et 6 ans au Fonds pour l'environnement mondial (FEM), un fonds multilatéral destiné à appuyer les projets relatifs au changement climatique. Dans le cadre de ses fonctions, Alan Miller a représenté la SFI et le GBM à l'occasion de forums internationaux sur le changement climatique et la croissance verte, notamment aux réunions de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques et du G20. Il a également participé à l'élaboration de politiques sur le changement climatique et contribué à des formations et des publications portant sur le même sujet. Au sein du FEM, Alan Miller était responsable de l'équipe chargée du changement climatique, au sein de laquelle il a assuré la gestion des politiques et mobilisé plus de 1 milliard de dollars US auprès des donateurs pour la mise en œuvre de projets d'énergie propre dans plus de 70 pays en développement.

En 1989, Alan Miller a fondé le Center for Global Change à l'Université du Maryland, qu'il a dirigé jusqu'en 1996. Il a également servi au sein du World Resources Institute et du Natural Resources Defense Council. Avocat de formation, il a écrit et coécrit de nombreux ouvrages à gros tirage, dont un manuel de référence sur le droit de l'environnement. Il a en outre enseigné dans plusieurs universités, notamment celles du Michigan, du Maryland et de l'Iowa, ainsi qu'à la Vermont Law School, à l'American University, à l'Université George Washington et à l'Université Duke. Titulaire d'une licence ès lettres (BA) en administration publique de l'Université de

Cornell en 1971, d'une maîtrise en politique publique (M.P.P.) et d'un doctorat de droit (J.D.) de l'Université du Michigan en 1971, il a été récipiendaire du programme de bourses d'excellence Fulbright en Australie (1977) et au Japon (1987).

Jean Ngamini

Jean Blaise Ngamini est un Expert de soutien aux pays membre du programme CIRDA en météorologie, climatologie et technologie alternative. Il est titulaire d'un Master degree en météorologie, et d'un autre en sciences de gestion obtenus à l'Université de Miami, Floride, États-Unis. Il est un ancien Cadre Dirigeant en Météorologie retraité de la Direction Générale de l'ASECNA (Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar) basée à Dakar, Sénégal.

John Snow

John Snow est professeur émérite de météorologie et doyen émérite de la Faculté des sciences atmosphériques et géographiques de l'Université d'Oklahoma. Il est titulaire d'une licence ès sciences (BSc) et d'une maîtrise ès sciences (MSc) en génie électrique du Rose-Hulman Institute of Technology, ainsi que d'un doctorat (PhD) en sciences atmosphériques de l'Université Purdue. Membre du corps professoral de l'Université Purdue de 1977 à 1993, puis professeur de météorologie et doyen de la Faculté des sciences atmosphériques et géographiques de l'Université d'Oklahoma de 1994 à 2010, il a été professeur émérite de météorologie de 2010 à 2013.

Les travaux de recherche de John Snow portent sur différents aspects liés aux mesures météorologiques, tels que la conception et l'évaluation des instruments météorologiques, le déploiement optimal des réseaux de surface et l'application des radars météorologiques à divers types d'observations. Après avoir présidé plusieurs organismes normatifs nationaux et internationaux dans ces domaines, il dirige aujourd'hui le Comité consultatif technique du Centre des opérations radars du National Weather Service, le service météorologique des États-Unis. En sa qualité de membre émérite du corps professoral, John Snow dirige le Bureau des programmes et projets météorologiques de l'Université d'Oklahoma. Ce bureau a dispensé des formations et une assistance technique aux services météorologiques et hydrologiques nationaux de Corée, de Shanghai, de Taïwan, de Croatie, du Nigéria, des Philippines et d'Indonésie. John Snow est également le fondateur et directeur de Snow & Associates, L.L.C., un cabinet de conseil en météorologie qui fournit aux clients des secteurs public et privé des services d'expertise météorologique, des prestations d'ingénierie pour la conception et la mise en œuvre de services de prévision et de réseaux d'observation, ainsi que des conseils et des rapports d'expertise à des fins judiciaires, industrielles

ou commerciales. John Snow est membre de l'American Meteorological Society (Société météorologique américaine) et de la Royal Meteorological Society (Société royale de météorologie du Royaume-Uni). Il est expert-conseil certifié en météorologie de l'American Meteorological Society.

Jeremy Usher

Jeremy Usher possède une expérience internationale de plus de 20 ans dans les secteurs de l'environnement, du climat et du suivi météorologique. Il est titulaire d'une licence en génie électrique de l'Université d'Auburn et d'une maîtrise en droit des affaires (MBA) de l'Université Duke. Au cours de sa carrière, il a assumé un vaste éventail de responsabilités, particulièrement dans les domaines des technologies, de la gestion d'entreprise et des politiques publiques.

Jeremy Usher a notamment été le principal architecte et le chef de l'équipe de développement de Yahoo! Weather (Yahoo! Météo), premier site Internet consacré à la météorologie créé par Yahoo. Ce projet innovant a permis, pour la première fois, d'établir et de diffuser sur Internet des prévisions météorologiques sur 10 jours concernant n'importe quelle localité dans le monde, ce qui a fondamentalement modifié la façon dont le grand public reçoit les informations météorologiques de nos jours. Jeremy Usher a également travaillé au sein du cabinet international Weathernews Inc., où il a occupé les fonctions de directeur général et de directeur des systèmes d'information. À ce titre, il a été responsable de l'élaboration et de la gestion des services météorologiques pour des clients du secteur privé dans l'agriculture, l'aviation, l'énergie, le transport maritime et les télécommunications.

Contributeurs invités

Étude de marché et profils des pays

Dr. Anthony Mills est le directeur général de C4 EcoSolutions, un groupe de 15 consultants spécialisés dans le changement climatique et la création de solutions innovantes et éprouvées en matière d'adaptation au changement climatique. Son entreprise est présente dans plus de 40 pays d'Asie et d'Afrique. Ses clients comprennent la Société financière internationale (SFI), le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), le Fonds international de développement agricole (FIDA), l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), CarbonPlus Capital et le PNUD, et son travail est axé sur la conception et la mise en œuvre de projets d'adaptation et d'investissements dans les secteurs public et privé. Anthony Mills est aussi professeur adjoint au Département des sciences du sol de l'Université de Stellenbosch, en Afrique du Sud.

Olga van den Pol s'est spécialisée dans l'utilisation des terres tropicales à l'Université de Wageningen aux Pays-Bas, de laquelle elle a obtenu une maîtrise ès sciences (MSc) en 2006. Elle a ensuite travaillé tour à tour pour le compte du Fonds mondial pour la nature (WWF) au Cambodge, pour la Station de recherche Charles Darwin aux îles Galapagos et, plus récemment, pour l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) aux Pays-Bas. Au sein de l'UICN, elle était chargée de l'élaboration de stratégies relatives au financement durable des projets internationaux. En 2014, Olga van den Pol a rejoint C4 EcoSolutions en tant que consultante spécialisée dans l'environnement et le changement climatique. Son travail porte sur la conception et la mise en œuvre de projets d'adaptation écosystémique dans les pays en développement des régions Afrique, Asie, Amérique centrale et Amérique du Sud.

Onno Huyser a étudié les sciences de la conservation et la zoologie à l'Université de Cape Town en Afrique du Sud dont il détient une maîtrise ès sciences (MSc), obtenue en 2000. Il a servi depuis dans le secteur privé à divers titres, exerçant notamment les fonctions de gestionnaire de fonds du Table Mountain Funds. Après avoir administré pendant deux ans les programmes Fynbos et Succulent Karoo Biome pour le WWF en Afrique du Sud, il a lancé à la fin de l'année 2014 Oh! Consulting, un cabinet spécialisé dans l'adaptation et le financement écologique.

Centres Africains Pour la Foudre et Électromagnétisme (ACLE)

Mary Ann Cooper, MD, professeure émérite de médecine d'urgence à l'Université de l'Illinois à Chicago, est une experte internationalement reconnue comme faisant autorité en matière de blessures provoquées par la foudre et de prévention des accidents.

Richard Tushemereirwe est le principal conseiller du président de la République d'Ouganda sur les questions relatives aux sciences et technologies. Il est également chercheur dans le domaine de la résilience face aux catastrophes et aux phénomènes climatiques à l'École de santé publique (School of Public Health) de l'Université Makerere. Pour en savoir plus, consulter le site Internet à l'adresse suivante : www.ACLENet.org

Amélioration des prévisions climatiques pour une prévention plus efficace des risques infrastructurels

Raffaello Cervigni est un économiste de l'environnement réputé, affecté à la région Afrique au sein de la Banque mondiale. Titulaire d'une maîtrise ès lettres (MA) de l'Université d'Oxford et d'un doctorat (PhD) en économie

de l'University College London, il mène depuis près de 18 ans des travaux de recherche sur des programmes, des projets et des études dans divers domaines.

Fourniture de services d'assurance aux petits agriculteurs

Diana Rodriguez. Le groupe Acre Africa est né du projet Kilimo Salama, fondé en 2009 et financé par la Fondation Syngenta pour une agriculture durable et de la Facilité globale pour l'assurance indicielle (GIIF) de la Société financière internationale (IFC). Pour en savoir plus, consulter le site Internet à l'adresse suivante : www.acreafrica.com

Un bond technologique : l'Observatoire hydrométéorologique transafricain envisage d'installer 20 000 stations météorologiques en Afrique

John Selker est professeur d'hydrologie à l'Université d'État de l'Oregon et codirecteur de l'Observatoire hydrométéorologique transafricain (TAHMO). Ses travaux de recherche-développement sur les systèmes de télédétection sont appliqués à l'irrigation, à l'hydrologie et aux réseaux d'approvisionnement en eau. Pour de plus amples informations sur l'observatoire TAHMO, consulter le site Internet à l'adresse suivante : www.tahmo.org

Innovation 3-2-1 : le programme Human Network International (HNI) parcourt « le dernier kilomètre » pour intégrer son service d'alertes publiques sur les téléphones portables

David McAfee est PDG et cofondateur de HNI. Fort de plus de 20 années d'expérience dans le secteur du développement, il a fait ses preuves dans le domaine de l'entrepreneuriat social. Il s'est engagé comme volontaire du Corps de la Paix au Gabon, de 1991 à 1994. En 1996, il a rejoint Population Services International (PSI), la principale organisation de marketing social au monde, où il a occupé plusieurs postes successifs, notamment celui de représentant de pays au Rwanda et à Madagascar et celui de directeur régional pour l'Afrique australe. En 2008, il a quitté PSI et a pris la tête de HNI avec pour mission de promouvoir l'utilisation des nouvelles technologies dans le développement. Il détient une licence d'une licence ès lettres (BA) en économie de l'Université de Chicago. Pour de plus amples informations sur HNI, consulter le site Internet à l'adresse suivante : www.hni.org



LES SITES DES ANTENNES-RELAIS PEUVENT SERVIR À INSTALLER DES ÉQUIPEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES, SOIT SUR L'ANTENNE ELLE-MÊME, C'EST LE CAS DES STATIONS MÉTÉOROLOGIQUES AUTOMATIQUES OU DES CAPTEURS DE LOCALISATION DE LA Foudre, SOIT À CÔTÉ, C'EST LE CAS DU PLUVIOMÈTRE REPRÉSENTÉ SUR LA PHOTO. LE RÉSEAU DE TÉLÉPHONIE MOBILE PEUT ÉGALEMENT ÊTRE UTILISÉ POUR DIFFUSER DES ALERTES PRÉCOCES ET DES INFORMATIONS CLIMATIQUES. CRÉDIT PHOTO : JOOST HOEDJES

Suivi et évaluation

Roxana Manea collabore au programme CIRDA à titre d'analyste de projet. Elle a précédemment travaillé sur les questions relatives à l'adaptation au changement climatique et à la mise en commun des ressources. Titulaire d'une maîtrise ès lettres (MA) en économie internationale appliquée à l'environnement et au développement obtenue en 2014, elle possède en outre une maîtrise ès sciences (MSc) en audit et une licence ès sciences (BSc) en finance.

Économie de l'adaptation

Dr. Pradeep Kurukulasuriya dirige l'équipe chargée de l'adaptation au changement climatique au sein du Groupe de financement environnemental mondial du Bureau des politiques et de l'appui aux programmes du PNUD. Il assure la direction stratégique et technique du personnel du PNUD qui prête assistance à plus de 100 pays en développement pour la conception, le financement et la mise en œuvre des programmes et des projets d'adaptation. Pradeep Kurukulasuriya est titulaire d'un doctorat (PhD) en économie environnementale de l'Université Yale.

Évaluation par des pairs

Fonds mondial pour l'environnement (FEM)

Fareeha Y. Iqbal est spécialiste du changement climatique au sein du Fonds pour l'environnement mondial. Elle dirige actuellement le programme d'adaptation pour la région Asie. Elle collabore depuis 14 ans sur le thème de la résilience avec diverses agences travaillant dans le domaine de l'environnement et du développement. Elle possède une maîtrise ès lettres (MA) en politique environnementale du Massachusetts Institute of Technology.

Dustin Schinn est un analyste du changement climatique au sein du Fonds pour l'environnement mondial. Avant de rejoindre le FEM, il faisait partie de l'équipe d'appui à la gestion du Fonds vert pour le climat. Il est titulaire d'une licence ès sciences (BS) de l'Université de Potsdam et d'une maîtrise ès sciences (MSc) en gestion environnementale de l'Université Yale.

Centre international pour le changement climatique et le développement (ICCCAD)

Dr. Nazneen I. Khan est spécialiste des sciences sociales et chercheuse au Centre international pour le changement climatique et le développement (ICCCAD). Elle est titulaire d'un doctorat (PhD) de l'Université de Dhaka au Bangladesh et ses recherches portent sur les questions liées au changement climatique et les problématiques sociales et politiques y afférentes.

Acclimatise

Dr. Richenda Connell est directrice technique et cofondatrice d'Acclimatise, un cabinet de conseil spécialisé dans les questions d'adaptation au changement climatique. Elle possède plus de 20 ans d'expérience dans les domaines de l'adaptation et de la résilience climatiques. Coauteure d'un rapport de la Banque mondiale sur la résilience face au changement climatique et les ouvrages d'infrastructure en partenariat public-privé, elle siège au Comité de pilotage du Réseau mondial de recherche sur les villes face au changement climatique (UCCRN). Richenda Connell est titulaire d'un doctorat en chimie atmosphérique de l'Université d'Oxford.

Organisation météorologique mondiale (OMM)

Les auteurs remercient chaleureusement les membres du personnel de l'OMM pour leurs commentaires étoffés, émis notamment lors de la réunion organisée les 2 et 3 juillet 2016 avec plus d'une douzaine d'entre eux. Ce texte a été modifié de nombreuses fois pour tenir compte de leurs contributions, mais les auteurs restent les seuls responsables en cas d'erreur ou de différence involontaire avec les politiques ou les opinions de l'OMM.

PRIVILÉGIER L'INNOVATION DANS LE SECTEUR DE L'INFORMATION ET DES SERVICES CLIMATOLOGIQUES



À mesure que le XXI^e siècle avance et que la température moyenne de la planète augmente, nous devons nous attendre à un accroissement de la fréquence et de la sévérité des phénomènes météorologiques, des sécheresses, des inondations et de l'élévation du niveau de la mer. Les engagements pris à Paris par les dirigeants mondiaux doivent être honorés afin d'éviter que le changement climatique n'entrave sérieusement les efforts entrepris en vue de la réalisation des objectifs de développement durable. Afin d'accroître la résilience face au changement climatique, autonomiser les nations, sauver des vies et renforcer les moyens de subsistance des populations les plus vulnérables d'Afrique, il est essentiel de pouvoir fournir des informations météorologiques et climatologiques précises, fiables et en temps opportun.

Le continent africain est celui qui a le moins contribué au changement climatique dû aux activités humaines, mais ce sont pourtant ses habitants qui en paient le plus lourd tribut. Chaque année, les conditions météorologiques extrêmes causent la perte de milliers de vies et de millions de dollars en moyens de subsistance, en récoltes et en investissements infrastructurels, contribuant ainsi à un accroissement de la pauvreté. La mise en place d'un système d'alerte précoce rapide et efficace ainsi que l'amélioration de l'information climatologique en appui aux décisions prises par les gouvernements et les communautés peuvent toutefois atténuer ces pertes. Pour les grandes comme les petites entreprises, il est salutaire d'avoir accès à des informations météorologiques locales de qualité.

En bénéficiant d'informations pertinentes, de technologies modernes et d'un renforcement des capacités approprié, l'Afrique pourrait intensifier les efforts qu'elle engage en vue de réaliser les objectifs de développement durable, améliorer la coopération régionale et lutter contre le changement climatique.

Pour parvenir à cette fin, les pays doivent bouleverser le statu quo et innover. Le déploiement de technologies rentables et durables s'impose. Le secteur privé aussi a un rôle à jouer dans le domaine émergent de l'information climatologique mondiale et de ses services connexes. Par conséquent, il convient de le considérer comme un partenaire à part entière dans la mise au point de solutions innovantes. Comme exemple d'innovation, l'exploitation des réseaux de téléphones portables qui se sont rapidement répandus à travers l'Afrique permet désormais de recueillir presque en temps réel les données issues des stations météorologiques automatiques intégrées tout-en-un, et de diffuser des informations, des alertes et des avertissements. De même, la fourniture à l'échelle du continent de prévisions météorologiques ainsi que de services et produits personnalisés liés à l'industrie exige la mobilisation en amont des entreprises internationales qui produisent les informations météorologiques et climatologiques, et qui sont de plus en plus nombreuses dans cette région. Une telle transformation favoriserait également l'émergence et l'expansion des activités entrepreneuriales en Afrique. Les petites entreprises, dont bon nombre sont basées sur Internet et fonctionnent par le biais des communications mobiles cellulaires, constituent désormais une force motrice dans la poursuite de la croissance économique, qui peut être mise en relation avec le nouveau monde des services météorologiques.

L'heure est venue de définir une nouvelle vision pour le secteur des services météorologiques et climatologiques.

A l'heure où les dirigeants Africains examinent ces défis et réfléchissent sur l'opportunité de nouveaux investissements, il serait important qu'ils tiennent compte des avantages offerts par les nouvelles technologies, des modèles de partage des informations climatiques et météorologiques et des méthodes de faire des affaires présentés dans cette publication. Bien que ces approches innovantes aient besoin d'être testées, réexaminées et évaluées, il est important, dans un premier temps, de laisser de côté les idées préconçues et de s'ouvrir à l'innovation et aux partenariats avec le secteur privé.

Helen Clark

Administrateur du Programme des Nations Unies pour le développement

LES SOLUTIONS OPÉRANT À 15 000 MÈTRES D'ALTITUDE DOIVENT ÊTRE PERSONNALISÉES AFIN DE CORRESPONDRE À LA RÉALITÉ DE TERRAIN. CRÉDIT PHOTO : PNUD

TABLE DES MATIÈRES

SECTION 1 – INTRODUCTION 4

Le présent résumé exécutif présente le climat africain et explore les difficultés rencontrées pour la résilience en Afrique subsaharienne. Il est suivi d'une introduction à une nouvelle vision des systèmes de surveillance et de prévision hydrométéorologiques et à l'assistance en la matière.

Accroître la résilience face au changement climatique	5
Une vision nouvelle pour l'information météorologique et climatologique	7
Bref historique du financement de l'adaptation au changement climatique	10

SECTION 2 – QU'EST-CE QUI N'A PAS FONCTIONNÉ ? 12

La présente section décrit les difficultés qui ont affecté la capacité de l'Afrique à mettre en œuvre des solutions durables en matière de surveillance et de prévision météorologiques, hydrologiques et climatologiques.

Vue d'ensemble	13
Systèmes d'observation hydrométéorologiques	15
Comprendre les enjeux	17
Amélioration des prévisions climatiques pour une prévention plus efficace des risques infrastructurels	20
L'exemple ougandais	21
Le réseau des centres africains pour la foudre et l'électromagnétisme	25
Le mauvais temps fait des ravages en Afrique	26
Le programme CIRDA d'un coup d'œil	28

SECTION 3 – LES ASPECTS ÉCONOMIQUES DE L'INFORMATION HYDROMÉTÉOROLOGIQUE 30

La présente section examine les aspects économiques de l'adaptation. De meilleures informations peuvent permettre d'améliorer la productivité, de protéger la vie humaine et de renforcer la résilience aux marchés volatils, et aux conditions climatiques et sociopolitiques difficiles.

L'information hydrométéorologique localisée, précise et fournie en temps opportun assure la promotion et la durabilité du développement économique	31
Les aspects économiques de l'adaptation	34
Le coût du mauvais temps	35

SECTION 4 – UNE NOUVELLE VISION DE LA TECHNOLOGIE 38

La présente section expose une nouvelle vision pour la production et la diffusion des informations météorologiques, hydrologiques et climatiques en Afrique. Cette approche s'intéresse tout d'abord brièvement aux techniques et technologies d'observation météorologique existantes, puis décrit de nouvelles méthodes permettant de réaliser des observations pouvant répondre aux besoins uniques de l'Afrique et garantir une durabilité à long terme par le biais de partenariats public-privé.

Les observations hydrométéorologiques en Afrique subsaharienne : le fondement des services météorologiques, hydrologiques et climatologiques	39
Les avantages et les inconvénients des stations météorologiques automatiques	46
La détection passive à distance : des observations de surface pour décrire les événements à l'échelle nationale	48
L'exploitation du réseau mobile pour le choix du site des SMA	50
L'importance de la coopération régionale	52
L'importance de la fiabilité et de la crédibilité	55
Derniers points concernant la technologie	56
Les recommandations de l'Organisation météorologique mondiale	58
Assembler les pièces du puzzle	62

SECTION 5 – UNE NOUVELLE VISION DES PARTENARIATS PUBLIC-PRIVÉ 64

La présente section met au jour les besoins spécifiques des parties prenantes privées et publiques et identifie les mesures favorables requises pour amorcer des partenariats public-privé dans les pays les moins avancés d'Afrique. Elle examine également de nouvelles possibilités offertes notamment par les secteurs des télécommunications, de l'agriculture et de l'aviation.

Adoption de mesures favorables	65
En quoi consistent les partenariats public-privé dans le secteur hydrométéorologique ?	67
L'évaluation du marché établit un point de référence pour connaître les actifs existants et les possibilités de partenariat avec le secteur privé	72
Repérer les avantages mutuels	74
Les partenariats public-privé pour les télécommunications en Afrique	75
Identifier les risques	76
Coûts et avantages des systèmes d'alerte précoce	77
Les assurances agricoles en Afrique	78
Établir un lien entre les petits agriculteurs et les assurances	79
Le rôle de la météorologie dans le secteur aérien	81

SECTION 6 – MODALITÉS DE STRUCTURATION POUR LA MISE EN PLACE DE PARTENARIATS PUBLIC-PRIVÉ EFFICACES 82

La présente section étudie les méthodes efficaces pour structurer des partenariats public-privé. L'établissement de ces partenariats stratégiques requiert un cadre réglementaire et un environnement économique propices, un soutien politique et financier durable, des approvisionnements transparents et efficaces, une répartition claire des risques, et une évaluation et un suivi continus.

Structurer les PPP de manière efficace	83
Innovation 3-2-1	85
Établir des stratégies commerciales pour les services hydrométéorologiques	86
Le hackathon du PNUD pour l'action climatique accélère la création de méthodes innovantes pour fournir des informations météorologiques aux communautés vulnérables en Afrique	88
Quelques pistes pour aller de l'avant	89
Promouvoir la viabilité financière	90
Un bond technologique : l'observatoire hydrométéorologique transafricain envisage d'installer 20 000 stations météorologiques en Afrique	91

SECTION 7 – EXEMPLES CONCRETS 92

Le système <i>weather wiser</i> aux Philippines : un réseau de 1 000 stations météorologiques automatiques	93
Un réseau de détection de la foudre totale au Brésil	98
Econet au Zimbabwe	100
Des informations ciblées et localisées relatives aux plantations et aux récoltes des producteurs de blé Canadiens	101

SECTION 8 – CONCLUSIONS

102

Poursuivre sur la bonne voie : tel est aujourd'hui le défi généralisé. Bien que le présent rapport se veuille un catalyseur de changement, modelant une nouvelle vision pour l'acquisition, la distribution et l'utilisation d'informations hydrométéorologiques fiables dans toute l'Afrique, il incombe aux gouvernements africains, aux bailleurs de fonds, aux leaders d'opinion et aux entrepreneurs de tirer parti de ces constatations pour créer des solutions sur mesure, personnalisées, intégrées et pérennes, capables de faire avancer le plan d'action du développement et d'avoir une incidence positive sur les conditions de vie et les moyens du subsistance des personnes qui vivent dans la pauvreté.

SECTION 9 – PROFILS DE PAYS

104

La présente section se penche de plus près sur les approches nuancées à adopter, sur les opportunités de marché, et sur les opportunités et les défis liés aux 11 services météorologiques et hydrologiques nationaux soutenus par le Programme de renforcement de l'information climatique et d'un développement résilient en Afrique (CIRDA) du PNUD.

Bénin	106
Burkina Faso	108
Éthiopie	110
Gambie	112
Libéria	114
Malawi	116
Sao Tomé-et-Principe	118
Sierra Leone	120
Tanzanie	122
Ouganda	124
Zambie	126

SECTION 10 – RÉFÉRENCES

128

SECTION 11 – GLOSSAIRE ET ACRONYMES

132



LORSQU'ILS DISPOSENT DE MEILLEURES INFORMATIONS SUR LE CLIMAT, LES PETITS AGRICULTEURS SONT EN MESURE DE PROTÉGER LEURS MOYENS DE PRODUCTION.



LES TÉLÉPHONES PORTABLES SONT DEVENUS OMNIPRÉSENTS EN AFRIQUE SUBSAHARIENNE ET CONSTITUENT UNE PLATEFORME PRATIQUE POUR DIFFUSER DES ALERTES PRÉCOCES CONCERNANT DES PHÉNOMÈNES CLIMATIQUES DANGEREUX ET DES INFORMATIONS CLIMATIQUES DANS LES ZONES RURALES AUSSI BIEN QU'URBAINES. CRÉDIT PHOTO : ©FIDA/MWANZOMILLINGA

La collecte, l'analyse et la diffusion d'informations fiables sur les conditions météorologiques, hydrologiques et climatiques, collectivement appelées les services hydrométéorologiques, ont un grand rôle à jouer pour appuyer les nations africaines dans leurs efforts visant à réduire la pauvreté, renforcer la résilience et s'adapter au changement climatique. Depuis plus de 30 ans, la communauté internationale du développement a énormément investi dans le développement des technologies météorologiques, hydrologiques et climatologiques en faveur de l'Afrique. Toutefois, de nos jours, la Banque mondiale constate que « la majorité des services hydrométéorologiques en Afrique subsaharienne ne parviennent pas à répondre aux besoins actuels en informations météorologiques et climatologiques, et n'offrent que des possibilités limitées de coopération transfrontalière »¹. Le présent rapport explore une nouvelle vision destinée à améliorer la réponse apportée aux besoins en matière de prévision et de surveillance météorologiques, hydrologiques et climatologiques en Afrique subsaharienne. Il commence par faire une revue des approches traditionnelles et leur capacité à contribuer à l'atteinte des objectifs de développement, à réduire les risques et à aider les pays les moins avancés d'Afrique à offrir à leurs citoyens des services hydrométéorologiques et des systèmes d'alerte précoce pouvant sauver des vies, dynamiser la productivité et préserver l'environnement dans le contexte du changement climatique. Il traite ensuite de la mise en œuvre de services et technologies hydrométéorologiques avancées, du renforcement des capacités et de l'élaboration de politiques favorables à la consolidation du rôle des services météorologiques et hydrologiques nationaux en Afrique.

Enfin, il envisage de nouveaux partenariats entre le secteur public et le secteur privé. La mise en place d'un modèle durable de fourniture de services hydrométéorologiques efficaces en Afrique subsaharienne requiert que les décideurs politiques examinent attentivement la situation actuelle et définissent un nouveau cadre pour la mise en œuvre de ce service public essentiel. Au-delà des simples activités d'acquisition et d'installation de technologies de pointe, il s'agit de créer une nouvelle approche systémique complète. Bien que la solution miracle n'existe pas, la mise en œuvre de solutions hydrométéorologiques durables reste un objectif réalisable si certaines conditions sont respectées, comme l'établissement de partenariats public-privé structurés, l'acquisition de technologies innovantes, la mise en place de nouveaux services, le renforcement des institutions, le développement de la coopération régionale et la poursuite du renforcement des capacités. La réalisation de cet objectif aura un impact important sur la concrétisation des objectifs de développement durable en protégeant des vies et en favorisant la forte résilience de l'Afrique et d'autres régions ².

ACCROÎTRE LA RÉSILIENCE FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'Afrique subsaharienne doit faire face à un nombre impressionnant de défis : croissance démographique rapide, urbanisation et développement des mégapoles, difficultés à fournir les services de base, taux mondiaux les plus faibles en matière d'accès à l'énergie et à l'électricité, faiblesse de la productivité agricole et flambées épidémiques (p. ex., VIH, Ebola*). Malgré une croissance économique continue et des progrès certains réalisés dans le domaine de la sécurité alimentaire, l'instabilité politique, l'absence de coopération régionale, la faiblesse des institutions gouvernementales et le manque d'accès aux nouvelles technologies, informations et formations persistent et créent un cercle vicieux de pauvreté difficile à briser qui entrave les avancées sur le plan de la réalisation du développement résilient et l'éradication de la pauvreté. Aujourd'hui, en Afrique, environ 400 millions de personnes vivent dans l'extrême pauvreté, et les projections du Rapport de suivi mondial de la Banque mondiale montrent que la réduction de la pauvreté en Afrique subsaharienne devrait ralentir au cours des 15 prochaines années.

« UNE ENQUÊTE DE SUIVI RÉALISÉE RÉCEMMENT PAR L'ORGANISATION MÉTÉOROLOGIQUE MONDIALE (OMM) A MONTRÉ QUE 54 % DES STATIONS MÉTÉOROLOGIQUES DE SURFACE ET 71 % DES STATIONS EN HAUTE ATMOSPHÈRE DE LA RÉGION NE TRANSMETTAIENT PAS DE DONNÉES. » – BANQUE MONDIALE¹

Ces problèmes pourraient être exacerbés par la hausse des températures, les sécheresses, les inondations et les nouvelles conditions météorologiques dues au changement climatique, comme le résume une étude intitulée *Baissions la chaleur*, publiée en 2013 par la Banque mondiale :

- Avec un réchauffement global de 4 °C d'ici à la fin du XXI^e siècle, la hausse projetée du niveau de la mer pourrait atteindre jusqu'à 100 cm. La probabilité des sécheresses devrait s'accroître en Afrique centrale et australe, et des pointes de chaleur extrême, totalement inédites, devraient affecter des parts croissantes de la région.
- Les projections montrent aussi une probabilité accrue de hausse des précipitations annuelles dans la Corne de l'Afrique et dans certaines régions de l'Afrique de l'Est, susceptibles de se concentrer en épisodes aigus risquant ainsi d'accroître le risque d'inondation.
- L'Afrique subsaharienne est particulièrement vulnérable aux impacts sur l'agriculture. La production agricole de la région est essentiellement pluviale et donc très sensible aux variations des précipitations et de la température. Dans l'ensemble de la région, une augmentation nette de la superficie totale classée en zone aride ou hyperaride est projetée, avec des conséquences négatives probables sur la production agricole et l'élevage.
- Les pâturages de savane risquent de se réduire, avec des impacts potentiels sur les moyens de subsistance et les systèmes pastoraux. Quand le réchauffement climatique global aura atteint 3 °C, la superficie projetée des savanes aurait diminué, passant d'environ un quart de la superficie totale des terres à l'heure actuelle, à environ un septième et réduisant d'autant les ressources alimentaires du bétail³.

* « Dans son classement annuel de la vulnérabilité au changement climatique (Climate Change Vulnerability Index), la société Maplecroft, basée au Royaume-Uni, a identifié les 32 pays pour lesquels le changement climatique comporte les risques les plus extrêmes. Les dix pays les plus à risque sont les suivants : le Bangladesh, la Sierra Leone, le Soudan du Sud, le Nigéria, le Tchad, Haïti, l'Éthiopie, les Philippines, la République centrafricaine et l'Érythrée. Tous ces pays, à l'exception du Nigéria et des Philippines, font partie des pays les plus pauvres au monde (selon le classement des Nations Unies). Les raisons, complexes, pour lesquelles les pays pauvres situés à de basses latitudes seront les plus touchés par le changement climatique sont d'ordre météorologique, économique, et géopolitique, mais elles sont toutes liées à un fait statistique indéniable : l'amplitude thermique normale est plus faible sous les tropiques que dans les climats nordiques. Ainsi, toute évolution est susceptible d'avoir des répercussions plus importantes. », Richard Martin, « Climate Change: Why the Tropical Poor Will Suffer Most », MIT Technology Review, 17 juin 2015, <https://www.technologyreview.com/s/538586/climate-change-why-the-tropical-poor-will-suffer-most/>.

¹ Banque mondiale, « Creating an Atmosphere of Cooperation in Sub-Saharan Africa by Strengthening Weather, Climate and Hydrological Services », Genève, 2 juin 2015.

² Pour de plus amples informations sur les objectifs de développement durable, consulter le site Internet à l'adresse suivante : www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/

³ Sophie Adams et al., *Turn Down the Heat: Climate Extremes, Regional Impacts, and the Case for Resilience* (Synthèse régionale disponible en français : *Baissions la chaleur : Phénomènes climatiques extrêmes, impacts régionaux et plaidoyer en faveur de l'adaptation*), Washington, D.C., Banque mondiale, 2013. Le récent Accord de Paris sur le climat peut se révéler efficace pour réduire le niveau de réchauffement. Cependant, d'autres impacts du changement climatique risquent de ne pas être complètement couverts par l'Accord.

Ce même rapport fournit un tableau récapitulatif qui montre l'ampleur actuelle et future des impacts du changement climatique touchant l'Afrique subsaharienne.

Dans l'ensemble, les services météorologiques et climatologiques (ou « services hydrométéorologiques » si l'on souhaite y inclure la composante essentielle qu'est la surveillance hydrologique)⁴ comprennent la collecte, l'analyse, la mise en forme et la diffusion des informations météorologiques, hydrologiques et climatologiques. Il s'agit de services publics de base qui incluent l'émission d'alertes précoces sur les tempêtes, les incendies et

les autres événements météorologiques extrêmes et soudains. La notion de service va bien au-delà de la simple démarche d'approvisionnement et nécessite une approche systématique de bout en bout. Comme l'indique la Stratégie de l'OMM en matière de prestation de service, le service est « un produit ou une activité qui répond aux besoins d'un utilisateur ou qui peut lui être utile ». Selon l'OMM, « un service doit être disponible en temps utile, fiable et ponctuel, exploitable, utile, crédible, certifié, souple et évolutif, viable (être d'un prix abordable et s'inscrire dans la durée) et adaptable (pouvoir s'appliquer à différents types de services) »⁵.

Tableau 1.1 Résumé des impacts du changement climatique et des risques en Afrique subsaharienne.

Risque/impact		Vulnérabilité ou évolution observées	Environ 1.5°C ^{A, B, C} ≈ années 2030 ^D	Environ 2°C ≈ années 2040	Environ 3°C ≈ années 2060	Environ 4°C ≈ années 2080
Pointes de chaleur^D (durant la période estivale de l'hémisphère sud), sécheresse	Pointes de chaleur inhabituelles	Pratiquement aucune	20 à 25 % des terres	45 % des terres	70 % des terres	> 85 % des terres
	Pointes de chaleur (durant la période estivale de l'hémisphère sud), sécheresse	Aucune	< 5 % des terres	15 % des terres	35 % des terres	> 55 % des terres
		Augmentation du risque de sécheresse en Afrique australe, centrale et de l'Ouest, diminution du risque en Afrique de l'Est. Toutefois, les projections pour l'Afrique de l'Ouest et de l'Est sont incertaines.	Risque probable de sécheresse sévère en Afrique australe et centrale, augmentation du risque en Afrique de l'Ouest, diminution en Afrique de l'Est. Toutefois, les projections pour l'Afrique de l'Ouest et de l'Est sont incertaines.	Risque probable de sécheresse sévère en Afrique australe et centrale, augmentation du risque en Afrique de l'Ouest, diminution en Afrique de l'Est. Toutefois, les projections pour l'Afrique de l'Ouest et de l'Est sont incertaines.	Risque probable de sécheresse extrême en Afrique australe et de sécheresse sévère en Afrique centrale, augmentation du risque en Afrique de l'Ouest et diminution en Afrique de l'Est. Toutefois, les projections pour l'Afrique de l'Ouest et de l'Est sont incertaines.	Risque probable de sécheresse extrême en Afrique australe et de sécheresse sévère en Afrique centrale, augmentation du risque en Afrique de l'Ouest et diminution en Afrique de l'Est. Toutefois, les projections pour l'Afrique de l'Ouest et de l'Est sont incertaines.
Aridité		Assèchement croissant	Faible évolution escomptée	Augmentation de 3 % de la surface des régions arides et hyper-arides		Augmentation de 10 % de la surface des régions arides et hyper-arides. Augmentation de 5 % de la surface totale des zones arides et semi-arides.
Élévation du niveau de la mer par rapport à la période 1985-2005		Environ 21 cm en 2009 ^E	30 cm ^F -années 2040 50cm-2070 70 cm d'ici à 2080–2100	30cm-années 2040 50cm-2070 70cm d'ici à 2080–2100	30 cm-années 2040 50 cm-2060 90 cm d'ici à 2080–2100	30 cm-années 2040 50 cm-2060 105 cm d'ici à 2080–2100

^A Fait référence à l'augmentation moyenne de la température à l'échelle mondiale par rapport à l'ère préindustrielle.

^B Les années indiquent la décennie durant laquelle les niveaux réchauffement de la planète sont dépassés dans un scénario business-as-usual égale à 4° C ici les années 2080.

^C Les années indiquent la décennie durant laquelle les niveaux de réchauffement climatique auront augmenté de 50 % ou plus (généralement au début de la décennie) en cas de statu quo (scénario RCP8.5).

^D Les pointes de chaleur moyennes prévues par l'ensemble des projections du modèle climatique sont fournies. La marge d'incertitude sur l'ensemble des modèles (du plus faible au plus élevé) pour un réchauffement de 4°C est de 70 à 100 % pour les pointes de chaleur inhabituelles et de 30 à 100 % pour les pointes de chaleur inédites. Dans les deux cas, la fréquence maximale des pointes de chaleur est proche de 100 %, étant donné que les indicateurs saturent à de tels niveaux.

^E Par rapport au niveau de la mer en 1880 (estimation).

^F Ajouter 20 cm pour obtenir une estimation approximative de l'élévation du niveau de la mer par rapport à l'ère préindustrielle.

⁴ D'une manière générale, le terme « météorologie » fait référence à des événements à court terme, le terme « hydrologie » se rapporte à l'étude scientifique des eaux que l'on trouve à la surface de la Terre, et plus particulièrement de l'impact des précipitations et de l'évaporation sur la présence et les caractéristiques de l'eau sur ou sous la surface terrestre alors que le terme « climatologie » désigne les événements à plus long terme (généralement sur plusieurs décennies). Le glossaire et les acronymes en page 132 incluent les définitions des termes météorologiques et hydrologiques les plus couramment utilisés.

⁵ « Stratégie de l'OMM en matière de prestation de services », document disponible sur : https://2a9e94bc607930c3d739becc3293b562f744406b.googleusercontent.com/host/OBwdvoC9AeWjUazhKNTdXRX-UzOEU/wmo_1129_fr.pdf.

La mise en œuvre de services hydrométéorologiques améliorés à destination des agriculteurs et des communautés vulnérables permettrait d'accroître la production agricole et de réduire les risques. Grâce à l'amélioration des informations sur les événements météorologiques extrêmes, des prévisions sur les récoltes et des recommandations sur la conduite à tenir en cas de mauvais temps, les agriculteurs pourraient protéger leurs biens et sauver des vies humaines, bénéficier de mécanismes de gestion des risques tels qu'une assurance indicelle et établir des plans à long terme tenant compte de la configuration des pluies, des sécheresses, des inondations et d'autres catastrophes naturelles.

Par ailleurs, les services hydrométéorologiques représentent un investissement judicieux. Pour chaque dollar dépensé, le taux de rendement en termes de développement économique est au moins cinq fois supérieur⁶. Cet indicateur est souvent mis en avant pour justifier des dépenses publiques dans le domaine des infrastructures hydrométéorologiques. Les décideurs exploitent ces informations utiles pour éclairer les plans d'adaptation nationaux, renforcer la production et les économies locales, limiter les migrations dues au changement climatique et construire des infrastructures climatiquement rationnelles, capables de résister aux risques liés au changement climatique. De même, les entreprises du secteur privé ont aussi la possibilité d'utiliser ces données pour orienter leurs stratégies d'adaptation au changement climatique. Enfin, au niveau communautaire, les chefs de village peuvent concevoir des stratégies de résistance au changement climatique en vue d'améliorer l'état des entreprises locales et protéger les moyens de production.

Tandis que l'attention de la communauté internationale se porte essentiellement sur l'atténuation du changement climatique, à savoir les efforts engagés pour ralentir et réduire progressivement la hausse des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle mondiale, le continent africain, à quelques rares exceptions près, possède une marge de manœuvre très limitée à cet égard. La totalité des émissions de gaz à effet de serre de l'Afrique subsaharienne ne représente qu'un petit pourcentage des émissions mondiales. Dans le même temps, les nations africaines sont très vulnérables face aux effets du changement climatique. Par conséquent, leur approche doit être essentiellement axée sur la notion d'adaptation,

qui consiste à accroître la résilience et à réduire autant que possible les impacts négatifs du changement climatique. Mais comment? Et avec quels moyens?

S'il est vrai que le processus lié à la convention sur le climat laisse présager d'un renforcement du soutien apporté par les donateurs aux projets d'adaptation, notamment dans les pays les plus pauvres et les plus vulnérables, comment ces fonds pourront-ils être utilisés efficacement en l'absence de données météorologiques et climatologiques fiables?

Jusqu'à présent, les fonds alloués par les donateurs à l'adaptation au changement climatique ont servi à financer des mesures de renforcement des capacités : études prévisionnelles des incidences du changement climatique et identification des vulnérabilités ; formations de perfectionnement des connaissances et des ressources humaines ; examens des politiques visant à déterminer les facteurs susceptibles de justifier de réformes potentielles (p. ex., politiques d'aménagement du territoire destinées à empêcher la construction dans les zones côtières) et d'éviter l'adaptation inefficace (p. ex., attribution de subventions pour l'utilisation de l'eau dans les zones enclines à la sécheresse et la localisation des zones sujettes aux inondations)⁸. Ces mesures sont utiles, mais elles ne constituent généralement qu'une préparation aux projets d'adaptation et non pas de véritables *actions* en la matière. De plus, la majorité des fonds destinés à l'adaptation sont versés sous forme de subventions aux entités gouvernementales, très peu d'efforts ayant été déployés pour solliciter le secteur privé. Les études montrent pourtant que ce sont finalement les entreprises et les particuliers qui investissent dans les projets d'adaptation⁹.

UNE VISION NOUVELLE POUR L'INFORMATION METEOROLOGIQUE ET CLIMATOLOGIQUE

Le présent rapport présente une nouvelle vision prometteuse sur la mise en œuvre d'actions susceptibles de renforcer sans tarder la capacité des pays africains à se préparer au changement climatique, tout en réalisant d'autres

⁶ OMM, « Valuing Weather and Climate: Economic Assessment of Meteorological and Hydrological Services », 2015, OMM, publication n° 1153, « Dans les pays en développement, modernisation des services météorologiques et hydrologiques nationaux (SMHN) pour réduire les pertes liées aux catastrophes : rapport coût-bénéfice (RCB) de 4-1 à 36-1. En Éthiopie, mise en œuvre d'un système d'alerte précoce pour réduire les pertes de moyens de subsistance et diminuer la dépendance à l'égard de l'aide humanitaire : RCB de 3-1 à 6-1. » La rentabilité des investissements dans les services météorologiques est examinée de façon plus approfondie dans la suite de ce rapport.

⁷ Le 12 décembre 2015, les 195 pays signataires de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques sont parvenus à un accord historique pour lutter contre le changement climatique et réorienter les investissements en vue de façonner un avenir sans incidence sur le climat. Pour en savoir plus sur les effets de l'Accord de Paris sur les projets de renforcement de l'information climatique et des systèmes d'alerte précoce, voir le site Internet à l'adresse suivante : undp-cirda.blogspot.com/2015/12/implications-of-paris-cop21-agreement.html. Le principal pourvoyeur des fonds versés par les donateurs à destination des projets d'adaptation est aujourd'hui le Fonds vert pour le climat. Pour en savoir plus, consulter le site Internet à l'adresse suivante : www.greenclimate.fund.

⁸ Pour un examen récent de l'expérience acquise dans le cadre des projets d'adaptation, voir : Fonds pour l'environnement mondial, « Time to Adapt: Insights from the GEF's Experience in Adaptation to Climate Change », juin 2016, disponible sur : https://www.thegef.org/sites/default/files/publications/GEF_Adaptation2016_final_0_0.pdf.

⁹ Bonizella Biagini et Alan Miller, « Engaging the Private Sector in Adaptation to Climate Change in Developing Countries », *Climate and Development*, Vol. 5, n° 3 (2013), disponible sur : www.ifc.org/wps/wcm/connect/topics_ext_content/ifc_external_corporate_site/cb_home/news/feature_publication_adaptation_nov2013.

objectifs économiques, environnementaux et sociaux. En combinant des technologies et des modèles d'activités innovants, il est désormais possible de récolter, d'analyser et de communiquer différemment les informations météorologiques, hydrologiques et climatologiques. Pour la plupart des pays africains, cela représente une perspective unique, presque révolutionnaire. Comme nous l'expliquerons plus en détail, les plans nationaux visant à moderniser les services hydrométéorologiques en Afrique subsaharienne sont actuellement inadaptés, voire bien souvent inexistant¹⁰. Par conséquent et malgré l'importance des efforts déployés par un personnel qualifié, la plupart des entreprises et des particuliers (à quelques exceptions près, telles que les compagnies aériennes tenues par des obligations légales spécifiques) ne peuvent pas compter sur les services météorologiques nationaux pour obtenir des informations météorologiques, hydrologiques et climatologiques. L'approche décrite dans le présent rapport est basée sur la réponse apportée par le PNUD aux sollicitations formulées par 11 nations africaines.

Depuis le milieu des années 1980, les fonds débloqués par les donateurs pour la modernisation des services météorologiques et climatologiques dans les pays en développement ont été estimés, de manière prudente, à 1 milliard de dollars US, dont la majorité a été versée depuis l'année 2000¹¹. Cependant, une enquête de suivi réalisée récemment par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) a montré que « 54 % des stations météorologiques de surface et 71 % des stations en haute atmosphère de la région ne transmettaient pas de données », à la suite de quoi la Banque mondiale a préconisé le déploiement de 5 000 systèmes supplémentaires de surveillance météorologique sur le continent africain¹². Pour quelle raison les fonds des donateurs n'ont-ils pas permis de résoudre le problème ? Et pourquoi les services météorologiques et hydrologiques nationaux de la région subsaharienne restent-ils enfermés dans un cercle vicieux de pauvreté caractérisé par la dégradation et le manque d'entretien des systèmes, la faiblesse des ressources

et l'absence d'autres solutions pour les communautés vulnérables que de scruter le ciel pour évaluer les conditions météorologiques ou, bien pire, la remise en cause totale des traditions locales de plantation et de gestion des récoltes causée par le changement de la situation météorologique, les sécheresses, les fortes tempêtes et les inondations ?

La section 2 du présent rapport propose une analyse nuancée de ces difficultés complexes. Bien que variables selon les pays, elles découlent généralement d'une mauvaise planification des dépenses courantes et des compétences nécessaires pour l'exploitation, l'entretien et la gestion des systèmes de surveillance météorologiques et climatologiques, ainsi que d'une tendance à privilégier des technologies adaptées au monde développé qui ne répondent pas aux problèmes spécifiques liés au déploiement dans la région subsaharienne, et du manque de regroupement entre les multiples investissements financés par les donateurs dans le domaine des services hydrométéorologiques. À ces préoccupations vient s'ajouter le renforcement de la concurrence en raison de l'arrivée de nouveaux acteurs issus du secteur privé. Des difficultés régionales et locales tendent aussi à faire échouer les solutions inadaptées aux défis persistants que pose la question du développement en Afrique, entretenant ainsi le cercle vicieux décrit ci-dessus. Les technologies et les modèles d'activités décrits dans ce rapport présentent l'avantage de viser la réalisation des objectifs d'adaptation au changement climatique, parmi lesquels figurent la réduction de l'impact des tempêtes, des éclairs et d'autres événements météorologiques extrêmes au moyen de la communication rapide d'alertes et de la collecte en temps réel de données météorologiques qui jouent un rôle précieux dans l'élaboration des prévisions météorologiques à court terme et des projections climatiques à long terme. Cet avantage justifie donc l'attribution actuelle et future de ressources tirées des fonds pour le climat, dont l'accessibilité devrait être renforcée par la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques¹³.

¹⁰ « Le manque d'investissement [dans les services hydrométéorologiques] est particulièrement visible en Afrique. Le réseau de stations hydrométéorologiques est limité et vétuste, et les données hydrométéorologiques sont souvent incomplètes et inexactes. Les stations existantes sont souvent en panne ou ne communiquent pas avec le réseau météorologique mondial. Ces faiblesses sont très préoccupantes en raison du grand nombre d'agriculteurs sur le continent africain et de la très forte variabilité des précipitations africaines par rapport à la moyenne ». Groupe d'évaluation indépendante (GEI), Banque mondiale, « Adapting to Climate Change: Assessing World Bank Group Experience », disponible sur: ieg.worldbankgroup.org/Data/reports/cc3_full_eval_0.pdf.

¹¹ « De 1985 à 2011, la Banque mondiale a financé 132 projets destinés à améliorer les systèmes hydrométéorologiques. Douze d'entre eux ont pris en charge l'intégralité du processus de développement de systèmes nationaux, pour un montant total de 380 millions de dollars US. Environ 90 pour cent du financement de ces projets a été reçu par huit pays emprunteurs de la BIRD (Albanie, Brésil, Mexique, Pérou, Pologne, République dominicaine, Russie et Turquie), tandis que le reste a été versé à quatre pays et régions emprunteurs de l'IDA (Afghanistan, Asie centrale, Moldavie et Sri Lanka). Les 120 autres projets (dont 18 en Afrique subsaharienne et 5 dans la région du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord) sont venus appuyer des systèmes incomplets ou des besoins spécifiques, pour un coût d'au moins 917 millions de dollars ». Groupe d'évaluation indépendante (GEI), Banque mondiale, « Adapting to Climate Change: Assessing World Bank Group Experience ».

¹² Banque mondiale, « Creating an Atmosphere of Cooperation in Sub-Saharan Africa by Strengthening Weather, Climate and Hydrological Services ».

¹³ Les parties ont déjà convenu de créer un Fonds vert pour le climat dans le but de mobiliser 100 milliards de dollars US par an d'ici à 2020, et dont les fonds seront répartis de manière équilibrée entre l'adaptation et l'atténuation. Le financement de l'adaptation sera destiné en priorité aux pays les moins avancés et aux petits États insulaires. Accords de Cancún, Déc. 1/CP.16 (2010), paragr. 95, 98 et 102. Comme énoncé dans l'Accord de Paris, partie III, paragr. 54 sous la section « Financement », « les pays développés entendent poursuivre leur objectif collectif actuel de mobilisation jusqu'en 2025 dans l'optique de mesures concrètes d'atténuation et d'une mise en œuvre transparente ; avant 2025, la Conférence des Parties agissant comme réunion des Parties à l'Accord de Paris fixe un nouvel objectif chiffré collectif à partir d'un niveau plancher de 100 milliards de dollars par an, en tenant compte des besoins et des priorités des pays en développement ». En novembre 2015, un projet géré par le PNUD visant à soutenir les services hydrométéorologiques au Malawi a reçu 11 millions de dollars.

L'implication du secteur privé sera un élément essentiel pour relever certains de ces défis persistants. En 2015, le Dix-septième Congrès météorologique mondial « a mis en lumière les différences, et parfois la complémentarité, dans les rôles et les responsabilités assumés par les SMHN, les universités, les organismes de recherche et organismes techniques, et le **secteur privé** ». Il est convenu qu'un rapprochement entre le secteur public et le secteur privé pourrait stimuler l'innovation et favoriser l'enrichissement mutuel, pour contribuer finalement à mener à bien le Plan stratégique de l'OMM et atteindre les résultats escomptés de l'Organisation. Il a noté que l'OMM disposait d'une occasion unique d'amorcer ce type d'interaction et a insisté sur le fait que l'inaction risquait de limiter les avantages que les utilisateurs pourraient en tirer. Il a noté que d'autre part, ces activités risquaient aussi d'entraîner une prolifération d'informations météorologiques et climatologiques non officielles susceptibles de remettre en question le rôle des SMHN, qui consistait à diffuser des informations et des avis météorologiques officiels auprès du public, des médias et des autorités chargées de la gestion des catastrophes. Il s'est donc prononcé en faveur de l'élaboration, par les SMHN, de spécifications et d'accords sur les niveaux de service destinés à garantir la précision et la traçabilité des informations fournies, ainsi qu'une prestation de services de qualité à leurs utilisateurs »¹⁴.

Dans le cadre de cette nouvelle vision, quelques défis techniques se posent, avec l'introduction de technologies innovantes, l'apparition de nouveaux prestataires et la démonstration de l'efficacité de leurs produits et services. Ces défis sont d'autant plus importants qu'ils nécessitent de bouleverser le statu quo, de créer des solutions sur mesure, de garantir la pérennité des investissements, de dissiper la défiance qui caractérise les relations entre les secteurs public et privé, et de créer de nouveaux modes opérationnels qui dépassent la simple question de l'approvisionnement pour privilégier une approche systémique de bout en bout. La tâche est ardue, mais les avantages potentiels sont tels qu'ils justifient d'engager les efforts nécessaires.

Enfin, les défis inhérents au changement climatique et la mise en place de mécanismes d'adaptation intelligents à travers l'Afrique subsaharienne exigent l'implication d'un large éventail d'acteurs à la fois des secteurs public et privé. Pour y parvenir, les nations africaines devront montrer la voie à suivre, en créant une série de mesures qui permettront aux nombreux acteurs de s'unir pour développer les services météorologiques. En s'engageant



LES FONDS INVESTIS DANS LE DOMAINE DE LA SURVEILLANCE ET DES PRÉVISIONS HYDROMÉTÉOROLOGIQUES ET CLIMATIQUES PRÉSENTENT UN RETOUR SUR INVESTISSEMENT INTÉRESSANT, CAR ILS PERMETTENT DE PROTÉGER DES VIES HUMAINES, DU BÉTAIL, DES PROPRIÉTÉS ET DES INFRASTRUCTURES. CRÉDIT PHOTO : PNUD

avec ces partenaires potentiels — et en s'attachant à établir des relations avantageuses pour tous —, les nations africaines ont la possibilité d'assurer la pérennité des investissements dans les systèmes hydrométéorologiques, de renforcer la résilience face au changement climatique et de créer des modèles efficaces pour fournir de précieuses informations météorologiques, hydrologiques et climatologiques aux agriculteurs et aux communautés vulnérables qui en ont le plus besoin. Comme dans le cadre de toute initiative, ces approches innovantes devront être étroitement surveillées et évaluées afin de permettre aux praticiens et aux responsables des SMHN de tester et de piloter l'innovation, de mesurer son impact et d'ajuster les approches pour en favoriser la pérennité.

¹⁴ Dix-septième Congrès météorologique mondial », Genève, 25 mai-12 juin 2015, OMM, n° 1157, 2015.

BREF HISTORIQUE DU FINANCEMENT DE L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Dans l'article 4, paragraphe 4, la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques de 1992 engageait les pays développés à aider les pays en développement particulièrement vulnérables aux effets néfastes des changements climatiques à faire face au coût de leur adaptation auxdits effets. Dans les faits, les donateurs ont pourtant tardé à honorer leur engagement. Créé au début des années 1990, le Fonds pour l'environnement mondial (FEM), un mécanisme de financement de la Convention, a mis au point de nombreux programmes opérationnels autour de la question de l'atténuation. Pendant près d'une décennie, il a toutefois servi uniquement à financer des évaluations liées aux vulnérabilités et des mesures de renforcement des capacités axées sur l'adaptation. En 2001, le FEM a lancé un programme pilote de 50 millions de dollars US en faveur de l'adaptation. Peu après, il a reçu la mission de gérer deux autres fonds dédiés à la même thématique : le Fonds pour les pays les moins avancés (FPMA) et le Fonds spécial pour les changements climatiques (FSCC). Le montant cumulatif des engagements pris envers ces fonds s'élève à plus de 1 milliard de dollars US. Dans le cas du FPMA, sur 50 pays ayant mené à bien leur programme d'action national aux fins de l'adaptation (PANA), 49 avait reçu un total de 905 millions de dollars US pour 161 projets en date du 22 septembre 2015. À la même date, 79 pays avaient reçu un total de 345 millions de dollars US pour 76 projets financés par le FSCC¹⁵.

Le Programme pilote pour la résilience climatique (PPCR), inclus au titre des Fonds d'investissement climatiques fondés en 2008 et gérés par la Banque mondiale, a obtenu un peu plus de 1 milliard de dollars US à destination des projets d'adaptation. Contrairement au FPMA qui soutient de très nombreux pays, le PPCR n'attribue ses fonds qu'à neuf pays et deux régions, appliquant ainsi une stratégie qui consiste à attribuer de plus grands montants à un plus petit nombre de pays dans le but ultime d'accroître l'impact de l'action.

Le Fonds d'adaptation (FA) a été créé dans le cadre du Protocole de Kyoto. Rendu opérationnel en 2007, il devait être alimenté par une partie du produit des transactions effectuées au titre du Mécanisme de développement propre (MDP), une réserve qui permet aux pays développés de remplir partiellement leurs objectifs de réduction des émissions en mettant en œuvre des projets dans les pays en développement. Alors qu'il devait initialement représenter une source importante de financement, le FA n'a jusqu'à présent reçu que quelque 331 millions de dollars US. Le MDP n'a de fait jamais atteint l'échelle attendue en raison de l'absence des États-Unis sur le marché et de la baisse de la demande au sein de l'Union européenne suite à la crise économique de 2008-2009.

Les perspectives d'avenir à l'égard du financement de l'adaptation s'orientent largement vers le Fonds vert pour le climat (FVC), un nouveau mécanisme de financement rattaché à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques et officiellement adopté par ses parties lors des conférences de Cancún et Durban en 2010 et 2011. Le FVC doit permettre de mobiliser 100 milliards de dollars US par an d'ici à 2020, à répartir de manière équilibrée entre l'adaptation et l'atténuation. Dans ses décisions politiques initiales, le Conseil d'administration du FEM s'était engagé à viser l'équilibre entre les fonds destinés à l'atténuation et à l'adaptation, et à veiller à ce que près de la moitié des fonds destinés à l'adaptation soient versée aux pays particulièrement vulnérables, y compris les pays les moins avancés, les petits États insulaires et les pays africains. Au milieu de l'année 2015, les engagements des donateurs en termes de contributions versées au FEM pour les années à venir avoisinaient les 10 milliards de dollars US. En 2015, le PNUD, comme 19 autres entités, a reçu une certification du FEM pour la mise en œuvre des projets financés par les fonds du FEM. Les huit premières attributions ont été annoncées en novembre 2015, pour un montant total de 168 millions de dollars US.



AUJOURD'HUI, LES TÉLÉPHONES PORTABLES SONT OMNIPRÉSENTS EN AFRIQUE SUBSAHARIENNE. CRÉDIT PHOTO : IFAD/MWANZO MILLINGA.

¹⁵ Fonds pour l'environnement mondial (FEM), « Progress Report on the Least Developed Countries Fund and the Special Climate Change Fund », 25 septembre 2015.

Tableau 1.2 Financement multilatéral destiné à l'adaptation dans les pays à faible revenu d'Afrique subsaharienne (source : www.climatefundsupdate.org).

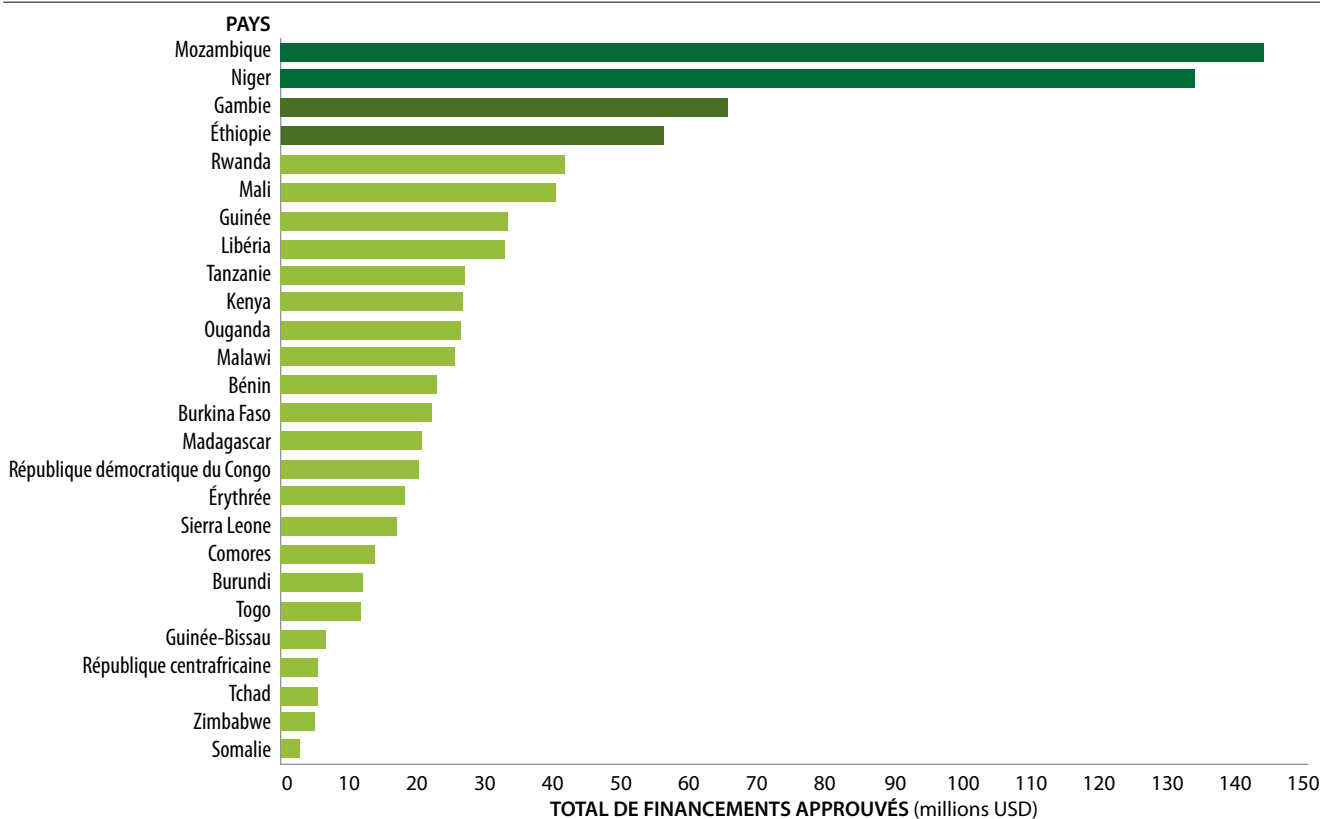
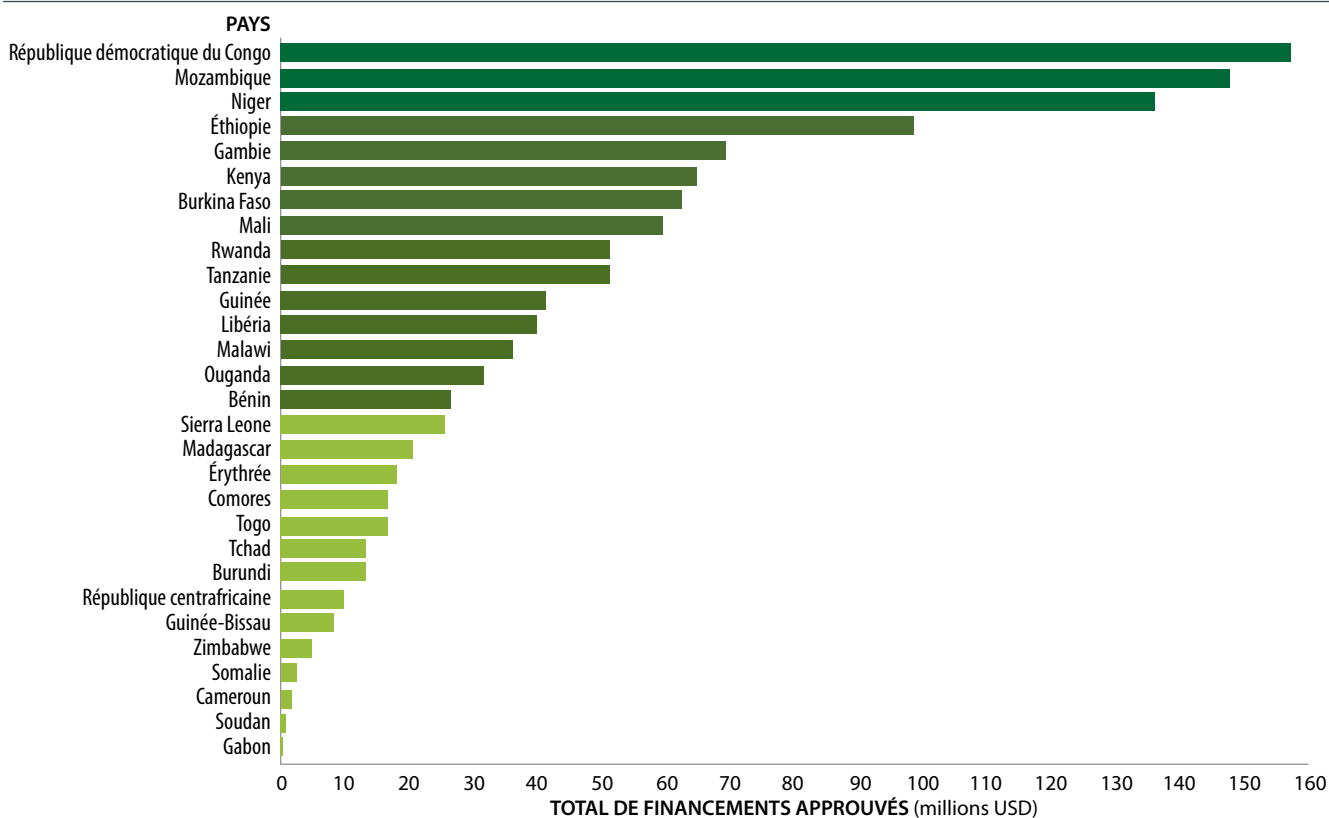


Tableau 1.3 Financement multilatéral total (destiné à l'atténuation et à l'adaptation) dans les pays à faible revenu d'Afrique subsaharienne (source : www.climatefundsupdate.org)





QU'EST-CE QUI N'A PAS FONCTIONNÉ ?

CRÉDIT PHOTO : MALAWI 2015/PNUD

Pour comprendre les difficultés qui ont empêché de nombreux services météorologiques et hydrologiques nationaux d'Afrique subsaharienne de mettre en œuvre des solutions durables pour les activités locales de prévision et de suivi météorologiques, il est essentiel de tirer les leçons du passé¹⁶. En examinant ces difficultés et les mesures prises pour les résoudre, les décideurs et les principales parties prenantes peuvent élaborer et exécuter un plan d'action conçu pour assurer la pérennité des investissements réalisés dans le secteur des services météorologiques et climatologiques. Il devient désormais urgent de trouver des solutions durables pour les activités locales de prévision et de suivi météorologiques se trouve à un point critique, car bon nombre des pays de la région sont extrêmement vulnérables au changement climatique. Ces nations doivent acquérir la capacité de produire des informations hydrométéorologiques locales fiables et en temps opportun pour les diffuser auprès des organismes publics, des entreprises du secteur privé et du grand public. Au minimum, deux services sont nécessaires : la mise en place d'alertes précoces pour protéger les vies et les moyens de subsistance contre les phénomènes météorologiques et hydrologiques dangereux à court terme, et le partage d'informations climatologiques pour appuyer les mesures d'adaptation qui doivent garantir la survie de ces pays sur le long terme. Dans cette section, l'étude de cas portant sur la situation en Ouganda donne un aperçu de la réalité vécue par de nombreux pays en développement. De même, les exemples tirés d'autres pays illustrent les conséquences pratiques de la défaillance des services de suivi météorologique et de l'absence d'alerte précoce en cas d'événements météorologiques, hydrologiques et climatiques à forts impacts : pertes en vies humaines, mise en péril des moyens de subsistance, diminution de la productivité et incapacité à réaliser les objectifs de développement économique sur le long terme.

VUE D'ENSEMBLE

Dans la région de l'Afrique subsaharienne, des millions de personnes – principalement des paysans et des pasteurs aux activités proches de l'agriculture de subsistance, mais aussi des habitants des zones urbaines — se trouvent dans un cercle vicieux de pauvreté au sein duquel l'accès aux informations météorologiques, hydrologiques et climatologiques (aussi appelées « informations hydrométéorologiques ») locales et d'actualité peut avoir une importance vitale. Les décisions capitales reposant sur ces informations deviennent de plus en plus difficiles à prendre à mesure que le changement climatique modifie les saisons et entraîne l'allongement des étés chauds, le raccourcissement des périodes de froid hivernal, la modification de la configuration des pluies susceptible d'entraîner une augmentation des sécheresses et des inondations, et le réchauffement des températures quotidiennes qui entraîne une hausse des températures extrêmes et des vagues de chaleur potentiellement mortelles. Des effets plus subtils vont aussi gagner en importance, comme le réchauffement de la saison hivernale, qui diminue la mortalité annuelle des insectes porteurs de maladie, et la hausse des températures à des altitudes plus élevées, qui favorise la prolifération de ces mêmes insectes. De tels changements se traduiront par une prolifération de maladies inconnues jusqu'ici chez l'homme, le bétail et les récoltes.

Mesurant l'importance des informations hydrométéorologiques, les donateurs internationaux ont soutenu la modernisation des services hydrométéorologiques dans les pays en développement en débloquent, depuis la moitié des années 1980 près d'un milliard de dollars US, dont la majorité a été versée depuis l'an 2000¹⁷.

Malgré quelques initiatives fructueuses¹⁸, les résultats restent médiocres dans un bon nombre de pays en développement. Malgré l'importance des investissements engagés au cours des trois dernières décennies, les résultats sont décourageants, particulièrement pour ce qui est de la pérennisation et de l'adaptation au changement

« LE RÉSEAU DE STATIONS HYDROMÉTÉOROLOGIQUES [EN AFRIQUE SUBSAHARIENNE] EST LIMITÉ ET VÉTUSTE, ET LES DONNÉES HYDROMÉTÉOROLOGIQUES SONT SOUVENT INCOMPLÈTES ET INEXACTES. LES STATIONS EXISTANTES SONT RÉGULIÈREMENT EN PANNE OU NE COMMUNIQUENT PAS AVEC LE RÉSEAU MÉTÉOROLOGIQUE MONDIAL ».

—BANQUE MONDIALE

climatique¹⁹. Dans nombre de cas, les organismes publics, les entreprises du secteur privé et le grand public n'ont toujours pas accès aux informations hydrométéorologiques locales pertinentes susceptibles d'éclairer leur prise de décisions. Les informations hydrométéorologiques localisées sont pourtant essentielles pour protéger des vies, préserver et améliorer les moyens de subsistance et renforcer la résilience locale et nationale. Le caractère pour le moins mitigé des résultats obtenus au cours de ces décennies impose d'examiner les situations sur le terrain pour déterminer les causes profondes de l'absence de résultats escomptés, apprécier les impacts à court et à long terme du manque de capacités locales et améliorer les approches pour faire en sorte que les prochaines actions produisent de meilleurs résultats. Ce besoin est d'autant plus pressant dans les pays les moins avancés (PMA), où se trouvent souvent les populations les plus pauvres et les plus vulnérables.

¹⁶ Ce rapport se base essentiellement sur les leçons tirées des expériences menées dans les 11 pays partenaires du Programme de renforcement de l'information climatique et d'un développement résilient en Afrique (CIRDA) du Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD). Malgré des réalités nationales variables et des différences entre les systèmes hydrométéorologiques, le travail du programme CIRDA a permis d'identifier des problèmes communs et de proposer des solutions pouvant être largement déployées dans les 11 pays partenaires, mais aussi dans d'autres nations de l'Afrique subsaharienne.

¹⁷ David Rogers et Vladimir Tsirkunov, « Weather and Climate Resilience: Effective Preparedness through National Meteorological and Hydrological Services », Washington, D.C., Banque mondiale, 2013 ; Lucy Hancock et Vladimir Tsirkunov, « The World Bank Portfolio Review (1996 to 2012) », mars 2013. Ce récapitulatif historique répertorie plus de 150 projets de la Banque mondiale incluant des composantes hydrométéorologiques.

¹⁸ Les projets mis en œuvre dans les pays à revenu intermédiaire comme le Mexique et la Russie semblent avoir produit les meilleurs résultats.

¹⁹ « De 1985 à 2011, la Banque mondiale a financé 132 projets visant à améliorer les systèmes hydrométéorologiques. Douze d'entre eux ont soutenu le processus de développement de systèmes hydrométéorologiques nationaux, pour un montant total de 380 millions de dollars. Environ 90 pour cent du financement de ces projets ont bénéficié à huit pays emprunteurs de la BIRD (Albanie, Brésil, Mexique, Pérou, Pologne, République dominicaine, Russie et Turquie), tandis que le reste a été versé à quatre pays et régions emprunteurs de l'Association internationale de développement (IDA) (Afghanistan, Asie centrale, Moldavie et Sri Lanka). Les 120 autres projets (dont 18 en Afrique subsaharienne et 5 dans la région du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord) sont venus appuyer des systèmes incomplets ou des besoins spécifiques, pour un coût d'au moins 917 millions de dollars. [...] Comme indiqué, l'Afrique subsaharienne mérite une attention particulière en raison de la médiocrité de ses systèmes hydrométéorologiques et de la forte variabilité de son climat. De 1990 à 2010, 24 projets de la Banque mondiale sur des systèmes hydrométéorologiques incomplets ont été approuvés, dont douze ont été menés à bien et évalués. [...] Parmi les 12 projets africains achevés, 4 seulement témoignaient d'un intérêt pour les activités de maintenance. Par ailleurs, seul le rapport d'autoévaluation du projet mené dans le bassin du fleuve Sénégal faisait état d'une probable viabilité ». Groupe d'évaluation indépendante (GEI), Banque mondiale, « Adapting to Climate Change: Assessing World Bank Group Experience », 2011, disponible sur : ieg.worldbankgroup.org/Data/reports/cc3_full_eval_0.pdf.

Les populations et les gouvernements des pays les moins avancés de la région subsaharienne ont conscience que le changement climatique constitue un sérieux obstacle pour l'économie nationale ainsi qu'une menace pour leur sécurité politique et sociale. Les problèmes sont attendus à court terme sous la forme d'un changement d'intensité, de fréquence et de localisation des phénomènes météorologiques et hydrologiques à fort impact, sévères et dangereux, mais aussi à long terme avec la modification de la configuration des pluies et des périodes de feu de friches, l'apparition ou le renforcement des maladies tropicales, etc. Malgré l'urgence, le modus operandi conventionnel n'inclut pas encore les services d'alerte précoce et d'information climatologique qui sont essentiels pour que les principales parties prenantes (c'est-à-dire, les agriculteurs, les communautés vulnérables et les décideurs) puissent comprendre et atténuer les risques hydrométéorologiques. La présente section tâche d'explorer les causes de l'absence de progrès sur ce front et de cerner les secteurs dans lesquels l'adoption d'une nouvelle approche des services météorologiques et climatologiques pourrait produire des résultats plus solides et plus pérennes.

Jusqu'à présent, la plupart des programmes d'assistance internationaux étaient majoritairement axés sur le déploiement des systèmes d'observation. La présente section s'intéresse à ces expériences et aux leçons qu'il est possible d'en tirer. Le premier indicateur de la santé d'un service météorologique et hydrologique national (SMHN) repose sur le nombre de ses **systèmes d'observation hydrométéorologiques synoptiques²⁰ et locaux qui sont pleinement opérationnels** et transmettent des données en temps réel. Les stations synoptiques fournissent les données météorologiques spatiotemporelles nécessaires pour interpréter l'évolution des conditions météorologiques à l'échelle continentale, régionale ou nationale sur des périodes allant de un à environ dix jours. Les stations locales, souvent bien plus nombreuses, fournissent les données spatiotemporelles nécessaires pour mieux traduire les situations météorologiques à microéchelle et mésoéchelle, afin de compléter et d'enrichir les données issues des observations synoptiques. En substance, les observations synoptiques fournissent une vue d'ensemble tandis que les observations locales s'attachent aux détails. Les données tirées des systèmes d'observation synoptiques et locales constituent des **intrants** essentiels pour tous les systèmes de prévision et de suivi météorologiques et hydrologiques. Elles sont à la base des services climatologiques régionaux. Les observations locales sont particulièrement utiles dans les zones présentant un terrain complexe et/ou de grandes agglomérations urbaines. Elles jouent un rôle essentiel dans

la préparation des alertes précoces concernant l'imminence d'événements météorologiques dangereux. Les données issues des observations réalisées par les stations synoptiques et parfois même par les stations locales, sont diffusées dans le monde entier par le biais du Système mondial de télécommunications (SMT) géré par l'Organisation météorologique mondiale.

Pour évaluer la capacité d'un SMHN, on examine ensuite ses **produits**, c'est-à-dire la quantité et **la valeur des produits et services hydrométéorologiques locaux**, plus précisément ceux qui ont un impact direct sur les décisions importantes prises par le gouvernement, les entreprises locales et les particuliers. L'évaluation d'un SMHN dépend de sa capacité à identifier la demande de ses utilisateurs et à les satisfaire, en leur fournissant les produits et services qui leur sont nécessaires. C'est un critère difficile à satisfaire en raison de la grande diversité des utilisateurs et de leurs besoins la section suivante examine la façon dont la disponibilité d'informations hydrométéorologiques exactes, fiables et fournies en temps opportun peut promouvoir un développement économique durable. La majorité des produits et services hydrométéorologiques fournis par les SMHN sont simples et récurrents (p. ex., les rapports et prévisions météorologiques sur trois jours établis quotidiennement), ce qui les rend faciles à produire à condition de disposer des compétences nécessaires et un réseau de diffusion efficace.

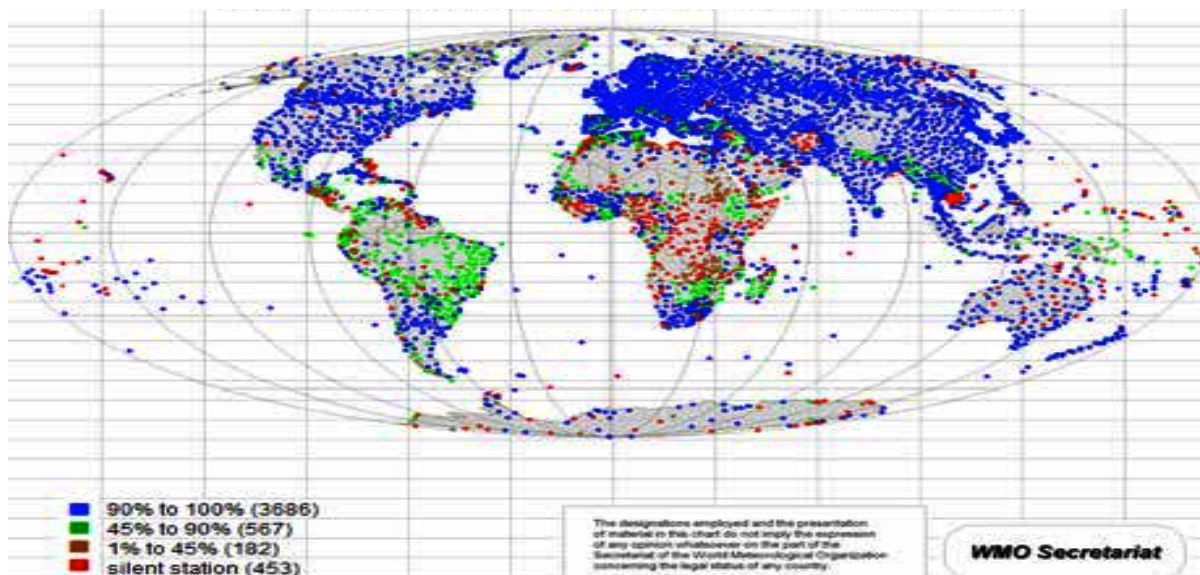
Le troisième indicateur d'évaluation de la capacité d'un SMHN est sa capacité à anticiper l'apparition de conditions météorologiques extrêmes, puis à les surveiller en temps réel et à émettre des alertes efficaces sur l'imminence de phénomènes dangereux tels que des orages violents et des crues soudaines. Cette tâche nécessite un centre de prévision bien synchronisé et capable d'associer les observations en temps réel aux données produites par les radars ou les systèmes de localisation de la foudre, aux données hydrologiques et aux images satellitaires pour repérer l'apparition des conditions météorologiques dangereuses, surveiller les phénomènes d'intensification et les déplacements caractéristiques des phénomènes météorologiques violents, réaliser en continu des prévisions immédiates sur l'évolution du danger et diffuser des alertes régionales en tenant compte du tracé des tempêtes. C'est une activité complexe dont la réalisation nécessite une formation continue spécialisée.

De même, le quatrième indicateur concerne **la valeur des produits d'information climatologique** qui sont élaborés et distribués efficacement aux diverses communautés d'utilisateurs, par exemple des informations saisonnières sur les dates de plantation et de récolte dans un secteur

²⁰ Les stations synoptiques sont construites et exploitées conformément aux directives détaillées qui sont définies par l'Organisation météorologique mondiale pour assurer une cohérence essentielle à l'intégration de diverses données issues de nombreuses sources diverses.

FIGURE 2.1

CARTE ÉTABLIE PAR L'OMM MONTRANT LA DISPONIBILITÉ DES RAPPORTS SYNOPTIQUES ÉMIS PAR LES STATIONS RSBR.



POUR LES DONNÉES ACTUALISÉES, VOIR LE SITE INTERNET À L'ADRESSE SUIVANTE : [HTTP://WWW.WMO.INT/PAGES/PROG/WWW/OIS/RBSN-RBCN/RBSN-RBCN-HOME.HTM](http://www.wmo.int/pages/prog/www/ois/rbsn-rbcn/rbsn-rbcn-home.htm)

déterminé, les périodes humides et les périodes sèches anticipées ainsi que les conditions de sol attendues (température et humidité en surface et en profondeur). Bon nombre de ces produits liés au climat nécessitent d'interpréter le modèle climatique résultant en tenant compte des échanges internationaux avec les centres situés aux États-Unis et en Europe. Il faut aussi savoir intégrer les prévisions portant sur des phénomènes planétaires tels que le phénomène d'oscillation climatique austral du Niño (ENSO), l'oscillation nord-atlantique (NAO), l'oscillation arctique (AO) et d'autres facteurs pour ensuite ajuster l'information au contexte local.

SYSTÈMES D'OBSERVATION HYDROMÉTÉOROLOGIQUES

Pour identifier les difficultés qui contribuent au cercle vicieux de la pauvreté tel que présenté dans l'introduction de cette publication, il importe de comprendre pourquoi les systèmes d'observation ne transmettent pas de données. Une étude menée en 2011 par le Groupe d'évaluation indépendante (GEI) de la Banque mondiale décrit la situation dans les termes suivants : « le manque d'investissement [dans les services hydrométéorologiques] est particulièrement visible en Afrique. Le réseau de stations hydrométéorologiques est

limité et vétuste, et les données hydrométéorologiques sont souvent incomplètes et inexactes. Les stations existantes sont régulièrement en panne ou ne communiquent pas avec le réseau météorologique mondial²¹ ».

La figure 2.1 fournie par l'OMM montre la répartition géographique mondiale des stations d'observation de surface à grande échelle (synoptiques) en octobre 2014. La majorité du continent africain affiche peu de stations de ce type ou dispose du plus grand nombre de stations ne transmettant aucune donnée. L'examen des relevés météorologiques historiques indique un déclin lent et progressif du nombre de stations d'observation synoptiques en Afrique au cours des 50 dernières années. Par exemple, en Angola, le nombre de stations hydrologiques est passé de plus de 150 stations opérationnelles avant l'indépendance et la guerre civile (1975–2002) à zéro en 2000.

Les causes de cette situation sont bien documentées. Bon nombre d'entre elles sont d'ordre politique et socioéconomique et dépassent largement l'influence directe des SMHN ; on peut citer notamment les conflits et les guerres civiles, le vandalisme et, plus récemment, les épidémies d'ampleur régionale. Toutes ces questions ont été minutieusement examinées par la communauté du développement et traitées dans la présente publication.

²¹ Après avoir examiné les mesures d'amélioration de ces systèmes mis en œuvre par la Banque mondiale, le rapport constate ce qui suit : « de 1990 à 2010, 24 projets de la Banque mondiale sur des systèmes hydrométéorologiques incomplets ont été approuvés, dont douze ont été menés à bien et évalués. [...] La question de la maintenance reste problématique. Parmi les 12 projets africains achevés, 4 seulement témoignaient d'un intérêt pour les activités de maintenance. Par ailleurs, seul le rapport d'autoévaluation du projet mené dans le bassin du fleuve Sénégal faisait état d'une probable viabilité » (Groupe d'évaluation indépendante de la Banque mondiale, 2011).

Toutefois, ces défis d'un niveau élevé, révèlent les conditions dans lesquelles les groupes de météorologistes, climatologistes, hydrologistes et techniciens des SMHN, malgré leur nombre réduit, accomplissent leur travail et militent pour l'adoption de solutions modernes pouvant répondre aux besoins de l'Afrique subsaharienne en termes de suivi et de transmission de données hydrométéorologiques²².

Parmi les difficultés auxquelles sont confrontés les SMHN et les organismes d'aide internationaux, outre l'insuffisance des capacités et des structures institutionnelles inadaptées, on peut également citer l'inadéquation du soutien financier local, le manque d'infrastructures techniques (tant au niveau du SMHN que dans son environnement) et le déficit en personnel formé et expérimenté²³. Les défis résultant de ces problèmes que rencontrent les SMHN sont particulièrement visible dans les pays les moins avancés, qui dépendent de l'aide internationale pour entretenir leurs réseaux d'observation et les services connexes. Dans ces pays, le soutien politique local, les ressources financières et les capacités internes sont insuffisantes pour que les SMHN puissent entretenir leurs systèmes d'observation ou utiliser efficacement les données issues de ces systèmes.

Un renforcement de la coordination entre les organismes internationaux serait également souhaitable. Souvent contraint de coopérer simultanément avec plusieurs organismes sur des programmes aux objectifs différents, le personnel des SMHN, déjà en sous-effectif, éprouve des difficultés à se conformer aux différentes normes, politiques et stratégies à mettre en œuvre. Bien souvent, la situation est d'autant plus compliquée que le soutien destiné aux services hydrométéorologiques n'est pas géré par les SMHN, mais par d'autres organismes nationaux comme les ministères chargés des secours d'urgence, de l'eau, des transports, des communications, de l'agriculture ou des finances.

Lorsque les projets et les initiatives se chevauchent, il devient difficile pour les SMHN de faire fonctionner ou d'entretenir des systèmes disparates, et encore plus d'en faire un ensemble cohérent qui puisse réellement fournir des informations hydrométéorologiques locales améliorées. A fur et à mesure que les systèmes se détériorent, commence un nouveau cycle de projets avec comme but principal les intrants, le renforcement des systèmes d'observation et la collecte de données.

Selon l'OMM, la fragmentation de la mise en œuvre et le manque de coordination limitent l'efficacité et l'efficacité des projets d'amélioration des services hydrométéorologiques.

« On observe actuellement une tendance à la fragmentation de la mise en œuvre des projets de développement, avec une faible coordination interne entre les programmes techniques/scientifiques et les bureaux régionaux, et peu d'activités de suivi de la mise en œuvre des projets à l'échelle organisationnelle. Compte tenu de l'absence d'encadrement institutionnalisé pour la gestion de projets en interne, il existe différents types de modèles de formulation de projet et les procédures liées au suivi, à l'établissement de rapports et à l'évaluation des projets sont quelque peu incohérentes. Pour combler ces lacunes, il est nécessaire de renforcer la coordination interne afin d'accroître l'efficacité et l'efficacité de la mise en œuvre des projets. Une telle amélioration apporterait une plus grande valeur ajoutée en associant les activités complémentaires au niveau régional²⁴ ».

Des améliorations significatives et concrètes des services hydrométéorologiques exigent d'intégrer les systèmes disparates dans les systèmes complets de suivi et de prévision.

Il est également impératif d'obtenir un soutien financier durable pour assurer l'exploitation et la maintenance des systèmes qui produisent et fournissent les produits et services hydrométéorologiques. Le dernier Congrès météorologique mondial a souligné l'importance d'assurer un financement adéquat pour garantir la pérennité des systèmes et des réseaux d'observation, notamment dans les pays en développement et les pays les moins avancés. Plus particulièrement,

« [le Congrès] a vivement recommandé aux donateurs et aux organismes de financement ayant adopté une démarche globale de prévoir dans leurs projets, outre les investissements initiaux consacrés à l'acquisition, l'installation, la maintenance et la

²² Vladimir Tsirkunov et Makoto Suwa, non daté, « WB/GFDRR Hydromet Program Towards effective partnerships in support of global hydromet services », programme hydrométéorologique du Dispositif mondial de réduction des effets des catastrophes et de relèvement, Banque mondiale (présentation PowerPoint, disponible sur : www.wmo.int/gfcs/sites/default/files/Makoto_Suwa_World%20Bank.pdf) et « GFDRR on Hydromet » (brochure, non datée)

²³ John Snow, « Non-Traditional Approaches to Weather Observations in Developing Countries », Société financière internationale (SFI), 2013 ; Rogers et Tsirkunov, 2013, « Weather and Climate Resilience », 2013. Dans cette publication, le terme « infrastructures techniques » désigne tout à la fois les outils courants, les pièces de rechange et l'équipement, les manuels d'utilisation, les services mécaniques et électroniques, ainsi que les services d'électricité et de télécommunications.

²⁴ Organisation météorologique mondiale (OMM), « Project Management Framework », réunion de planification informelle, Programme de coopération volontaire, Mexico, 6-7 mars 2012.

formation, des fonds opérationnels adéquats pour assurer un fonctionnement durable des systèmes d'observation et des activités d'appui pendant au moins dix ans. »²⁵

COMPRENDRE LES ENJEUX

Comme le montre plus en détail l'étude de cas sur l'Ouganda présentée plus loin dans cette section, les difficultés des SMHN sont souvent liées à des questions de technologie, de capacités et de politique. Les études de cas, l'étude de marché financée par le PNUD et les évaluations initiales des besoins des utilisateurs témoignent toutes de la volonté croissante de la communauté du développement et des gouvernements africains à résoudre ces difficultés, à renforcer les capacités réelles et à remplir les objectifs à long terme de réduction de la pauvreté, d'augmentation de la productivité et de renforcement de la résilience face au changement climatique.

Par le passé, diverses technologies hydrométéorologiques traditionnelles ayant fait leurs preuves dans les pays développés des latitudes tempérées ont été considérées comme des solutions « prêtes à l'emploi » pour résoudre un ensemble complexe de problèmes interdépendants²⁶. En Afrique subsaharienne, cette approche s'est bien souvent révélée inadaptée en raison du climat tropical (qui alterne une saison chaude, sèche et poussiéreuse et une saison chaude, pluvieuse et très humide), du manque d'infrastructures de base et/ou des coûts associés aux biens non durables, aux activités de maintenance et aux télécommunications, pour ne nommer que quelques-uns des problèmes les plus fréquents.

Toutefois, au cours de la dernière décennie sont apparues des technologies innovantes pouvant réduire les coûts d'investissement, simplifier les activités d'exploitation et de maintenance, et permettre d'améliorer la fiabilité, la ponctualité et la rapidité de transmission des données hydrométéorologiques destinées aux systèmes d'assimilation des bureaux des SMHN, à condition de s'inscrire dans le cadre d'une volonté de modernisation générale. Ces avancées technologiques apportent de nouvelles possibilités pour le déploiement de solutions de suivi, de prévision, d'alerte et de distribution de bout en bout, chose impossible quelques années auparavant. Cependant, la situation ne dépend pas uniquement d'une simple solution technologique, et la création de nouveaux partenariats et de nouvelles relations institutionnelles sera essentielle, comme cela est abordé dans les sections 5 et 6.



SI DES SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES RENTABLES ET APPROPRIÉES EXISTENT POUR LES OBSERVATIONS HYDROMÉTÉOROLOGIQUES SYNOPTIQUES ET LOCALES, LE DÉPLOIEMENT ET L'INTÉGRATION DE TOUTES LES COMPOSANTES DANS DES SYSTÈMES INTÉGRÉS DE SURVEILLANCE ET DE PRÉVISION PEUT ÊTRE DIFFICILE. CRÉDIT PHOTO : INCONNU

Défis technologiques

Bon nombre des difficultés auxquelles les SMHN sont confrontés découlent de l'utilisation d'équipements de suivi hydrométéorologique initialement conçus pour les pays développés. Comme expliqué en détail dans la section 4, la conception et les matériaux de ces équipements sont souvent inadaptés aux environnements arides et tropicaux de l'Afrique subsaharienne²⁷. De tels équipements s'avèrent dès lors difficiles, voire souvent impossibles, à maintenir.

Malheureusement, les SMHN bénéficient généralement de peu d'assistance techniques qui peuvent aider à la préparation du cahier de charges pour les appels d'offres et l'évaluation des propositions des soumissionnaires. Bien souvent, le personnel des SMHN doit utiliser la documentation des représentants commerciaux pour préparer les spécifications et jauger les propositions. Généralement, ces spécifications ne décrivent pas suffisamment les modalités d'intégration de l'équipement dans les systèmes opérationnels du SMHN ou les exigences en matière de formation du personnel du SMHN sur l'utilisation des données produites.

En outre, les équipements sont souvent achetés sans avoir tenu compte des coûts d'exploitation et de maintenance ou des coûts liés aux évolutions technologiques inéluctables qui

²⁵ Dix-septième Congrès météorologique mondial, Genève, 25 mai-12 juin 2015, OMM, n° 1157.

²⁶ « Les systèmes automatisés pourraient être une solution, mais l'expérience à cet égard n'est pas encourageante », Groupe d'évaluation indépendante de la Banque mondiale, p. 60. Cette conclusion s'appuie notamment sur un rapport publié par l'OMM en 2009. Comme indiqué plus bas, les technologies et les expériences pertinentes ont considérablement évolué depuis lors.

²⁷ Snow, « Non-Traditional Approaches to Weather Observations in Developing Countries »

nécessitent des mises à niveau régulières et une formation continue du personnel. Les infrastructures de base locales étant souvent limitées, presque tous les biens non durables et les pièces de rechange doivent être importés des pays développés. À cet égard, on peut notamment citer l'exemple des radars météorologiques qui présentent un grand intérêt pour les météorologistes, car ils permettent de couvrir des zones étendues, à la différence des mesures ponctuelles effectuées par les stations de surface synoptiques ou locales. Seulement, les radars météorologiques sont des systèmes électromécaniques très compliqués qui nécessitent un personnel de maintenance spécialisé et un approvisionnement continu en biens non durables, en outils spécialisés et en pièces de rechange. L'expérience montre qu'il est difficile de garder des radars météorologiques en état de fonctionnement dans la quasi-totalité de l'Afrique subsaharienne. En revanche, les systèmes de localisation de la foudre constituent parfois une alternative viable aux radars météorologiques pour le suivi de certains types de conditions météorologiques dangereuses. Cette question est abordée à la section 4.

À ces difficultés vient s'ajouter le fait que le processus d'achat des équipements ne tient pas compte de comment intégrer ces équipements de façon opérationnelle dans les activités SMHN. L'intégration de différentes plates-formes d'observation, d'équipements de télécommunication, d'ordinateurs dédiés au traitement des données, de systèmes

d'analyse et d'assimilation, de modèles numériques et de postes de travail de prévisionniste au sein d'un système de bout en bout constitue un défi technique persistant pour les SMHN. Pour le relever, il est nécessaire de recruter ou de former des techniciens spécialisés capables de mettre au point des solutions technologiques sur mesure qui soient compatibles avec tous les systèmes concernés et qui puissent fonctionner sans heurt pour permettre l'adjonction de nouveaux systèmes dans l'arsenal de technologies de l'information et de systèmes de suivi déjà en place. Cependant, l'importance d'une intégration minutieuse des systèmes est rarement reconnue.

« Par exemple, après les graves inondations de l'an 2000, le Mozambique avait reçu un important soutien de la part de l'Union européenne, de la Finlande, de l'Espagne et d'autres pays. Les fonds étaient notamment destinés à l'installation d'équipements modernes (plusieurs dizaines de stations météorologiques automatiques, un dispositif de télémesure hydrologique et deux radars Doppler) et aux besoins en formation y afférents. Quelques années après leur installation, ces instruments et systèmes onéreux étaient pourtant devenus inutilisables, principalement à cause d'un manque de maintenance de base (délaissement des instruments automatiques), d'un manque de ressources (manque du carburant nécessaire pour assurer l'alimentation électrique continue du radar Doppler), d'une conception inadéquate et d'actes de vandalisme ». (Rogers et Tsirkunov, p. 124.)



MÊME LORSQU'ILS ONT ÉTÉ CORRECTEMENT INSTALLÉS, LA SÉCURITÉ ET L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES DE SURVEILLANCE MÉTÉOROLOGIQUE ET CLIMATOLOGIQUE REPRÉSENTENT DES DÉFIS PERMANENTS, COMME L'ILLUSTRE CET ANÉMOMÈTRE ENDOMMAGÉ. CRÉDIT PHOTO : JOOST HOEDJES

Défis en termes de capacités

La formation et l'amélioration des compétences du personnel des SMHN est également un défi constant. Rarement disponible localement, la formation initiale et continue du personnel est onéreuse à la fois en temps et en argent. En plus des frais de formation et de déplacement, l'absence d'un employé en formation pèse sur ses collègues, déjà en sous-effectif. De plus, comme les compétences des météorologistes, des climatologistes et des techniciens leur permettent souvent d'obtenir facilement des postes mieux rémunérés dans le secteur privé local, ou dans un SMHN ou le secteur privé d'un autre pays, il est difficile de maintenir le personnel qualifié en poste. Toutes ces raisons n'encouragent pas les dirigeants des SMHN des pays les moins avancés à investir significativement dans la formation et le développement de leurs employés.

La situation comporte aussi une dimension humaine tout à fait compréhensible. Les nouveaux systèmes automatisés, les conflits politiques internes, les positions protectionnistes (tant sur la propriété des données que sur la répartition des responsabilités) et le manque de motivations pour le changement sont autant d'obstacles qui limitent la volonté des dirigeants et même des cadres supérieurs à renoncer au statu quo. Les expériences menées dans des pays à revenu intermédiaire comme le Brésil ou les Philippines (voir la section 7) montrent qu'il est généralement crucial de prêter une attention particulière aux changements culturels qui s'opèrent inévitablement dans les SMHN lors de l'introduction de systèmes automatisés de suivi et de prévision incluant des mesures de sensibilisation et de pérennisation associant des partenaires du secteur privé.

Défis politiques

L'incapacité des SMHN à traiter correctement ces problèmes entraîne la faible qualité des services, ayant pour conséquences la perte de crédibilité et souvent une baisse progressive de soutien de la part du politique (et partant financier) pour les SMHN. Des lors, les coupes budgétaires empêchent les SMHN de conserver leurs employés qualifiés et d'assurer la maintenance de leurs équipements technologiques ; la faible qualité des informations diffusées qui en résulte entache alors la réputation du personnel et de l'institution elle-même. Certains SMHN se contentent donc de proposer une gamme très limitée de produits principalement destinés aux organismes publics, au risque de devenir pratiquement invisibles pour les autres organismes gouvernementaux et de perdre toute pertinence aux yeux du grand public.



UN PLUVIOMÈTRE ENDOMMAGÉ EN OUGANDA. CRÉDIT PHOTO : JOOST HOEDJES

Les rivalités intestines et les problèmes de confiance doivent aussi être pris en compte. Des difficultés liées à la peur du changement viennent s'ajouter au manque d'appui budgétaire et de ressources humaines qualifiées, surtout lorsque le secteur privé fournit ou soutient des services traditionnellement assurés par les autorités publiques, qui peuvent naturellement redouter de devenir obsolètes. Les organismes qui ne sont pas habitués à travailler pour le grand public peuvent aussi considérer que ce changement déprécie leur rôle de prestataires d'informations spécialisées.

Les enjeux propres à l'obtention de financements durables, de soutien politique et de structures institutionnelles favorables à l'amélioration des informations (et de leur échange) sont décrits de façon plus approfondie dans les sections suivantes. L'étude de cas sur l'Ouganda, quant à elle, démontre bien comment ces défis sont traités à l'échelle nationale.

AMÉLIORATION DES PRÉVISIONS CLIMATIQUES POUR UNE PRÉVISIONS PLUS EFFICACE DES RISQUES INFRASTRUCTURELS

Raffaello Cervigni

Le changement climatique constitue une menace importante pour les infrastructures africaines : le rendement des centrales hydroélectriques est compromis, les systèmes de transport endommagés et la pérennité des principaux investissements sont mis en péril.

Un nouveau rapport publié par la Banque mondiale intitulé « Enhancing the Climate Resilience of Africa's Infrastructure » (Améliorer la résilience climatique de l'infrastructure africaine) examine les impacts du changement climatique sur les plans d'expansion de l'hydroélectricité, de l'irrigation et de l'électricité en Afrique. Ce rapport montre qu'il est possible d'améliorer les perspectives de croissance économique du continent en intégrant pleinement les modèles de changement climatique dans la planification des projets d'infrastructure.

Sans une amélioration des infrastructures, le développement ne peut pas avoir lieu. Au cours des 10 dernières années, la majorité des pays africains ont enregistré une croissance économique continue supérieure à 5 pour cent. Pour soutenir cette croissance et construire des systèmes résilients, l'Afrique doit développer ses infrastructures. De tels investissements à long terme peuvent améliorer les systèmes de production ruraux et urbains, augmenter la production d'énergies renouvelables et contribuer à la concrétisation des objectifs du développement global.

D'après les estimations, le continent africain a exploité moins de 10 pour cent de son potentiel hydroélectrique, soit le pourcentage le plus faible au monde. Le Diagnostic des infrastructures nationales en Afrique (AICD) réalisé en 2010 recommande de prévoir 93 milliards de dollars d'investissements infrastructurels par an au cours de la prochaine décennie afin de combler le déficit infrastructurel du continent. La majeure partie de ces investissements servirait à construire des infrastructures à longue durée de vie (barrages, centrales électriques et canaux d'irrigation) qui sont vulnérables aux changements climatiques.

L'Afrique peut atténuer les risques qui la menacent en assurant la planification, la construction et la protection d'infrastructures climatiquement rationnelles, conçues pour soutenir la croissance à long terme et s'adapter aux conditions climatiques changeantes.

Les différents scénarios envisageables en matière de changement climatique devraient fortement affecter la productivité à long terme, les coûts de maintenance et la viabilité des principaux investissements infrastructurels, particulièrement dans le secteur hydroélectrique. Les projections climatiques la région subsaharienne indiquent que la température devrait augmenter de 1 à 2 degrés d'ici 2050. Toutefois, les prévisions liées aux précipitations varient fortement selon les zones géographiques et les périodes, et semblent indiquer qu'un climat futur plus humide ou plus sec est envisageable.

Si le scénario d'un climat plus sec se confirmait, l'incapacité à intégrer le changement climatique dans la planification et la conception des infrastructures hydroélectriques pourrait entraîner une perte de revenus de l'ordre de 5 à 60 pour cent. Le coût de l'énergie pour le consommateur serait alors multiplié par trois. Dans le cas de la survenue d'un climat plus humide, les pertes atteindraient 15 à 130 pour cent de la valeur de référence.

Par conséquent, les décideurs africains sont confrontés à un dilemme climatique complexe. Si l'Afrique est appelée à devenir plus humide, il est sensé investir dans le renforcement des capacités hydroélectriques. Si le continent évolue vers un climat plus sec, la diversification des activités devient plus judicieuse.

Comment faire alors pour anticiper et planifier le changement climatique de façon à protéger les grands investissements infrastructurels ? Il s'agit d'équilibrer les risques et de prendre des décisions en connaissance de cause, basées sur de meilleures données. Quatre étapes clés sont proposées pour parvenir à une prise de décisions plus éclairée :

- **Préparer des directives techniques sur l'intégration du changement climatique dans la planification et la conception des infrastructures** dans les secteurs sensibles au climat comme ceux de l'énergie et de l'eau.
- **Promouvoir les référentiels de connaissances en données ouvertes dans le domaine du développement des infrastructures résilientes face au changement climatique.** Afin de réduire les coûts d'analyse nécessaires à la prise en compte des considérations climatiques dans le développement des infrastructures, il est nécessaire d'établir des sources de données communes (sur les scénarios climatiques, les coûts de construction standards, etc.) qui seraient gérées par les institutions africaines et mises à la disposition des entités industrielles/commerciales et du grand public via des plateformes ouvertes.
- **Lancer des programmes de formation à l'intention des professionnels spécialisés dans le secteur des infrastructures résilientes face au changement climatique.** Pour assurer le renforcement des compétences techniques susceptibles d'améliorer la résilience climatique des infrastructures, un ou plusieurs programmes de formation pourraient être proposés aux professionnels impliqués dans la planification, la conception et l'exploitation des infrastructures tenant compte du changement climatique.

Les outils d'analyse et les données hydrométéorologiques fiables, localisées et cohérentes montrent que les impacts potentiels sont des composants essentiels dans la prise de décisions car ils permettent aux responsables de trancher ce dilemme et d'investir de façon rationnelle. Une meilleure prise en compte de la variabilité climatique actuelle et future dans les activités de planification de projets renforcerait grandement la pérennité et l'efficacité des infrastructures en réduisant les risques, en éclairant les décisions climatiques et en s'assurant que les approches ciblées sont adaptées aux contextes locaux.

RAFFAELLO CERVIGNI Cervigni est un économiste de l'environnement réputé, affecté à la région Afrique au sein de la Banque mondiale. Titulaire d'une maîtrise ès lettres (MA) de l'Université d'Oxford et d'un doctorat (PhD) en économie de l'University College London, il mène depuis près de 20 ans des travaux de recherche sur des programmes, des projets et des études portant sur divers secteurs. Le contenu de cette section est adapté de l'ouvrage suivant : Cervigni, Raffaello, Rikard Liden, James E. Neumann et Kenneth M. Strzepak, « Enhancing the Climate Resilience of Africa's Infrastructure: The Power and Water Sectors » (Washington, D.C., Banque mondiale, 2015), disponible sur : hdl.handle.net/10986/21875.

L'EXEMPLE OUGANDAIS

Une étude approfondie²⁸ sur les services météorologiques ougandais a été réalisée en 2013. Le rapport publié sous le titre « A Modernization Plan for Uganda's Meteorological Services » (Un plan de modernisation pour les services météorologiques en Ouganda) inclut une série de recommandations émises par l'Agence des États-Unis pour le développement international (United States Trade and Development Agency, USTDA).

Le gouvernement ougandais prend actuellement des mesures pour résoudre les problèmes décrits dans le rapport (voir le profil de pays actualisé en page 124). Cela étant, les conclusions du rapport soulignent le manque de soutien financier et politique qui empêche l'Autorité météorologique nationale ougandaise (Uganda National Meteorological Authority, UNMA)²⁹ d'atteindre ses objectifs. Le rapport présente les possibilités et les moyens existants qui pourraient propulser l'ambitieuse entreprise de modernisation des services hydrométéorologiques ougandais à court et à long terme. En répertoriant les moyens existants, en identifiant les obstacles et en jetant un regard critique sur le passé, le gouvernement ougandais réalise déjà un grand pas vers la réhabilitation de ses infrastructures de prévision et de suivi hydrométéorologiques ainsi que vers la formulation de solutions durables qui utilisent les nouvelles informations hydrométéorologiques pour améliorer les moyens de subsistance des communautés les plus pauvres et les plus vulnérables du pays.

La feuille de route établie dans les recommandations du rapport permettra à l'UNMA d'améliorer les échanges, les prévisions et les alertes météorologiques et hydrologiques, ainsi que les aperçus climatologiques saisonniers et interannuels. Elle pourra ainsi fournir des services utiles aux agriculteurs exposés aux risques, aux entreprises, aux banques, aux assureurs et au grand public tout en remplissant ses obligations à l'égard des organismes internationaux tels que l'Organisation météorologique mondiale et l'Organisation de l'aviation civile internationale.

Alors que les pays de l'Afrique subsaharienne s'attachent à créer des solutions hydrométéorologiques sur mesure pour le suivi et la diffusion des données (comme le montre la section des profils de pays à la fin de cette publication), l'exemple ougandais fournit quelques leçons générales qui peuvent aider à reproduire les meilleures pratiques et éviter les défis persistants à l'échelle du continent.

« LE SYSTÈME MÉTÉOROLOGIQUE OUGANDAIS NE RÉPOND PAS DE FAÇON SATISFAISANTE AUX BESOINS DES CITOYENS EN MATIÈRE D'ACCÈS AUX DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES ET CLIMATOLOGIQUES ANTÉRIEURES, AUX CONDITIONS ET RISQUES ACTUELS, AINSI QU'À DES PRÉVISIONS DÉTAILLÉES ET EXACTES SUR L'ÉVOLUTION DES CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES ».

– A MODERNIZATION PLAN FOR UGANDA'S METEOROLOGICAL SERVICES (MDA, 2013)

Les défis persistants depuis 2012

Comme indiqué dans le plan de modernisation, l'Ouganda présente depuis 2012 plusieurs défis opérationnels dont certains sont détaillés ci-dessous. Bon nombre de ces problèmes ont déjà été traités par le gouvernement ougandais avec le soutien du programme CIRDA. Cela étant, ce document unique préparé par un auditeur indépendant dresse un portrait éloquent des défis persistants auxquels sont exposés les SMHN.

- **Le système météorologique ougandais ne répond pas de façon satisfaisante aux besoins des citoyens** en matière d'accès aux données météorologiques et climatologiques antérieures, aux conditions et risques actuels, ainsi qu'à des prévisions détaillées et précises sur l'évolution des conditions météorologiques.
- **Bon nombre d'ougandais se sont habitués à cette situation et doutent de pouvoir un jour obtenir des prévisions météorologiques exactes.** La résolution spatiale grossière des prévisions (émises pour certaines villes et non disponibles par région), la diffusion de prévisions uniquement au jour le jour dans une région où le climat est marqué par des phénomènes de convection à

²⁸ Cette étude financée par l'Agence des États-Unis pour le développement international (USTDA) a été réalisée en 2013 par MDA Information Systems.

²⁹ Fondée en 2012, l'UNMA est une institution gouvernementale semi-autonome issue de l'ancien Département de météorologie ougandais.



L'AMÉLIORATION DES PRÉVISIONS HYDROMÉTÉOROLOGIQUES PEUT AIDER LES PETITS AGRICULTEURS À RÉDUIRE LES RISQUES ET À ACCROÎTRE LE RENDEMENT DES RÉCOLTES, TANDIS QUE LES SYSTÈMES D'ALERTE PRÉCOCE SONT ESSENTIELS POUR PROTÉGER LES VIES HUMAINES.

évolution rapide, et la faible fréquence (trois fois par an) des prévisions (saisonnnières) à longue échéance n'incitent pas le grand public à faire confiance à la qualité des prévisions du service météorologique national. Les prévisions publiques sont diffusées une fois par jour dans quatre villes.

- **Le pays ne possède pas de réseau de détection de la foudre ni de radar météorologique en état de fonctionnement**, alors que ces instruments sont essentiels pour identifier et prévoir les activités orageuses.
- **Les travaux essentiels d'entretien et de maintenance préventive des capteurs et autres équipements météorologiques font défaut.** Les pièces de rechange et les fournitures sont souvent indisponibles. Par conséquent, de nombreux systèmes d'observation sont inopérants ou présentent des défaillances liées au manque d'exactitude et à la faible fréquence des mesures.
- **Les membres du personnel au siège et sur le terrain possèdent les compétences techniques élémentaires requises et manifestent leur volonté de remplir leurs responsabilités**, mais ils souffrent de l'inadéquation des équipements et des installations, ainsi que du manque de formation avancée et continue.

- **En manquant à ses responsabilités à l'égard de l'Organisation de l'aviation civile internationale**, l'Ouganda compromet la sécurité, la fiabilité et l'efficacité des opérations aériennes internationales et nationales.
- **Le sous-financement chronique des budgets de fonctionnement** est à l'origine de la plupart des problèmes répertoriés ci-dessus.

Une feuille de route vers la modernisation

L'un des principaux objectifs de la modernisation des services hydrométéorologiques en Ouganda a déjà été rempli avec la création de l'UNMA en 2012. Grâce au renforcement du cadre institutionnel, l'UNMA progresse actuellement vers la modernisation et la transformation des systèmes hydrométéorologiques du pays³⁰.

Le programme d'adaptation national du gouvernement ougandais inclut des plans visant à protéger les objectifs de développement contre les effets du changement climatique au moyen de mesures d'adaptation et de gestion des risques. Par ailleurs, en réponse à une invitation du gouvernement ougandais, la capitale du pays Kampala a accueilli en 2015 l'atelier du Programme de renforcement de l'information climatique et d'un développement résilient en Afrique (CIRDA). Cet atelier devait examiner les possibilités de modernisation des services météorologiques et climatologiques, ainsi que les opportunités de coopération avec le secteur privé³¹.

Le plan de modernisation tel que présenté dans le rapport de modernisation, décrit de nombreuses opportunités relevant du leadership, de la technologie et du renforcement des capacités. L'une des plus grandes forces du pays demeure sa population et le rapport a souligné que le personnel est qualifié pour les tâches mais qu'il souffre de l'inadéquation des équipements, de la vétusté des installations et du manque de formation continue et professionnelle. L'absence de perspectives de promotion pour les employés du Centre météorologique national (National Meteorological Centre, NMC) est également problématique. Le paragraphe suivant reproduit quelques exemples de recommandations formulées dans le rapport pour les cinq prochaines années.

³⁰ Selon le rapport MDA, pour remplir plus efficacement sa mission, le Service météorologique [ougandais] se doit d'élargir ses services et de moderniser ses technologies d'observation, de prévision et d'alerte météorologiques. La réorganisation du Service météorologique sous la forme de l'Autorité météorologique nationale ougandaise (UNMA) devrait y contribuer, notamment avec l'augmentation des fonds dédiés aux investissements en capital, aux activités de maintenance et à la formation du personnel.

³¹ Le programme et les documents relatifs à l'atelier sont disponibles sur : www.undp-alm.org/projects/cirda/meetings-and-workshops.

Leadership

- À la différence des stations de radio qui diffusent les prévisions préparées par le NMC, la presse écrite et la télévision considèrent que la transmission des informations météorologiques à destination du grand public ne fait pas partie des attentes de celui-ci. Ils estiment également que ce service relève du Service météorologique national (Department of Meteorology, DoM), et qu'ils devraient recevoir une rétribution en échange de la communication de ces informations. Ces considérations limitent la quantité d'informations diffusées, car le Service météorologique national ne possède pas les fonds nécessaires pour financer des insertions dans les journaux ou du temps d'antenne.
- Les bureaux de l'intérieur du pays devraient être modernisés de façon à pouvoir fonctionner 24 h/24 et assurer un environnement stable pour leur personnel et leur équipement.

Technologie

- L'installation de connexions Internet haut débit fiables dans toutes les infrastructures de l'UNMA permettrait d'assurer une transmission rapide des données et des images météorologiques à tout le personnel de l'UNMA.
- Un système de détection de la foudre couvrant au moins un rayon de 200 km autour de l'ancienne capitale Entebbe devrait être acquis dès que possible. D'ici à 2014, ce système devrait couvrir l'intégralité du territoire national. (Voir page 53 pour en savoir plus sur ce programme.³²)
- Avec l'installation de cinq nouvelles stations météorologiques automatiques et de plusieurs capteurs scientifiques destinés aux observations synoptiques, ainsi que la mise à niveau des 23 stations météorologiques automatiques existantes, le pays possèdera un réseau de taille intermédiaire devant finalement inclure 50 sites.

Capacités

- L'école nationale de formation en météorologie devrait être incluse dans UNMA; elle devrait développer un programme de formation continue à l'attention du personnel de l'agence. Le programme devrait étudier la possibilité de formations à distance, des sessions de formation de recyclage périodiques avec des formateurs invités des services météorologique avancés. Elle devrait permettre également des formations diplômantes de niveau avancé³³.
- Le programme de gestion de la comptabilité et de l'inventaire devrait être amélioré de sorte à tenir à jour les états de tous les équipements de l'UNMA.



LES CALENDRIERS DE PLANTATION ET DE RÉCOLTE VARIENT FORTEMENT SELON LE DÉBUT ET LA FIN DE LA SAISON DES PLUIES ET DE LA SAISON SÈCHE. AFIN D'OPTIMISER SON RENDEMENT, LE SECTEUR AGRICOLE A BESOIN DE MEILLEURS INDICATEURS POUR CHOISIR LES BONNES DATES DE PLANTATION ET DE RÉCOLTE. LA DISPONIBILITÉ DES PRÉVISIONS DE QUALITÉ SUR LE DÉBUT ET LA DURÉE DE LA SAISON DES PLUIES PERMET DE MIEUX DÉTERMINER CES DATES. DE MÊME, LES PRÉVISIONS RELATIVES AUX PÉRIODES SÈCHES SONT IMPORTANTES, CAR CELLES-CI PEUVENT LIMITER LE RENDEMENT ET LA GESTION DES RÉCOLTES. DURANT LA SAISON SÈCHE, LES VAGUES DE CHALEUR ET LE RALENTISSEMENT DE LA CROISSANCE DES PÂTURAGES CONSTITUENT AUSSI UN PROBLÈME IMPORTANT POUR LES ÉLEVEURS DE BÉTAIL, PARTICULIÈREMENT DANS LE CENTRE DE L'OUGANDA. (RAPPORT MDA). AFRICA924/SHUTTERSTOCK.COM

Analyse coûts-avantages

Comme on le verra dans les sections suivantes, les investissements destinés à la modernisation des services hydrométéorologiques nationaux apportent de nombreux avantages. Selon le plan de modernisation de l'Ouganda, la feuille de route vers la modernisation coûterait environ 32 millions de dollars US, dont la plupart des investissements initiaux seraient fournis par les donateurs multilatéraux et les institutions financières internationales.

Le rendement économique attendu est très élevé, avec un ratio coût-avantages estimé entre cinq et dix fois³⁴.

« Même avec un rapport de 1 à 5, cela reste un ratio coût-avantages élevé qui démontre que les investissements destinés à la préparation aux phénomènes météorologiques, hydrologiques

³² Pour en savoir plus sur la démonstration du système de détection de la foudre qui est en cours d'installation en Ouganda, voir le site Internet à l'adresse suivante : www.earthnetworks.com/all-africa-early-warning-system-update/

³³ En 2015, l'élaboration et la mise en œuvre d'un programme de formation respectant ces recommandations étaient en cours d'étude.

³⁴ Selon le rapport MDA précise qu'en plus de satisfaire les critères en matière de santé publique, de sécurité et de protection sociale, tout investissement public doit démontrer sa capacité à fournir un rendement économique. La question est de savoir si les dépenses en capital et en charges opérationnelles nécessaires pour le programme de modernisation sont justifiées. L'Organisation météorologique mondiale a examiné cette question en réalisant une analyse coût-avantages qui a montré un ratio compris entre cinq et dix fois.



SELON LA BANQUE MONDIALE, LES INVESTISSEMENTS CONSENTIS CES TROIS DERNIÈRES DÉCENNIES DANS LE DOMAINE DE LA SURVEILLANCE ET DES PRÉVISIONS HYDROMÉTÉOROLOGIQUES ONT EU UNE RENTABILITÉ LIMITÉE. ALORS QUE LES SOLUTIONS HYDROMÉTÉOROLOGIQUES DE POINTE PEUVENT AVOIR DES EFFETS SUR LA VIE QUOTIDIENNE, RÉDUIRE LES RISQUES ET RENFORCER LA RÉSILIANCE, DES DIFFICULTÉS PERSISTANTES ONT EMPÊCHÉ LEUR ADOPTION ET LEUR MISE EN ŒUVRE, ET DE FAIT LIMITÉ LA PORTÉE ET L'EFFICACITÉ DES INVESTISSEMENTS RÉALISÉS PAR LES PAYS POUR DÉVELOPPER DES SYSTÈMES D'ALERTE PRÉCOCE ET D'INFORMATION CLIMATIQUE.

et climatiques évitent de devoir débloquer des montants bien supérieurs en cas de catastrophe. [...] Les investissements dans les services météorologiques fournis par l'UNMA dans le cadre de la mise en œuvre du programme de modernisation renforcent la valeur des divers secteurs de l'économie ougandaise ainsi que de la structure sociale du pays, particulièrement en raison de sa sensibilité aux impacts météorologiques et climatiques »³⁵. (Pour en savoir plus sur les avantages économiques potentiels, voir section 3.)
– Rapport MDA

Les sources futures de revenus pourraient limiter la dépendance à l'égard des financements internationaux, mais il sera nécessaire de s'appuyer sur un soutien politique et un capital social à l'échelle nationale pour mettre en avant l'importance de systèmes météorologiques de qualité et de moyens de prévision modernes. Pour cela, l'UNMA doit renforcer sa crédibilité et son rôle en tant que source de prévisions et d'alertes de qualité, ainsi que d'aperçus climatologiques utiles. Pour en savoir plus sur la valorisation de l'information météorologique, voir page 86.

Conclusion

Malgré l'ampleur des difficultés, les pays de la région subsaharienne prennent conscience du caractère réel des risques climatiques à court et à long terme ainsi que de la responsabilité des gouvernements africains à donner l'impulsion nécessaire à la mise en place de solutions socioéconomiques qui s'adaptent à cette nouvelle réalité changeante. Pour atteindre ce niveau de résilience, il est essentiel de disposer de systèmes d'observation météorologiques et climatologiques pour appuyer les systèmes modernes qui fournissent les informations météorologiques et climatologiques. Malheureusement, dans la majorité du continent africain, ces systèmes sont désuets et bien souvent inutilisables, ce qui empêche les décideurs politiques, les acteurs du développement économique et le grand public de comprendre les phénomènes qui se produisent dans leur environnement. Toutefois, tous reconnaissent de plus en plus⁴ que l'amélioration des informations météorologiques et climatologiques peut protéger des vies humaines, préserver les moyens de subsistance et renforcer la productivité nationale dans un monde en mutation.

³⁵ Le secteur agricole ougandais emploie 80 pour cent de la population et représente 20 pour cent du PIB national. La foudre, la grêle, les pluies intermittentes, les sécheresses et les inondations ont un impact sur la productivité agricole et les moyens de subsistance des communautés les plus vulnérables du pays. Chaque année, environ 50 personnes meurent frappées par la foudre en Ouganda et des milliers de personnes perdent la vie sous l'effet des vents violents sur le lac Victoria (d'après des rapports de la BBC, voir page 26).

⁴ Voir la section 4 pour en savoir plus sur la perte de productivité et les autres risques liés au mauvais temps.

LE RÉSEAU DES CENTRES AFRICAINS POUR LA Foudre ET L'ÉLECTROMAGNÉTISME

Mary Ann Cooper et Richard Tushemereirwe

LE RÉSEAU DES CENTRES AFRICAINS POUR LA Foudre ET ÉLECTROMAGNÉTISME (ACLENET) EST UN RÉSEAU PANAFRICAIN DÉDIÉ À LA RÉDUCTION DU NOMBRE DE DÉCÈS, DE BLESSURES ET DE DÉGÂTS MATÉRIELS CAUSÉS PAR LA Foudre.

LE DÉFI

La cartographie des impacts de foudre à l'échelle mondiale établie à partir de données satellitaires montre qu'une grande partie du continent africain possède les plus fortes densités d'activité orageuse au monde. En 1998, lors du premier coup de foudre majeur signalé en Afrique, un orage a tué 11 joueurs d'une même équipe de football dans la province du Kasai-Oriental en République démocratique du Congo³⁶. Un acte de sorcellerie avait été évoqué et les conditions exactes de l'accident n'ont pu être déterminées, car des troubles civils avaient rendu la zone inaccessible.

D'autres accidents plus récents montrent que la foudre continue de menacer les habitants du continent africain. En 2011, un seul coup de foudre a causé la mort de 18 écoliers et l'hospitalisation d'au moins 38 autres. (Voir page 35 pour plus de détails sur le coût du mauvais temps.)

C'est dans le but de gérer cette menace qu'a été créé le réseau ACLENet. Afin de traiter les différents aspects des risques liés à la foudre, ses activités sont réparties entre quatre grandes catégories : la détection, la protection, la réponse, et la recherche et la formation. L'organisation a déjà initié des mesures pour aborder chacune de ces catégories et prévoit d'en mener d'autres encore.

ACTIVITÉS

- 1. Organisation** — Les centres nationaux se situent dans toute l'Afrique où ils traitent les besoins locaux de façon à répondre aux objectifs généraux définis par l'organisation du réseau, dont le siège se trouve à la Business School de l'Université Makerere (MUBS) à Kampala, en Ouganda. Officiellement fondé en août 2015 à l'occasion du deuxième symposium d'ACLENet tenu à Lusaka, en Zambie, le premier centre national, ACLE-Zambie, se trouve au sein de l'Institut de formation en services aériens de Zambie (Zambia Air Services Training Institute, ZASTI). D'autres centres nationaux sont en cours de création au Malawi, au Zimbabwe et au Bénin. D'autres pays étudient également la possibilité de créer leur propre centre national.
- 2. Réponse** — Les centres nationaux collaborent avec les bureaux météorologiques nationaux et d'autres organismes afin de mettre en place des Systèmes d'alerte précoce (SAP) aux conditions météorologiques extrêmes pour les populations les plus exposées aux risques. Les données de détection de la foudre constituent alors des données indirectes pour détecter d'autres conditions météorologiques extrêmes. Conjointement avec quatre autres organisations

(Earth Networks, l'observatoire hydrométéorologique transafricain TAHMO, Human Network International et Climate Change Adaptation Innovation), ACLENet a reçu l'une des huit premières subventions du Partenariat mondial pour la résilience (GRP) pour créer un Système d'alerte précoce aux conditions météorologiques extrêmes durable au profit des communautés vulnérables en Ouganda.

- 3. Détection** — En coopérant avec les gouvernements nationaux et des sociétés internationales spécialisées dans la détection de la foudre, le réseau ACLENet soutient le transfert de technologies et l'intégration de nouvelles technologies en Afrique. ACLENet a appuyé le déploiement par Earth Network de capteurs de foudre dans les États de la Communauté d'Afrique de l'Est situés autour du lac Victoria (le Burundi, le Kenya, le Rwanda, la Tanzanie et l'Ouganda). Dans cette région, environ 5 000 personnes meurent chaque année en raison des conditions météorologiques capricieuses (voir page 26).
- 4. Recherche et formation** — L'organisation s'efforce de comprendre les aspects culturels qui peuvent contribuer à modifier les coutumes et les comportements locaux de façon à atténuer les effets de la foudre. En février 2015, elle a obtenu une subvention du réseau Resilient African Network (RAN) — un programme financé par l'USAID — pour mener une enquête auprès des communautés de pêcheurs du lac Victoria où les SAP aux conditions météorologiques extrêmes mis en place précédemment n'ont pas rempli leur mission³⁷. L'étude a servi à recueillir les données de référence pour le processus de candidature à la subvention du Partenariat mondial pour la résilience (GRP).
- 5. Protection** — Le réseau ACLE s'efforce de réduire le nombre de décès en protégeant les écoles. En effet, plus de la moitié des blessures et décès liés à la foudre relayés par les médias africains touchent des écoliers. Lancé en octobre 2014, le projet « Lightning Kills—Save a Life in Africa » (La foudre tue—Sauver une vie en Afrique) a procédé à l'installation de systèmes de protection contre la foudre dans les écoles les plus vulnérables en Afrique. Pour réduire les dommages causés par la foudre, il faut avant tout coopérer avec les écoles, favoriser la prise de conscience et mettre en avant les notions de sécurité et de contrôle. Cette approche sera ensuite transmise par les écoliers à leurs familles, ce qui entraînera progressivement une diminution du nombre de décès et de blessures.

DR MARY ANN COOPER est professeure émérite de médecine d'urgence à l'Université de l'Illinois à Chicago et une experte internationalement reconnue comme faisant autorité en matière de blessures provoquées par la foudre et de prévention des accidents.

RICHARD TUSHEMERIRWE est le principal conseiller du président de la République d'Ouganda sur les questions relatives aux sciences et technologies. Il est également chercheur dans le domaine de la résilience face aux catastrophes et aux phénomènes climatiques à l'École de santé publique (School of Public Health) de l'Université Makerere. Pour en savoir plus, consultez le site Internet à l'adresse suivante : www.ACLENet.org

³⁶ Rubrique Monde, Afrique, « Lightning kills football team », BBC News, 28 octobre 1998.

³⁷ La tentative de création d'un système de suivi hydrométéorologique panafricain a vu le jour en 2008 lorsque Kofi Annan et le Forum humanitaire mondial ont lancé l'initiative Weather Info For All (Info Météo Pour Tous) qui devait installer 5 000 stations météorologiques automatiques sur le continent par le biais de partenariats public-privé avec les sociétés de télécommunication.

LE MAUVAIS TEMPS FAIT DES RAVAGES EN AFRIQUE

Les conditions météorologiques sont parfois dangereuses et destructrices, particulièrement en Afrique subsaharienne où les systèmes de suivi et de prévision susceptibles de produire des alertes crédibles sont rares. Bien souvent, l'absence d'alertes et le manque de connaissances sur la conduite à tenir en cas de mauvais temps entraînent des pertes en vies humaines et la destruction des moyens de subsistance. À l'échelle des villages, ce sont principalement les conditions locales (vents violents, foudre et crues soudaines) qui provoquent des décès et des dégâts. À l'échelle nationale ou régionale, les déplacements de population, les décès, la famine et l'instabilité politique sont généralement causés par les inondations prolongées (qui peuvent durer des jours ou des semaines, voire des mois), les sécheresses (qui peuvent durer d'une saison à une décennie, voire plus longtemps) et la propagation des maladies transmises par les moustiques.

« Avec des alertes météorologiques locales appropriées, la plupart de ces catastrophes auraient pu être évitées. Malheureusement, les seules données disponibles sont des images satellitaires de mauvaise résolution et les canaux de diffusion des alertes sont limités. La majorité de la population rurale africaine n'a donc d'autre choix que d'observer le ciel pour déterminer les conditions météorologiques à venir », indique John Snow, conseiller technique au sein du programme CIRDA et ancien doyen émérite de la Faculté des sciences atmosphériques et géographiques de l'Université d'Oklahoma.

La foudre

La foudre constitue probablement le principal danger météorologique pour les habitants des villages ruraux de l'Afrique tropicale. Située dans la bande d'orages tropicaux qui encercle le globe terrestre, et qu'on appelle la zone de convergence intertropicale (ZCIT), cette région est celle qui reçoit le plus d'impacts de foudre au monde. La mauvaise conception des bâtiments et le manque général de connaissances sur la conduite à tenir en cas d'orage ne font qu'accroître les risques.

Par exemple, en Tanzanie, les saisons des pluies sont marquées par des orages fréquents, particulièrement dans la région nord-ouest du pays. En avril 2015, la foudre y a tué un enseignant et 6 élèves et blessé 15 autres. La même année, un éclair a provoqué la mort de 5 personnes dans une église de la région de Geita et d'un enseignant et 6 élèves dans une école de la région de Kigoma. Au Kenya, en 2015, un élève a été tué et 51 autres blessés alors qu'ils cherchaient à s'abriter de l'orage dans une école. Chaque année, l'Afrique du Sud déplore à elle seule environ 260 décès causés par la foudre.

D'une manière générale, le nombre de décès causés chaque année par la foudre en Afrique se rapproche des chiffres observés dans le monde développé il y a plus d'une centaine d'années. Les États-Unis, par exemple, enregistraient alors près de 400 décès par an. Dans ce même pays, la révolution des communications qui a commencé au milieu du XIXe siècle avec l'expansion interrégionale des télégraphes puis des téléphones a favorisé l'apparition et la généralisation des services météorologiques nationaux ainsi que leur capacité à diffuser des alertes efficaces. Parallèlement, les populations ont commencé à se concentrer dans les zones urbaines où elles pouvaient plus facilement recevoir des alertes et des conseils sur les mesures de protection, en plus d'avoir accès à des bâtiments plus résistants à la foudre. L'amélioration des communications et l'augmentation de l'urbanisation ont abaissé le nombre de décès causés par la foudre aux États-Unis à 30 cas par année.

Comme si la situation actuelle n'était pas assez difficile, le nombre d'accidents causés par la foudre à travers le monde pourrait augmenter avec la modification des conditions météorologiques causée par la hausse démographique et le changement climatique. Certains scientifiques avancent le chiffre de 10 pour cent de hausse de l'activité orageuse pour chaque degré d'augmentation de la température de base³⁷. Il faut s'attendre à une hausse similaire du nombre d'accidents causés par la foudre, à moins que les alertes précoces, les abris et d'autres mesures de protection se répandent.

Les programmes comme les Centres africains pour le foudroiement et l'électromagnétisme (ACLE) installent des paratonnerres dans les écoles et organisent des actions de sensibilisation telles que la campagne « Lightning Kills: Save a Life in Africa », qui œuvre pour installer des abris contre la foudre dans les écoles à un coût d'environ 4 000 dollars par abri³⁸.

Les pêcheurs en danger

D'après un reportage effectué par CNN sur les rivages du lac Victoria³⁹, le manque d'informations fiables sur les orages éprouve fortement les communautés vulnérables qui vivent au bord du lac, et environ 5 000 personnes meurent chaque année à cause des conditions météorologiques changeantes et du manque d'informations et de moyens. Les accidents sont si nombreux que certains considèrent aujourd'hui ce lac comme étant le plus dangereux au monde⁴⁰.

En 2013, Sam Kabonge, un pêcheur qui vit sur l'île Bugala, située sur le lac Victoria, décrivait la situation à CNN en ces termes : « parfois, l'eau est calme lorsque nous quittons le débarcadère, puis quand nous sommes au milieu du lac, les conditions se durcissent. La pluie, les vents, les nuages arrivent. Vous pouvez imaginer la suite... Nos embarcations ne sont pas assez solides pour résister à la force des vagues. Certaines se brisent, d'autres chavirent »⁴¹.

Plusieurs projets ont été mis en place dans la région du lac pour réduire les décès liés au mauvais temps, notamment un programme pilote dans le cadre duquel les locaux reçoivent sur leur téléphone portable des messages individualisés qui leur indiquent les prévisions quotidiennes, les alertes et les précautions à prendre. Toutefois, la réussite de ces initiatives est limitée par l'incohérence du suivi, le manque de systèmes de suivi, de prévision et d'alerte de bout en bout exacts et opérationnels, et l'absence d'un appui durable.

³⁷ Colin Price., d'après l'article de Navin Khadka intitulé « Are lightning Deaths Increasing », BBC, 14 mars 2014, disponible sur : www.bbc.com/news/science-environment-26554974.

³⁸ Pour en savoir plus, voir le site Internet à l'adresse suivante : aclenet.org/lightning-kills-save-a-life-in-africa/ et Williams, J., « Project launched to reduce lightning deaths in Africa, targets schools », Washington Post, 26 mars 2015.

³⁹ Des risques semblables existent sur les autres grands lacs d'Afrique de l'Est où l'on déplore des pertes en vies humaines équivalentes chaque année.

⁴⁰ Errol Barnett, « Lethal weather on world's most dangerous lake », CNN, 17 janvier 2013

⁴¹ Ibid.

Vue d'ensemble

Selon les régions, les effets du changement climatique anthropique peuvent avoir des impacts positifs et négatifs sur la vie et les moyens de subsistance des populations. Il reste toutefois difficile d'assurer le développement économique et l'adaptation sur le long terme, car il faudrait pour cela pouvoir déterminer quand et où surviendront les bonnes et les mauvaises conséquences.

Le changement climatique peut avoir des effets positifs dans certaines régions de l'Afrique, par exemple lorsqu'il entraîne une hausse des précipitations dans des zones préalablement frappées par la sécheresse. Dans d'autres régions en revanche, des crues causent le déplacement de dizaines de milliers de personnes. Selon des évaluations récemment effectuées par l'Organisation des Nations Unies, l'Afrique dans son ensemble est menacée par l'augmentation de la fréquence, de l'intensité et de l'étendue spatiale et temporelle des vagues de chaleur, des inondations et des sécheresses, car ces phénomènes risquent d'entraîner une augmentation des mauvaises récoltes, une aggravation des pénuries d'eau et un renforcement de la propagation de certaines maladies.

Par exemple, dans les années 1970 et 1980, plus de 100 000 personnes ont succombé dans le Sahel à une famine causée par plus d'une décennie de saisons des pluies manquées ayant entraîné une sécheresse prolongée et une famine persistante. Depuis le milieu des années 1980, la pluviosité moyenne s'est partiellement rétablie dans la région. La cause de ce « verdissement » du Sahel divise les climatologues. Certains soulignent que les averses actuelles moins fréquentes mais plus intenses sont aussi moins prévisibles et ont entraîné des crues récurrentes ces dernières années. Pour ces scientifiques, les changements de température à la surface de la mer contribuent au verdissement du Sahel⁴². D'autres considèrent que le réchauffement constant de l'atmosphère mondiale (qui résulte de l'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère) est la principale cause du verdissement du Sahel. Ils soulignent que ce réchauffement a été observé pour la première fois à la fin des années 1970 et au début des années 1980. Selon les scientifiques du Centre national des sciences atmosphériques de l'Université de Reading en Angleterre⁴³, environ 75 pour cent de ce surcroît de précipitations peut être attribué au réchauffement lié à l'augmentation des gaz à effet de serre. Au bout du compte, c'est l'imprévisibilité générale des situations locales qui menace les agriculteurs. À la fin de l'année 2015, le retour d'une sécheresse importante en Éthiopie a été causé par un épisode El Niño de forte intensité. (Le phénomène El Niño désigne le réchauffement des températures de surface de l'océan Pacifique qui peut causer des pluies diluviennes dans certaines régions du monde et des sécheresses dans d'autres.) Suite à cela, 8,2 millions de personnes ont eu besoin d'une aide alimentaire d'urgence, d'après l'Organisation des Nations Unies.

Sur le plan macroéconomique et politique mondial, les changements de conditions météorologiques qui se produisent à l'échelle continentale ou régionale sur une période de un ou deux ans causent des pertes en vies humaines, mais aussi des effets négatifs sur les niveaux de production régionaux. De tels changements peuvent ainsi grandement retarder la réalisation des objectifs nationaux de développement durable. Dans une étude conjointe, l'Organisation météorologique mondiale et le Centre de recherche sur l'épidémiologie des catastrophes ont observé que « de 1970 à 2012, 1 319 catastrophes météorologiques signalées en Afrique ont fait 698 380 victimes et entraîné des pertes se chiffrant à 26,6 milliards de dollars ». Malgré la prédominance des crues parmi toutes les catastrophes (61 %), ce sont les sécheresses qui ont été les plus meurtrières. Les graves sécheresses qui ont frappé l'Éthiopie en 1975 puis



LES TEMPÊTES QUI ONT FRAPPÉ LE MALAWI ONT ENDOMMAGÉ LES INFRASTRUCTURES DE PRODUCTION ET DÉPLACÉ DES CENTAINES DE MILLIERS DE PERSONNES.

le Mozambique et le Soudan de 1983 à 1984 ont causé la majorité des décès. Les tempêtes et les crues, en revanche, sont à l'origine des pertes économiques les plus importantes (79 %)⁴⁴.

En effet, les crues menacent la sécurité alimentaire et diminuent la production. Sur le plan humain, elles ont également causé en 2015 des centaines de décès ainsi que le déplacement de milliers de personnes à Madagascar, au Malawi et au Mozambique. Les inondations qui ont frappé le Malawi en janvier 2015 ont fait quelque 276 victimes et causé le déplacement de 230 000 personnes. Elles ont aussi fait ressurgir les spectres des maladies et de la malnutrition, parfois de la famine, et il a fallu puiser dans les fonds des donateurs et des ressources nationales pour y parer.

Selon l'UNICEF, environ 47 pour cent des enfants du Malawi souffrent déjà de retards de croissance. Dans un contexte marqué par le passage de la moitié du pays en zone sinistrée, la destruction des récoltes de maïs, les pertes en bétail et l'anéantissement des villages, il devient extrêmement difficile de s'assurer que les enfants ont suffisamment à manger ou peuvent poursuivre leur scolarité.

Au Mozambique, pays voisin, les crues causées par la même tempête ont touché environ 160 000 personnes et détruit des habitations et des écoles. À Madagascar, quelque 74 personnes sont mortes et 20 000 ont été déplacées.

D'autres phénomènes microclimatiques ont un impact récurrent sur la productivité, tels que les vents Mwera sur le lac Malawi. En juin 2014, une douzaine de pêcheurs ont perdu la vie sur le lac lorsque les vents violents ont fait chavirer leurs pirogues.

⁴² Alessandra Giannini, « Hydrology: Climate change comes to the Sahel », *Nature Climate Change* 5 (juillet 2015) ; voir aussi la discussion disponible sur : iri.columbia.edu/news/climate-change-is-greening-the-sahel-not-so-fast/

⁴³ D'après l'article de Jennifer Newton, « Climate change is HELPING Africa because greenhouse gases are bringing rain to areas that have suffered drought for decades », *Daily Mail*, 1er juin 2015, disponible sur : www.dailymail.co.uk/news/article-3105940/Climate-change-bringing-rain-Africa-30-years-Live-Aid-tried-help-end-famine.html#ixzz3eC9vmq2L.

⁴⁴ OMM, « Atlas of Mortality and Economic Losses from Weather, Climate and Water Extremes (1970-2012) », 11 juillet 2014, disponible sur : library.wmo.int/opac/index.php?lvl=notice_display&id=16279#VZ05fldrVBh.

LE PROGRAMME CIRDA D'UN COUP D'ŒIL

CRÉER DES LIENS ENTRE LES IDÉES, LES TALENTS
ET LES TECHNOLOGIES

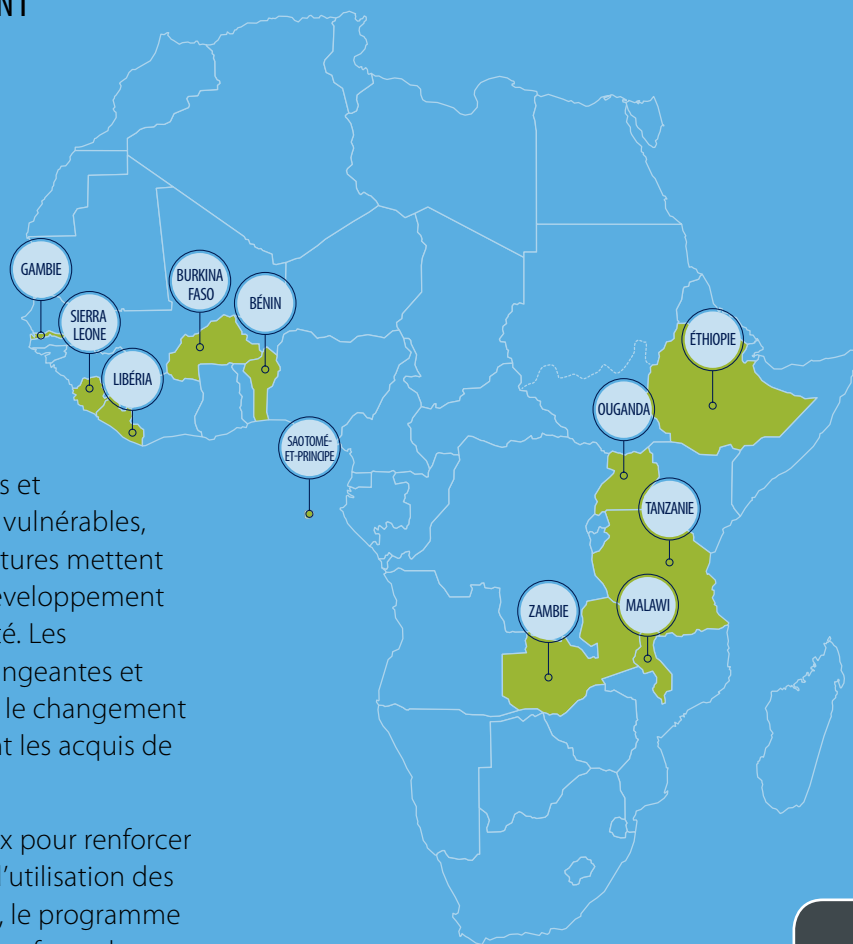
Le Programme de renforcement de l'information climatique et d'un développement résilient en Afrique (CIRDA) crée des liens entre les idées, les humains et les technologies pour renforcer la résilience face au changement climatique dans 11 des pays les moins avancés d'Afrique.

**LES FRONTIÈRES ET LES APPELLATIONS
INDIQUÉES SUR LA CARTE N'IMPLIQUENT
NI RECONNAISSANCE NI ACCEPTATION
OFFICIELLE DE LA PART DE
L'ORGANISATION DES NATIONS UNIES.**

Afin d'assurer la résilience du continent africain face au changement climatique, ses pays et leurs habitants doivent pouvoir avoir accès, à tout moment, à des informations hydrométéorologiques exactes fournies en temps opportun et recevoir des alertes en cas de menace météorologique. Les chocs météorologiques et climatiques qui touchent les communautés vulnérables, l'économie, les écosystèmes et les infrastructures mettent en péril la concrétisation des objectifs de développement et des stratégies d'atténuation de la pauvreté. Les conditions météorologiques mauvaises, changeantes et imprévisibles provoquées ou renforcées par le changement climatique peuvent anéantir très rapidement les acquis de développement.

En s'associant aux gouvernements nationaux pour renforcer les capacités de production, de partage et d'utilisation des informations hydrométéorologiques locales, le programme CIRDA entend protéger des vies humaines, renforcer la résilience et relancer la productivité.

LA CARTE DU PROGRAMME CIRDA



CIRDA

IDÉES

- **Mettre les technologies au service des personnes** pour renforcer les capacités et la résilience dans un objectif d'adaptation au changement climatique en Afrique.
- **Recourir aux partenariats public-privé** pour entretenir les systèmes de suivi hydrométéorologique, garantir l'assurance qualité et le contrôle qualité, aider les prévisionnistes régionaux, nationaux et locaux à garder le contact avec les utilisateurs et soutenir la diffusion des alertes précoces sur les phénomènes météorologiques qui présentent un fort impact, et qui évoluent et se déplacent rapidement.
- **Intégrer l'objectif de durabilité** dès le départ.
- **Écouter, réfléchir et poser des questions.**
- **Agir sur les vies humaines et les moyens de subsistance**, augmenter la productivité et renforcer la résilience.
- **Diffuser les connaissances** dans tous les pays du Sud pour faire progresser les échanges sur les informations climatiques, les systèmes d'alerte précoce, la résilience et l'adaptation.

PERSONNES

- **Permettre aux communautés vulnérables**, aux populations rurales pauvres (particulièrement les agriculteurs et les pasteurs aux activités proches de l'agriculture de subsistance) **et aux décideurs politiques nationaux et régionaux** de consulter et d'utiliser des informations hydrométéorologiques fiables, fournies en temps opportun afin d'éclairer leurs décisions sur les mesures à prendre face aux événements météorologiques à fort impact (à court terme) et aux changements climatiques (à long terme).
- **Solliciter les décideurs et les experts** pour créer des systèmes de gestion intégrée applicables aux conditions hydrométéorologiques (météorologiques, hydrologiques et climatiques).
- **Orienter les politiques à long terme** qui soutiennent l'adaptation au changement climatique.
- **Renforcer les capacités et la résilience** à tous les niveaux au moyen de la formation, de l'éducation et du développement professionnel ; fournir des mesures incitatives pour appuyer la formation continue et la rétention du personnel.

TECHNOLOGIES

- **Exploiter les technologies de pointe** dans la mesure du possible pour obtenir des systèmes de suivi et de prévision hydrométéorologiques de bout en bout innovants, fiables, à faible coût et faciles à entretenir.
- **Mettre en commun les technologies**, les systèmes de collecte de données et les mécanismes de diffusion de l'information entre les 11 pays africains concernés.
- **Cerner et déployer les solutions de nouvelle génération**, notamment les stations météorologiques automatiques tout-en-un, le traitement et l'archivage des données sur le cloud, les systèmes de détection avancée de la foudre, les solutions utilisant les données et l'intégration des antennes-relais de téléphonie mobile.

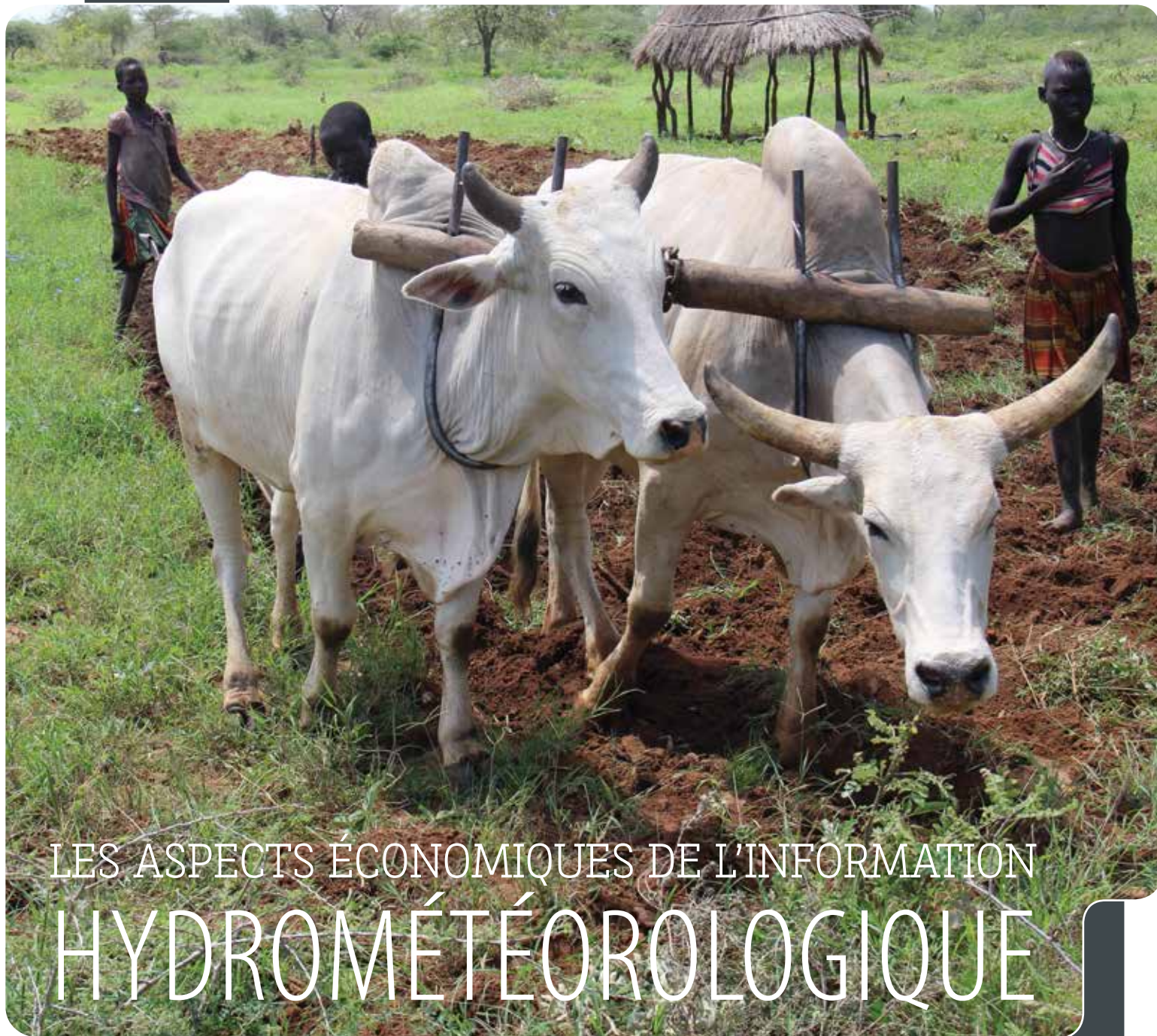
FINANCEMENT

50 MILLIONS DE DOLLARS US (FONDS POUR LES PAYS LES MOINS AVANCÉS DU FONDS POUR L'ENVIRONNEMENT MONDIAL)

04 MILLIONS DE DOLLARS US EN ASSISTANCE MULTILATÉRALE (PNUD)

www.undp-alm.org/projects/cirda





LES ASPECTS ÉCONOMIQUES DE L'INFORMATION HYDROMÉTÉOROLOGIQUE

CRÉDIT PHOTO : SOLOMON MANGENI

Cette section s'intéresse aux aspects économiques de l'information et des services hydrométéorologiques. Une telle information suppose des dépenses importantes : la mise en place et le soutien des systèmes hydrométéorologiques de bout en bout, ainsi que la formation et la rétention du personnel nécessaire à leur fonctionnement et à leur maintenance requièrent des investissements permanents. Mais le retour sur ces investissements est important et se traduit par une meilleure prise de décisions. Un processus décisionnel éclairé en matière d'adaptation au changement climatique repose sur une information hydrométéorologique précise et fournie en temps opportun. La mise à disposition de l'information hydrométéorologique constitue une étape importante sur la voie de la réalisation des Objectifs de développement durable et de l'autonomisation des pays les moins avancés d'Afrique subsaharienne. En effet, elle leur permet de continuer à œuvrer pour la réduction de la pauvreté, pour la sécurité alimentaire et pour la pérennisation du développement économique et social. L'information hydrométéorologique permet d'envisager une augmentation de la productivité, la protection de la vie humaine et le renforcement de la résilience, afin de contribuer à stabiliser les marchés volatils et les environnements sociopolitiques instables.

UNE INFORMATION HYDROMÉTÉOROLOGIQUE LOCALISÉE, PRÉCISE ET FOURNIE EN TEMPS OPPORTUN ASSURE LA PROMOTION ET LA DURABILITÉ DU DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE

Les innovations en matière de technologies et d'approches de bout en bout décrites dans la section suivante peuvent ouvrir la voie à une information hydrométéorologique de grande ampleur qui pourrait s'avérer très rentable pour les populations, les économies et les gouvernements des pays en développement, si elles étaient correctement mises en œuvre. La concrétisation de ces bénéfices passe par la collecte, le traitement et l'analyse des données relatives au temps, à l'eau et au climat afin de créer et de proposer une information hydrométéorologique précise, cohérente, crédible et exploitable directement dans le cadre de processus décisionnels. Le large éventail d'utilisateurs potentiels suggère que la mise à disposition d'une information hydrométéorologique de qualité est susceptible de multiplier les retombées positives.

De nombreux pays en développement sont en proie à des perturbations (fortes tempêtes, sécheresses, crues). Ainsi, la mise à disposition de services d'alerte précoce a été l'un des moteurs de l'amélioration des services hydrométéorologiques, permettant aux agences gouvernementales, au secteur privé et aux individus de réagir de manière proactive. En outre, les petits exploitants agricoles représentent un pourcentage important de la population dans de nombreux pays en développement. Une information hydrométéorologique quotidienne, saisonnière et annuelle adaptée aux besoins de ces agriculteurs réduit les risques et augmente la production. Les systèmes modernes d'hydrométéorologie nationale disposent de systèmes de bout en bout destinés à la au suivi, à l'analyse et à la prévision précise du temps et peuvent ainsi subvenir à ces besoins (et à bien d'autres) de deux manières : d'une part, en sauvant des vies et en réduisant les dépenses liées à l'aide aux victimes de catastrophes et à la reconstruction ; d'autre part, en améliorant le quotidien d'une large proportion de la population et le dynamisme des économies nationales.

⁴⁵ David Rogers et Vladimir Tsirkunov, « Weather and Climate Resilience: Effective Preparedness through National Meteorological and Hydrological Services », (Washington, D.C. : Banque mondiale, 2013)

⁴⁶ « Natural Hazard, Unnatural disasters », (Washington, D.C. : Banque mondiale, 2010), p.118

⁴⁷ Le super typhon Haiyan pourrait avoir tué jusqu'à 10 000 personnes dans le centre des Philippines. Le mois dernier, la côte Est de l'Inde a été frappée par une tempête de force équivalente : le cyclone Phailin, dont on estimait qu'il serait dévastateur en termes de morts et de dégâts. Or, ce ne fut pas le cas. Environ 50 personnes ont péri et, si près de 250 000 logements et plus de 860 000 hectares de terres arables ont été détruits, les dégâts se sont limités à 150 millions USD. Pourtant, en 1999, la même région a été confrontée à un cyclone qui a fait plus de 10 000 victimes et l'équivalent de 4,5 millions USD de dégâts. », Nilanjana Bhowmick, « How India Prevented Catastrophe When It Was Hit by a Massive Storm Last Month », TIME, 12 novembre 2013, world.time.com/2013/11/12/how-india-prevented-catastrophe-when-it-was-hit-by-a-massive-storm-last-month/.

« LA MISE À NIVEAU DE L'ENSEMBLE DE LA PRODUCTION DE L'INFORMATION HYDROMÉTÉOROLOGIQUE ET DE LA CAPACITÉ D'ÉMISSION D'ALERTE PRÉCOCES DANS LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT POURRAIT, CHAQUE ANNÉE, SAUVER EN MOYENNE 23 000 VIES ET PERMETTRE DE DÉGAGER ENTRE 3 ET 30 MILLIARDS DE DOLLARS US DE BÉNÉFICES SUPPLÉMENTAIRES EN LIEN AVEC LA RÉDUCTION DES CATASTROPHES ».

—ROGERS ET TSIRKUNOV, 2013⁴⁵

De nombreux exemples provenant de pays développés ou en développement mettent en avant le retour sur investissement nécessaire à la mise en place et au maintien d'un système d'information hydrométéorologique efficace.

« Selon une estimation prudente, la mise à niveau de l'ensemble de la production de l'information hydrométéorologique et de la capacité d'émission d'alertes précoces dans les pays en développement pourrait, chaque année, sauver en moyenne 23 000 vies et permettre de dégager entre 3 et 30 milliards de dollars US de bénéfices supplémentaires en lien avec la réduction des catastrophes »⁴⁶.

Le Bangladesh et Cuba, deux pays subissant régulièrement le passage de cyclones tropicaux, ont considérablement réduit le nombre de décès d'origine climatique. Ces dernières années, l'Inde et les Philippines ont été frappées par des typhons de force similaire, mais grâce en partie aux mesures de prévention mises en œuvre, seules 50 personnes environ sont décédées en Inde, alors que le bilan se compte en milliers de morts aux Philippines⁴⁷

(pour toute information sur le système constitué de 1 000 stations météorologiques automatiques mis en place aux Philippines, voir p. 93). Parmi les exemples, on peut citer celui du Mozambique qui illustre parfaitement le fait que les dépenses en faveur de la prévention sont bien plus faibles que celles liées à l'aide aux victimes de catastrophes. En 2000, le pays a effectué une demande de dons de 2,7 millions de dollars US pour se préparer à l'imminence des crues, mais n'a reçu que la moitié de cette somme. Quand les crues ont déferlé, les donateurs ont offert plus de 100 millions de dollars US d'aide aux victimes et se sont engagés à verser 450 millions de dollars supplémentaires pour le redressement et la reconstruction. Selon le PNUD,

« au cours de la dernière décennie, près d'un million de personnes ont trouvé la mort lors d'une catastrophe et plus de 1 000 milliards de dollars US ont été perdus. Pourtant, seul 1 pour cent de l'aide internationale est alloué à la réduction de l'incidence de ces catastrophes. Chaque dollar investi dans la préparation aux catastrophes permet d'économiser sept dollars en réponse à la catastrophe. »

La réduction de l'incidence des catastrophes naturelles est un argument de taille en faveur des systèmes d'alerte précoce en cas d'événements hydrométéorologiques extrêmes. Sur un plan économique plus large, les bénéfices de l'investissement public dans les services hydrométéorologiques de qualité n'ont pas été illustrés de manière aussi concrète, mais sont malgré tout significatifs et peuvent recevoir un soutien politique de différentes sources. Dans les pays disposant de services hydrométéorologiques de qualité, cette valeur va presque de soi. Par exemple un rapport publié par le Département du Commerce des États-Unis sur la valeur des données gouvernementales met en avant une enquête publique dont les résultats révélaient qu'une écrasante majorité de la population mentionne les prévisions météorologiques plusieurs fois par jour et que la valeur totale de ces données dépasse 31 milliards de dollars US par an, soit plus de six fois le montant des dépenses publiques et privées permettant de générer ces informations. Dans les pays en développement ne disposant pas de services hydrométéorologiques de qualité, on estime que cette valeur se traduit par un ensemble d'occasions manquées couplée à une inefficacité économique, ce qui représente une entrave au développement. Selon un récent rapport de l'OMM, presque toutes les variables météorologiques et hydrologiques revêtent une importance particulière pour un certain secteur, qui se répercute sur le service météorologique ou hydrologique y afférent, qu'il s'agisse de statistiques ou d'analyses à long terme (pour la conception de barrages, de ponts ou d'édifices), d'informations sur les conditions actuelles (concernant la gestion du trafic

aérien, la sélection des pistes d'atterrissage ou les grèves du personnel au sol) ou des prévisions sur les conditions futures, sur des périodes allant de quelques minutes à quelques mois, voire des années ou des décennies (pour les récoltes, la planification de l'approvisionnement en électricité ou la préparation aux sécheresses).

Les études économiques consacrées aux dépenses et aux bénéfices liés aux services météorologiques peuvent être complexes et onéreuses. À ce jour, le nombre d'études similaires réalisées dans les pays en développement demeure relativement faible⁴⁸. La section 2 présente un exemple récent concernant l'Ouganda.

Le secteur agricole est sans doute le secteur qui a fait l'objet du plus grand nombre d'études, plus précisément en ce qui concerne les petites exploitations agricoles qui représentent une part importante du marché de l'emploi et qui participent le plus à l'activité économique de nombreux pays d'Afrique. D'après une étude récente menée par le Forum économique mondial, les agriculteurs peuvent, grâce aux assurances, investir dans des intrants agricoles offrant un rendement plus élevé sans craindre la faillite dans le cas d'une sécheresse. Selon les estimations, cela leur permet d'augmenter leurs revenus de 200 à 300 pour cent par demi-hectare. Pour la plupart des agriculteurs des pays en développement, c'est cela qui détermine s'ils sont au-dessus ou en dessous du seuil de pauvreté.

En général, les assurances proposées, telles que les assurances récolte indicelles par culture, comprennent des primes de risque. Ainsi, si l'agriculteur décidait de cultiver des produits hautement vulnérables, le montant des primes à verser à l'assurance serait plus élevé. Cette prime variable pourrait aider les agriculteurs à mieux identifier les produits à cultiver en fonction des conditions climatiques et pourrait susciter une modification des comportements (pour en savoir plus sur les assurances agricoles, voir p. 78). La sécurité et la productivité de nombreux autres secteurs reposent également sur une information hydrométéorologique de qualité. La figure 3.1 présente une vue d'ensemble.

La capacité de générer des recettes en cas de paiement des frais de service est une caractéristique importante de certains de ces secteurs. Cela apparaît comme une évidence si des informations adaptées à des besoins particuliers sont mises à disposition de grandes entreprises, comme les compagnies aériennes, les exploitations minières, les entreprises de transport ou les banques. Ces informations peuvent être d'une grande valeur. Un rapport de l'OMM fournit plusieurs exemples à cet égard :

- La valeur incrémentielle des prévisions cycloniques s'est élevée à **8,1 millions de dollars** par an pour les producteurs de pétrole et de gaz dans le golfe du Mexique,

⁴⁸ L'OMM met à disposition sur son site Internet des conseils et des exemples d'études des coûts et bénéfices économiques et sociaux des services météorologiques : www.wmo.int/pages/prog/amp/pwsp/SocioEconomicMainPage.htm.

Figure 3.1 Les principaux avantages qualitatifs des services offerts par les SMHN.



ce qui correspond aux dépenses et à la perte inutile de temps de forage ainsi évitées. Cette valeur est bien plus faible que celle que pourraient produire des investissements en faveur de l'amélioration de la précision des prévisions, mais demeure néanmoins bien plus élevée que le budget du National Hurricane Center (Centre national des ouragans)⁵⁰.

- Le recours à des services météorologiques par le secteur des transports en Suisse permettrait au gouvernement de réduire ses dépenses de **56,1 millions à 60,1 millions de dollars US**.
- Les économies de carburant réalisées par Qantas Airways grâce à l'utilisation de prévisions d'aérodrome (TAF), qui permettaient à la compagnie aérienne australienne de transporter du carburant de rechange uniquement quand

les prévisions météorologiques le justifiaient, lui ont permis de dégager un bénéfice de **19 millions à 30 millions de dollars US** par an⁵¹.

À l'heure actuelle, les lois en vigueur dans de nombreux pays en développement limitent ou interdisent même de tels dispositifs, mais la section 5 s'intéresse à certains précédents et modèles possibles pour la mise en œuvre de cette approche.

Un soutien politique accru est un des bénéfices, moins visible, mais significatif, de l'amélioration des services publics de météorologie. Selon la Facilité mondiale pour la prévention des risques de catastrophes et le relèvement (GFDRR), le Népal et le Yémen ont tous deux augmenté les budgets alloués aux services hydrométéorologiques à la suite de l'analyse qui en démontrait les bénéfices économiques et sociaux.

⁴⁹ Cette liste peut varier en fonction des caractéristiques propres à chaque économie nationale. Elle peut inclure les services de banque et d'assurance (notamment les prêts accordés aux petits agriculteurs), le tourisme et les moyens de transport autres que l'aviation.

⁵⁰ Timothy Considine et al., « The Value of Hurricane Forecasts to Oil and Gas Producers in the Gulf of Mexico », *Journal of Applied Meteorology* 43, n° 9 (2004), www.researchgate.net/publication/241384359_The_Value_of_Hurricane_Forecasts_to_Oil_and_Gas_Producers_in_the_Gulf_of_Mexico.

⁵¹ Banque mondiale et al., « Valuing Weather and Climate: Economic Assessment of Meteorological and Hydrological Services », OMM n° 1153, p. 71. Pour plus d'informations sur l'aviation, voir p. 81.

LES ASPECTS ÉCONOMIQUES DE L'ADAPTATION

Pradeep Kurukulasuriya

Les aspects économiques de l'adaptation sont un élément clé pour la réalisation d'investissements judicieux dans le domaine de l'information hydrométéorologique. Dans un monde où la concurrence est rude et les ressources peu abondantes, il est nécessaire de poser des questions essentielles pour mettre en œuvre la politique la plus efficace, par exemple : à quelle ampleur le changement climatique a-t-il une incidence sur un secteur comme le secteur agricole ? Dans quelle mesure les foyers dont les revenus reposent sur l'agriculture seront-ils affectés ? À quels niveaux ces modifications sont-elles censées intervenir ? Quelles opérations seront les plus rentables en matière d'amélioration de la protection sociale ? Il est également primordial de répondre aux inquiétudes d'ordre temporel et géographique que soulèveraient des investissements pour l'adaptation (c.-à-d. où et quand investir, en admettant qu'une adaptation trop précoce puisse engendrer un risque de gaspillage des ressources et, à l'inverse, qu'une adaptation trop tardive ne fasse qu'accroître la fragilité des populations à risque et les plonger plus en profondeur dans la spirale de la pauvreté, au moins dans un premier temps, et puisse engager des coûts bien plus élevés).

Depuis quelque temps, le besoin de mettre en avant les dépenses et les bénéfices liés aux diverses options d'adaptation a gagné en importance. Une partie des bailleurs de fonds participant au financement des projets d'adaptation, tels que le Fonds vert pour le climat (FVC) récemment mis en place, exige que les pays apportent des preuves selon lesquelles, en cas d'investissement, le taux de retour serait viable pour le fonds. Ce n'est pas le cas des autres fonds pour le climat, comme le Fonds pour les pays les moins avancés et le Fonds spécial pour les changements climatiques, qui se concentrent depuis toujours sur la rentabilité des plans d'action privilégiés sans la moindre exigence quant à un éventuel retour financier positif. Même les législateurs, lorsqu'ils se retrouvent face à des choix en matière d'adaptation, montrent un intérêt croissant à l'idée de trouver un panel optimal de solutions permettant de maximiser les bénéfices nets. Une compréhension plus approfondie des dépenses pour l'adaptation au changement climatique et des bénéfices qui en découlent est donc devenue nécessaire, non seulement pour justifier le financement des donateurs, mais également pour renforcer les capacités d'identification, d'évaluation et d'adaptation aux changements climatiques à l'échelle nationale.

Il existe des techniques permettant d'estimer la valeur des systèmes d'alerte précoce et de l'information climatique générée par les systèmes hydrométéorologiques, étant donné que la sécurité et l'économie de subsistance en dépendent. L'application de ces systèmes d'évaluation n'est pas uniforme et ces derniers ne s'appuient pas forcément sur des mesures cohérentes. Ainsi, il peut parfois être difficile d'effectuer un suivi des retombées réelles de ces investissements. Prenons un exemple tiré du portefeuille du PNUD, à savoir un projet au Malawi, parrainé par le FVC et qui vient d'être adopté. Selon les estimations, un investissement dans le Service Météorologique et Hydrologique National (SMHN) d'environ 16 millions de dollars US en faveur de l'extension des réseaux d'observation hydrométéorologique et du renforcement des compétences dans ce domaine, avec pour objectif la collecte, l'analyse et le regroupement des informations pertinentes pour les provinces, les villages et les communautés locales, pourrait générer un bénéfice net d'un montant 1,5 fois plus élevé que le coût du projet. Selon les estimations, en admettant une durée de vie utile du système d'alerte précoce de 10 ans et une réduction de 10 pour cent sur ce dernier, le taux de rentabilité interne serait de 31 pour cent, ce qui dépasse de 10 pour cent le coût d'opportunité du capital.

Un ensemble de défis s'impose pour en arriver à ces estimations. Il est nécessaire de se poser des questions quant aux bénéfices marchands et non marchands des investissements dans les systèmes d'information climatique, étant donné que ces derniers peuvent s'avérer d'une importance particulière dans les pays pauvres, même s'il est difficile de les quantifier. Dans le cas de l'évaluation économique des coûts et bénéfices du projet au Malawi, les bénéfices suivants étaient intégrés dans l'analyse : (a) l'extension des réseaux capables de générer des données sur le climat afin de sauver des vies et de limiter l'exploitation des moyens de subsistance lors d'événements climatiques extrêmes ; (b) le développement et la mise à disposition de produits et de plates-formes donnant accès aux communautés engagées dans l'agriculture de subsistance à des informations ou à des services en lien avec le climat ; (c) le renforcement des capacités des communautés à utiliser les systèmes d'alerte précoce et l'information climatique pour parer à l'éventualité d'une catastrophe d'origine climatique. Les prévisions en matière de dommages faisaient état de dégâts sur les services écosystémiques, de retombées physiques et économiques (foyers endommagés, pertes matérielles et agricoles), ainsi que de répercussions sur la vie humaine (blessures, décès).

Il est tout à fait possible de mener une analyse coûts-avantages rigoureuse à l'aide de données secondaires s'appuyant sur des expériences pertinentes et cela n'implique pas forcément des mois entiers de recherche. Dans le cas du Malawi, le système d'alerte précoce présentait plusieurs avantages, notamment des évaluations portant sur les dépenses liées aux pertes et dommages qui ont pu être évitées en se référant aux données sur les répercussions des crues de 2015 qui ont fait 280 morts et ont coûté environ 451 millions de dollars US⁵².

Les avantages potentiels d'une information hydrométéorologique adaptée aux besoins des agriculteurs reposaient sur une étude qui s'intéressait aux petits agriculteurs originaires de quatre villages du Zimbabwe. L'étude a observé une augmentation des bénéfices de 19 pour cent sur la période 2003-2004 et un bénéfice moyen lissé sur plusieurs années de 9 pour cent chez les agriculteurs qui participaient à la formation portant sur les incertitudes en matière de prévision climatique et qui avaient effectivement modifié leurs pratiques de gestion afin d'y intégrer l'information climatique, et ce, par rapport aux agriculteurs qui ne se souciaient pas de ces prévisions.

La probabilité pour des événements extrêmes de se produire était également prise en compte. L'analyse montrait que des événements hydrométéorologiques catastrophiques, tels que les crues de 2015, se sont déroulés à trois reprises sur les 30 dernières années. On a ainsi pu en déduire que ce genre d'événement pouvait se manifester une fois tous les 10 ans environ. À partir de ces estimations, on a pu supposer que les conséquences économiques et sociales d'un danger climatique annuel de moindre ampleur ne représenteraient que 5 pour cent de celles d'un événement majeur comme les crues de 2015.

Enfin, lors d'une évaluation économique des coûts et bénéfices de tels investissements, il convient d'effectuer une estimation prudente des bénéfices. Si l'investissement se justifie d'un point de vue économique même en envisageant les pires contraintes, il est raisonnable de penser qu'il sera d'autant plus fructueux si tous les bénéfices sont pris en compte. Étant donné que l'estimation des bénéfices non marchands est une tâche de longue haleine qui présente des défis implicites, il est logique, dans un premier temps, de se concentrer uniquement sur les bénéfices marchands (qui sont plus faciles à estimer). Des efforts peuvent être fournis par la suite pour prendre en compte les bénéfices non marchands, le cas échéant. Par exemple dans le projet déployé au Malawi, les bénéfices ont été d'une certaine façon sous-estimés. En effet, l'analyse s'intéressait uniquement aux bénéfices marchands des systèmes d'alerte précoce des provinces directement ciblées où le renforcement du réseau devait avoir lieu. En réalité, il faudrait bien évidemment projeter ces bénéfices sur une zone géographique plus large étant donné que les bénéfices des systèmes d'alerte précoce peuvent par essence être mesurés à l'échelle nationale, l'information générée par le réseau de surveillance remis en état contribuant à améliorer la précision des prévisions nationales. L'analyse ne prenait pas non plus en compte la valeur statistique des vies humaines, une valeur certes significative, mais qui est difficile à quantifier⁵³.

La fiabilité de ces résultats peut être mise à l'épreuve par le biais d'une analyse de sensibilité, comme c'était le cas dans l'exemple du Malawi. Une des façons d'y parvenir consiste à mesurer l'attractivité de l'investissement par rapport au coût d'opportunité lié à la détention de capital dans le pire cas de figure possible (c.-à-d. augmentation du coût d'investissement de 20 pour cent ou diminution du bénéfice net de 20 pour cent). Si avec un taux de rentabilité interne minimum fixé à 10 pour cent l'investissement demeure attractif, on peut en déduire que ce dernier est viable. Le projet déployé au Malawi a répondu aux attentes de ce test avec brio.

À l'heure actuelle, le PNUD accompagne un certain nombre de pays vers une meilleure compréhension des aspects économiques de l'adaptation (en rapport avec des projets de développement à moyen et à long terme, à l'échelle nationale, sous-nationale et sectorielle, ainsi que pour l'évaluation des différents projets d'investissement destinés à l'adaptation) en leur proposant une assistance technique pour le renforcement des compétences des agents techniques affectés à des ministères tels que la planification, la finance, l'environnement, l'agriculture, l'eau, les travaux publics et l'aménagement du territoire. Cette assistance technique œuvre en coordination avec d'autres initiatives du PNUD actuelles et futures, et en collaboration avec l'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID), le Partenariat mondial pour l'eau (GWP) et d'autres, pour le renforcement des capacités des gouvernements à intégrer l'adaptation au changement climatique de manière plus exhaustive dans les projets et les budgets au niveau national, sous-national et sectoriel. Pour en savoir plus, consulter le site Internet à l'adresse suivante : www.adaptation-undp.org/projects/ecca.

⁵² Les estimations sont tirées d'une évaluation des besoins après la catastrophe réalisée par la Banque mondiale et le PNUD. Les pertes et les dégâts évités dans les domaines de l'agriculture, de l'éducation, de la santé, des affaires, du logement et des transports ont été calculés à partir des estimations officielles mises à disposition par le gouvernement.

⁵³ Le coût humain n'a pas été pris en compte dans l'analyse pour plusieurs raisons, notamment à la demande du Green Climate Fund pour motif politique. Des estimations prudentes, calculées à partir des seules données sur les inondations précédentes, concernant l'efficacité du projet suggèrent qu'autour de 28 vies pourraient être sauvées grâce à l'investissement réalisé dans les zones ciblées.

LE COÛT DU MAUVAIS TEMPS

La productivité de l'agriculture africaine subit les effets des modifications à grande échelle du climat mondial et régional observées depuis 40 ans, ainsi que des crues, des sécheresses, de l'évolution des schémas météorologiques, de l'intermittence ou de l'augmentation des précipitations et de toute autre catastrophe d'ordre hydrométéorologique, et ce, à un rythme stupéfiant. Si la tendance actuelle du changement climatique reste la même, de sérieux problèmes de santé publique et de sécurité alimentaire deviendront le cheval de bataille des programmes régionaux et mondiaux.

Les inégalités, les maillons faibles de la chaîne de valeur et le manque d'infrastructures productives se traduisent déjà par des pertes céréalières à l'échelle continentale estimées à 4 milliards de dollars US par an en raison de pertes après récolte. « Environ 25 à 40 pour cent de la nourriture produite sur le continent est perdue en raison de pratiques de récolte, de stockage et de transport inadaptées. L'accès au marché demeure faible et peu de produits alimentaires se retrouvent dans la chaîne de valeur. »⁵⁴

L'IMPACT DES CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES : UNE VUE D'ENSEMBLE AU PLAN MONDIAL



1,94
MILLION
DE MORTS
(DE 1970 À 2012)



\$2 400
MILLIARDS DE
DOLLARS US EN
PERTES ÉCONOMIQUES
(DE 1970 À 2012)⁵⁵

LES CHIFFRES EN DÉTAIL

650

MILLIONS DE
PERSONNES

vivent dans des zones arides ou semi-arides où les crues et les sécheresses affectent les vies et la productivité (PAM).

50 %

d'augmentation potentielle du prix du maïs si le changement climatique se poursuit (Mary Robinson Foundation - Climate Justice).

2

MILLIARDS

de bouches en plus à nourrir à l'horizon 2050 (Mary Robinson Foundation - Climate Justice).

15 %

de perte escomptée des récoltes de blé en Égypte en cas d'augmentation des températures de 2 °C (IFPRI).

**1 PAYS
D'AFRIQUE
SUBSAHARIENNE
SUR 4**

souffre de sous-alimentation (IFPRI).

5 % à 22 %

de pertes de récoltes possibles en Afrique subsaharienne si le réchauffement climatique se poursuit à l'horizon 2050 (IFPRI).

1 à 2 °C

d'augmentation de la température prévue à l'horizon 2050

50 %

de l'aide alimentaire d'urgence fournie à l'Afrique par des financements multilatéraux est versée en réponse aux catastrophes naturelles (ARC).

⁵⁴ Selon les chiffres de la Banque mondiale et de la FAO, tels que cités dans « Africa Still Suffers High Food Crop Losses », Voice of America, 13 décembre 2013. www.voanews.com/content/africa-still-suffers-high-food-crop-losses/1809746.html.

⁵⁵ OMM, « Atlas of Mortality and Economic Losses from Weather, Climate and Water Extremes (1970-2012) », 11 juillet 2014, disponible sur : library.wmo.int/opac/index.php?lvl=notice_display&id=16279#.VZ05fLdVBh.

Une perte de productivité potentielle en Afrique

Si les températures augmentent de deux degrés Celsius, les répercussions financières sur la production agricole en Afrique pourraient être significatives :

- Des conséquences néfastes sur les principales récoltes céréalières du continent, variables en fonction des régions ;
- Une diminution du rendement de 19 % pour la production de maïs et de 68 % pour la production de haricots en Afrique subsaharienne ;
- Une baisse des rendements agricoles allant de 18 % pour l'Afrique australe à 22 % pour l'ensemble de l'Afrique subsaharienne ;
- Une augmentation de la vulnérabilité de la production de blé en Afrique du Nord ;
- Une baisse des rendements laitiers en Afrique du Sud estimée entre 10 % et 25 % à l'horizon 2050 ;
- Une extension de l'aire de répartition des insectes ravageurs de cultures vers les régions montagneuses d'Afrique de l'Est où est cultivé le café Arabica ;
- Une chute de la valeur des débarquements de poisson estimée à 21 pour cent ;
- Un effondrement de 50 pour cent du marché de l'emploi dans l'industrie de la pêche, soit une perte d'un montant total annuel de 311 millions de dollars US pour l'économie régionale ;
- Une augmentation du nombre de cas graves de retards de croissance chez l'enfant (d'où un risque de mortalité plus élevé) comprise entre 31 % et 55 % en Afrique subsaharienne à l'horizon 2050 en raison du changement climatique ;

- Des flambées de choléra dont la fréquence et la durée sont susceptibles d'augmenter dans les pays de la côte ouest-africaine, comme le Ghana et le Sénégal ;
- Un accroissement de l'extension et de la répartition géographique du paludisme, déjà fortement favorisé par les températures et les précipitations, à cause du changement climatique.⁵⁶

Selon les estimations, une augmentation de la température de plus de deux degrés Celsius pourrait se traduire par un renforcement de l'intensité des valeurs extrêmes de température et des sécheresses. Cette conséquence est considérée comme inévitable, à moins d'une réduction significative des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle mondiale.⁵⁷

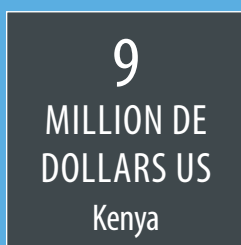
La situation du point de vue des assurances

Les indemnités versées par les assurances offrent une vue d'ensemble sur la situation actuelle en matière de pertes de récoltes. La Mutuelle panafricaine de gestion des risques (African Risk Capacity, ARC) propose une aide aux victimes de catastrophes de plusieurs pays d'Afrique dans le cas d'événements météorologiques extrêmes. Pour ce faire, elle s'appuie sur des données satellitaires mondiales et sur des indices de développement humain afin de procéder à une évaluation du risque et à des versements d'indemnités. Les indemnités versées par l'ARC sur la période 2014-2015 peuvent être utilisées comme un indicateur des pertes de récoltes subies par l'Afrique aujourd'hui. Afin de présenter les choses sous une perspective mondiale, aux États-Unis, les pertes de récoltes liées aux mauvais temps en 2012 (une année marquée par un record de pertes en raison des sécheresses ayant frappé l'Ouest américain) se chiffraient à 17,3 milliards de dollars US (pour en savoir plus sur les assurances, voir p. 78).

INDEMNISATIONS VERSÉES PAR L'ARC

Sur la période 2014-2015 :

43 millions de dollars US d'indemnités.



Sur la période 2015-2016

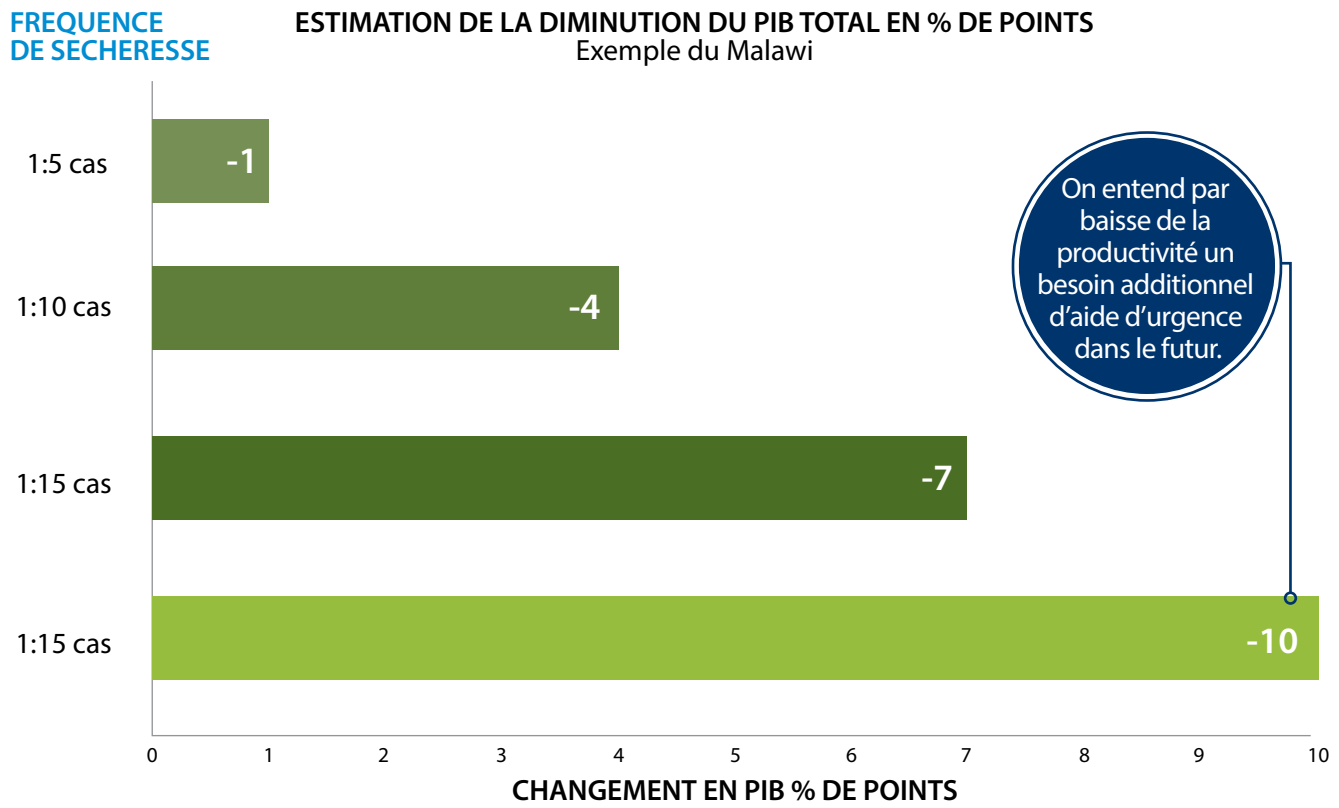
25
MILLIONS DE DOLLARS US
VERSÉS AUX HUIT PAYS



⁵⁶ Responding to Climate Change, « Climate Change Could Devastate Africa Crop Yields » 25 mai 2014, <http://www.rctcc.org/2014/03/25/climate-change-could-devastate-africa-crop-yields/#sthash.LcNjFX6h.dpuf>

⁵⁷ Pour une description détaillée des conséquences potentielles d'un réchauffement de 2 à 4 degrés en Afrique subsaharienne, voir S. Adams *et al.*, 2013. *Turn down the heat: climate extremes, regional impacts, and the case for resilience*. Washington, D.C., Banque mondiale. <http://documents.worldbank.org/curated/en/2013/06/17862361/turn-down-heat-climate-extremes-regional-impacts-case-resilience-full-report>

Figure 3.2 L'impact des cas de sécheresse sur PIB du Malawi



UN HABOOB, PRODUIT PAR LES RAFALES D'UN ORAGE DISTANT QUI SE DÉPLACENT RAPIDEMENT AU NIVEAU DU SOL, BALAIE UNE RÉGION DU BURKINA FASO. CRÉDIT PHOTO : ULRICH DIASSO



UNE NOUVELLE VISION DE LA TECHNOLOGIE

INSTALLATION D'UN CAPTEUR DE LOCALISATION DE LA Foudre (À GAUCHE AU CENTRE) ET D'UNE STATION SMA ASSOCIÉE SUR UNE ANTENNE-RELAIS EN OUGANDA. CRÉDIT PHOTO : SOLOMON MANGENI.

Cette section expose une nouvelle vision pour la production et la diffusion des informations météorologiques et hydrologiques (hydromet) au niveau local en Afrique. Cette approche s'intéresse tout d'abord brièvement aux techniques et technologies d'observation existantes, puis se concentre sur de nouvelles méthodes pour réaliser des observations locales pouvant répondre aux besoins uniques de l'Afrique. La durabilité à long terme de cette démarche repose sur le renforcement de la fiabilité et de la crédibilité des produits et services créés à partir de ces observations et distribués par les services météorologiques et hydrologiques nationaux, afin d'assurer le développement de synergies entre les secteurs publics et privés, particulièrement parmi les opérateurs de téléphonie mobile. L'amélioration du suivi et des prévisions dans le domaine de l'hydrométéorologie locale présente d'énormes avantages potentiels pour l'agriculture, le secteur bancaire, l'assurance et les télécommunications, sans oublier des avantages plus substantiels encore liés à l'augmentation de la productivité, la réduction de la pauvreté et le renforcement de la résilience .

LES OBSERVATIONS HYDROMÉTÉOROLOGIQUES EN AFRIQUE SUBSAHARIENNE : LE FONDEMENT DES SERVICES MÉTÉOROLOGIQUES, HYDROLOGIQUES ET CLIMATOLOGIQUES

Les données collectées par les réseaux d'observation hydrométéorologique et leur diffusion en temps quasi réel sont des composantes essentielles à la réalisation des tâches des différents Services météorologiques et hydrologiques nationaux (SMHN). Les observations régulières et périodiques de variables standard permettent aux analystes des SMHN et aux prévisionnistes de décrire avec précision les événements atmosphériques à court terme (la météo) et à long terme (le climat).

Les principales variables environnementales observées ou mesurées régulièrement comprennent : la température, l'humidité atmosphérique, le vent et les précipitations ; le rayonnement solaire reçu par la surface terrestre et le rayonnement infrarouge émis par la Terre vers l'atmosphère ; la réflectivité radar, la mesure de la vitesse par effet Doppler et les données de polarisation⁵⁷ relatives aux précipitations et à toute autre particule dans l'atmosphère ; les observations depuis l'espace des flux d'humidité et de chaleur dans l'atmosphère ; le nombre de décharges de foudre internuageuses et nuage-sol, ainsi que leur localisation ; la température et l'humidité du sol et des couches situées à un ou deux mètres en dessous de la surface ; le transport du sable et de la poussière par le vent ; les niveaux d'eau des barrages et des rivières, ainsi que l'écoulement des rivières ; enfin, les niveaux des eaux souterraines. La nature des quantités mesurées ainsi que la fréquence et la précision de ces mesures dépendent de l'utilisation prévue de ces données et des exigences les concernant.

Lorsque l'on aborde le thème des exigences auxquelles les systèmes et les réseaux d'observation doivent répondre, la plupart des météorologistes adoptent une approche étagée selon laquelle l'identification de chaque niveau dépend de la qualité attendue des données. En général, une approche étagée sur quatre niveaux est privilégiée :

“BIEN QUE TOUS LES SMHN DES PAYS D'AFRIQUE SUBSAHARIENNE SOIENT CONFRONTÉS À DES DÉFIS SPÉCIFIQUES À LEUR PROPRE CONTEXTE EN MATIÈRE DE MISE EN PLACE ET DE MAINTIEN DES RÉSEAUX D'OBSERVATION, IL EXISTE DES FACTEURS QUI LEUR SONT TOUS COMMUNS. LE PLUS SOUVENT, LES DIFFICULTÉS SONT ATTRIBUÉES À UNE COMBINAISON DE DÉFIS CONJUGUÉS, À SAVOIR UNE MAUVAISE CONCEPTION DES RÉSEAUX, DES STATIONS ET DES ÉQUIPEMENTS, AINSI QUE L'ABSENCE D'EXPERTISE TECHNIQUE ET D'INFRASTRUCTURES DE SOUTIEN. LA RÉUSSITE DU DÉPLOIEMENT ET DE L'ENTRETIEN DES RÉSEAUX D'OBSERVATION MÉTÉOROLOGIQUE DANS LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT EXIGE DE REMÉDIER À CES DIFFICULTÉS.”

- 1. Observations pour l'aviation et observations synoptiques.** Il s'agit d'observations de haute qualité effectuées selon les recommandations en matière de techniques et de procédures établies par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et, dans le cas des observations pour l'aviation, selon les exigences de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI). Ces observations sont relevées à heures fixes et chaque fois qu'une modification des conditions atmosphériques se produit. Elles sont ensuite partagées dans le monde entier par le biais du Système mondial de télécommunications (SMT) de l'OMM. Ces deux types d'observation sont également utilisés dans le cadre de nombreuses études sur le climat.
- 2. Observations climatologiques.** Il s'agit des observations de la plus haute qualité effectuées régulièrement, souvent à l'aide d'instruments étalonnés de façon périodique et à des emplacements représentatifs d'une large région. L'objectif consiste à détecter les changements minimes des climats mondiaux et régionaux à un haut degré de précision et sur plusieurs années.

⁵⁷ La réflectivité radar est une quantité déterminée à partir de la distribution du diamètre des gouttes de pluie, laquelle est proportionnelle à la réflectivité radar si les particules de précipitation sont de taille inférieure à la longueur d'onde du radar. La vitesse Doppler est la composante radiale du vecteur de vitesse d'un objet observé par des capteurs à distance. La polarisation désigne la corrélation entre deux composantes orthogonales d'une onde électromagnétique. Définitions tirées du glossaire de la Société américaine de météorologie (American Meteorological Society Glossary, glossary.ametsoc.org/wiki/Main_Page).

3. **Observations météorologiques à l'intention du grand public ; observations de la qualité de l'air ; observations destinées aux transports routier, ferroviaire et maritime.**

Ces observations n'ont pas besoin d'être aussi précises que celles indiquées ci-dessus, mais elles doivent être réalisées plus fréquemment (en général par intervalles de 5, 10 ou 15 minutes). Elles soutiennent les systèmes d'alerte précoce visant à avertir le grand public en cas de conditions météorologiques extrêmes ou dangereuses, aident au fonctionnement des systèmes de production d'énergie éolienne et sont utilisées dans un large panel d'applications industrielles et commerciales ou en lien avec le transport de surface.

4. **Observations agricoles.** Il s'agit d'observations réalisées dans les champs et les pâturages ou à proximité, en soutien aux services météorologiques et climatologiques orientés vers l'agriculture locale et à l'usage des agriculteurs et des éleveurs. Elles peuvent comprendre des mesures dans le sol ou dans l'atmosphère.

Ces systèmes d'observation météorologique peuvent être associés à une surveillance hydrologique pour permettre la réalisation d'une observation hydrométéorologique complète proposant des mesures hydrologiques, notamment :

5. **Des observations hydrologiques.** La surveillance du niveau de l'eau dans les barrages, les lacs et les rivières est effectuée régulièrement. Les données sur le niveau des rivières permettent de déterminer le débit fluvial. Ces mesures sont prises depuis des rivières, des lacs et des barrages sélectionnés scrupuleusement. L'objectif consiste à surveiller les risques de crues, mais également à établir une série chronologique de données de haute qualité sur l'hydrologie. Ces dernières sont nécessaires dans des domaines comme l'urbanisme, mais également dans le cadre de projets de génie civil, comme la construction de barrages. Afin de procéder à l'évaluation des risques de crues et à l'émission d'alertes précoces le cas échéant, il est crucial d'intégrer des données météorologiques (telles que les précipitations) dans ces observations hydrologiques. Cela permet la réduction des délais et l'augmentation de la précision des alertes précoces.

Les auteurs du présent rapport s'intéressent aux points 3, 4 et 5. Étant donné la nature de ces observations et l'accent qu'elles portent sur les échelles spatiales et temporelles de moindre ampleur, on les désigne souvent sous le nom d'observations de méso-échelle ou de micro-échelle. Néanmoins, les auteurs les désignent simplement sous le nom d'« **observations locales** ». Ce sujet sera développé plus en détail par la suite. Les observations locales devraient toujours être considérées comme

un complément aux observations synoptiques et une extension de ces dernières.

Ces différentes séries d'observations et de mesures posent les fondations des services modernes de diffusion de l'information hydrométéorologique. Dans un SMHN standard, les flux de données provenant des différents réseaux d'observation sont combinés à d'autres données spatiales en rapport avec les terrains (et leur élévation), le type de sol et la flore. Ces flux sont de surcroît combinés aux informations de sortie des modèles de prévision numérique du temps (PNT) afin de produire une information météorologique, hydrologique et climatique. Cette information est ensuite exploitée par les SMHN et par d'autres services pour créer une multitude de produits et de services destinés à des applications diverses et variées, par exemple une alerte s'appuyant sur une prévision à court terme (ou immédiate) du couloir emprunté par un orage en déplacement et de son évolution, une estimation de la quantité d'eau susceptible d'entrer dans un réservoir dans les prochaines 24 à 36 heures, l'actualisation de l'information climatologique sur les précipitations saisonnières d'une région donnée ou la prévision des températures et des précipitations d'une période végétative à venir.

Malheureusement, comme cela a été mentionné dans la partie précédente, il s'est avéré très difficile pour les SMHN des pays en développement situés en Afrique subsaharienne de mettre en place et de maintenir des réseaux d'observation hydrométéorologique. Installés bien trop rapidement, avec toutefois la meilleure intention du monde et à grand frais, les réseaux ne sont pas parvenus à générer les données souhaitées en raison de divers facteurs défavorables. Cela a découragé le personnel des SMHN et leur a fait perdre toute crédibilité aux yeux des agences gouvernementales, du monde des affaires et des citoyens dans les pays concernés.

Tous les SMHN des pays d'Afrique subsaharienne sont confrontés à des défis spécifiques à leur propre contexte en relation à la mise en place et au maintien de leurs réseaux d'observation hydrométéorologiques. Des solutions adaptées à chaque pays sont nécessaires pour relever ces défis. Cependant, certains facteurs sont communs à l'ensemble des SMHN d'Afrique subsaharienne. Le plus souvent, on attribue ces difficultés à une série de défis conjugués, à savoir : 1) des budgets limités ; 2) une conception initialement de piètre qualité, une mise en œuvre inadaptée et l'absence de systèmes produit-service de bout en bout fonctionnant à l'aide de capteurs capables d'atteindre (ou non) les utilisateurs ; 3) l'absence d'expertise technique et d'infrastructures de soutien. Par conséquent, les SMHN sont incapables de proposer en temps voulu



des services de surveillance, d'alerte et de prévision hydrométéorologiques fiables aux populations qui en ont besoin. Ainsi, ils perdent en crédibilité auprès des citoyens et des pouvoirs publics, récoltent de ce fait moins de financement et s'exposent au risque de se retrouver dans un cercle non vertueux en tant qu'organisme gouvernemental.

Alors que l'on pourrait s'attendre à ce que la situation s'améliore avec l'arrivée de nouvelles techniques ou technologies, elle risque au contraire de s'aggraver en l'absence de l'un des trois critères suivants : une analyse pertinente des écarts tenant compte des exigences d'intégration de ces technologies dans les systèmes dont disposent déjà les SMHN ; la prise en considération de la durabilité à long terme lors de l'étape de planification et de conception ; la recherche de solutions distinctes et adaptées pour répondre à chaque problème de manière individuelle. Si les approches adoptées sont fragmentaires ou manquent de coordination, les réseaux d'observation sont condamnés à employer du matériel hétérogène et à multiplier les protocoles d'observation et de communication⁵⁸. Il peut s'agir de matériel dont le déploiement dans les hautes latitudes septentrionales ou dans les latitudes moyennes a déjà prouvé son efficacité,

mais qui aurait un fonctionnement de courte durée face à la rudesse des environnements tropicaux d'Afrique subsaharienne. L'utilisation de logiciels propriétaires ou incompatibles signifie moins de flexibilité et de mises à jour locales, ainsi que des frais de service élevés. Loin d'y remédier, les complications et les problèmes de gestion qui en découlent ne font qu'accentuer les difficultés financières, opérationnelles et d'entretien.

En ce qui concerne les services hydrologiques, l'absence de solutions de bout en bout représente un des défis majeurs. En général, les services hydrologiques se concentrent davantage sur la collecte de séries chronologiques précises concernant les eaux de surface et les eaux souterraines plutôt que sur la gestion intégrée des ressources en eau. L'arrivée des nouvelles technologies d'observation et des solutions de connectivité innovantes ont rendu possible le remplacement des systèmes d'observation manuelle par des systèmes automatiques afin d'obtenir une information en temps réel sur les niveaux d'eau et l'écoulement des rivières. Ces systèmes ont également offert aux services hydrologiques la possibilité d'étendre leur gamme de services, du moins en théorie, afin de proposer entre autres des alertes en temps réel en cas de crues, une surveillance

⁵⁸ Voir, par exemple, la discussion et les recommandations de l'OMM, « Project Management Framework », réunion de planification informelle, Programme de coopération volontaire, Mexico, 6-7 mars 2012, IPM//2011/Doc. 6 : à l'heure actuelle, la mise en œuvre des projets de développement est généralement fragmentaire et souffre d'une coordination interne insuffisante entre les programmes techniques et scientifiques et les bureaux régionaux, ainsi que du manque de vue d'ensemble des projets mis en œuvre à l'échelle de l'organisation. Ainsi, l'absence d'un cadre interne et institutionnalisé de gestion de projet débouche sur des styles de formulation, des méthodes de suivi et d'établissement de comptes-rendus, ainsi que des procédures d'évaluation très hétérogènes. Pour surmonter ces défauts, il semble évident qu'une meilleure coordination interne est nécessaire en vue d'une mise en œuvre plus efficace et efficiente des projets. L'amélioration de la coordination interne devrait accroître la valeur ajoutée grâce à la mise en lien d'activités complémentaires à l'échelle régionale.

des sécheresses, ainsi que la délivrance des licences pour la planification et le prélèvement de ressources aquifères. En outre, l'entretien des barrages et des voies navigables peut être effectué en temps opportun et de manière plus efficace. Cependant, en l'absence de solutions logicielles pour la gestion intégrée des ressources en eau qui prendraient en compte les données hydrologiques et météorologiques, il est impossible d'exploiter tout le potentiel de cette nouvelle infrastructure d'observation (et le potentiel qu'offre la simplification du processus d'échange des données numériques). Même avec l'arrivée de nouveaux systèmes, les services hydrologiques se concentrent encore et toujours sur les données, plutôt que sur les produits d'information.

Étant donné que les observations sont essentielles, de nombreux SMHN se sont sérieusement penchés sur le déploiement de systèmes d'observation. Néanmoins, en dépit de la nécessité de ces observations, seule la première étape vers la mise en place d'un système de bout en bout permettant de proposer des services de surveillance, de prévision et d'alerte a été franchie. Souvent, les SMHN ne disposent pas en interne du personnel technique, des ingénieurs ou des gestionnaires de programmes nécessaires, d'une part, à l'acquisition⁵⁹ indépendante de systèmes intégrés, innovants et durables permettant la génération d'une information climatique et l'émission d'alertes précoces, et d'autre part, au développement des compétences des SMHN et au renforcement de leur capacité organisationnelle. Pour des raisons similaires, de nombreux SMHN sont souvent incapables d'évaluer et de remettre en cause les options proposées en matière de systèmes et de proposer des solutions de substitution viables⁶⁰.

Pour acquérir, déployer et maintenir avec succès des réseaux d'observation hydrométéorologique dans les pays en développement, il est nécessaire de trouver des solutions holistiques à ces facteurs. Les approches proactives à ces problèmes peuvent permettre aux SMHN de faire en sorte que l'acquisition, le déploiement et

le maintien des réseaux d'observation représentent la première étape vers la mise en place des systèmes de bout en bout nécessaires pour répondre aux besoins de leurs pays de manière adaptée. Parmi ces approches proactives, on distingue notamment l'adaptation des solutions et le partage des capacités techniques pays par pays ; la mise à profit d'un ensemble de nouvelles technologies issues des industries météorologiques, hydrologiques, climatologiques et mobiles ; la conception de systèmes modèles de bout en bout proposant des services de surveillance, de prévision et d'alerte ; et la mise en place de partenariats public-privé adaptés à une durabilité à long terme.

Les réseaux d'observation de surface : des mesures hydrométéorologiques par points pour décrire les événements observés dans un pays

Les réseaux d'observation de surface sont l'un des principaux moyens de collecte des données hydrométéorologiques. Un réseau de surface consiste en un ensemble de « stations » qui disposent chacune d'une batterie de capteurs reliés à des systèmes de traitement, d'enregistrement et de télécommunications sur place. En général, celles-ci communiquent de manière bidirectionnelle avec une infrastructure centrale de collecte et de traitement des données⁶¹. Les capteurs installés dans les stations et la distance qui sépare ces dernières sont définis selon leur usage respectif. Dans la mesure du possible, les données générées par chaque station (essentiellement à partir des points de données) doivent être représentatives de la région environnante. Leur emplacement est donc sélectionné à partir de ce critère. Dans le cas des stations hydrologiques, on exige que les données soient représentatives du bassin hydrographique en amont. Ainsi, les réseaux fournissent un ensemble d'observations par points, dont chacune fait état de la situation hydrométéorologique de la région

⁵⁹ En vue d'appuyer les acquisitions menées dans le cadre du programme CIRDA, le PNUD a établi un accord de long terme pour accélérer l'acquisition du matériel, des logiciels et des services nécessaires à la modernisation efficace et durable de l'infrastructure technique des SMHN et pour soutenir les objectifs et les résultats des projets menés dans le cadre du SAP-IC. Les accords de long terme prévoient notamment la fourniture de produits innovants en matière de TIC, de suivi météorologique et de techniques de prévision météorologique, de systèmes d'alerte précoce basés sur la détection de la foudre, de prévisions d'ensembles, de prévisions basées sur les statistiques de sortie de modèle (MOS), et de visualisation des données. L'accord de long terme a été établi par le biais d'un processus concurrentiel. Deux fournisseurs ont été sélectionnés en fonction de leur capacité à concevoir, déployer et soutenir la prestation de services visant à aider les SMHN à garder les systèmes acquis en état de marche.

⁶⁰ Si les services de garantie aident à la gestion initiale, ils ne préparent généralement pas les SMHN à la bonne maintenance des systèmes une fois la garantie finie. Les contrats de maintenance prolongée sont rares et, lorsqu'ils existent, ils peuvent être trop onéreux pour les SMHN. Le coût des pièces de rechange (qui doivent le plus souvent provenir du même fabricant) et des pièces jetables peut également s'avérer très élevé. Voir John Snow, « Non-Traditional Approaches to Weather Observations in Developing Countries », Société financière internationale (IFC), 2013.

⁶¹ Dans l'idéal, la modernisation des SMHN aurait pour point de départ la mise en place de technologies de l'information et de la communication (TIC) flexibles, grâce auxquelles des systèmes d'observations nouveaux ou rénovés pourraient être déployés. Ce type d'infrastructures TIC modernes doit être intégré aux projets d'évolution de tous les SMHN des pays en développement. Toutefois, dans les pays les moins avancés disposant de capacités très réduites, cette stratégie pourrait engendrer des retards importants (OMM, 2015a). Dans ces pays, l'OMM et d'autres organismes reconnaissent l'intérêt de l'usage du réseau de téléphonie mobile, qui est en pleine expansion. Dans les régions où le réseau de téléphonie mobile n'a pas encore été déployé, ce sont les communications radio qui servent de base à la mise en place d'un lien pratique entre les experts climatiques et les agriculteurs, les bergers et les pêcheurs, et qui devrait être déployé dans toute l'Afrique et dans d'autres régions (OMM, 2015b). OMM, 2015a, 17^{ème} Congrès annuel, paragraphe 5.3.2 : le Congrès a rappelé que les pays les moins avancés se caractérisaient par une extrême pauvreté, des capacités institutionnelles et productives inadéquates, ainsi que d'autres contraintes et vulnérabilités. Les PMA représentent le segment le plus faible de la communauté internationale et leur développement économique et social constitue un défi majeur, tant pour eux-mêmes que pour la communauté internationale. OMM, 2015b, 17^{ème} Congrès annuel, paragraphe 8.1.18 : le Congrès a noté que les projets METAGRI et METAGRI OPÉRATIONNEL, principalement financés par l'Espagne et la Norvège, avaient formé plus de 12 000 agriculteurs dans 17 pays d'Afrique de l'Ouest à l'utilisation de l'information météorologique et climatique dans la prise de décision au niveau de l'utilisateur final. Le projet METAGRI a été mis en œuvre au Bénin, au Burkina Faso, à Cabo Verde, en Côte d'Ivoire, en Gambie, au Ghana, en Guinée, en Guinée-Bissau, au Mali, en Mauritanie, au Niger, au Nigeria, au Sénégal et au Togo.

correspondante. Cette image créée à partir des conditions météorologiques et hydrologiques observées sur un pays donné ressemble quelque peu à une mosaïque. Les météorologistes et les hydrologistes procèdent à l'analyse de ces données afin de lisser cette image.

Comme le laissent entendre les discussions sur les différents niveaux d'observation abordées précédemment, un pays dispose d'un certain nombre de réseaux d'observation qui ont tendance à se chevaucher et dont chacun recueille un type de données en particulier. Parmi les différents réseaux, on peut citer par exemple les réseaux *synoptiques* et locaux ou de *méso-échelle*. Le premier couvre de larges zones afin de prévoir les événements de grande ampleur, et ce, à l'aide de stations assez éloignées les unes des autres. Le second s'intéresse aux événements de plus petite échelle à partir de stations relativement proches les unes des autres. Les réseaux de *micro-échelle*, tels que les stations de gestion de la qualité de l'air situées en zones urbaines, fournissent des observations effectuées à partir de sites encore plus rapprochés les uns des autres. Les réseaux synoptiques soutiennent les systèmes nationaux de prévision généraliste, tandis que les réseaux à méso-échelle ou micro-échelle soutiennent des services localisés, comme les systèmes d'alerte sur la qualité de l'air ou en cas de tempête. Par ailleurs, il existe des réseaux spéciaux destinés aux opérations aériennes, à la surveillance de l'écoulement de l'eau dans les bassins versants ou bassins hydrographiques, aux services agrométéorologiques spécialisés en faveur des agriculteurs et des éleveurs de bétail, ainsi qu'à des services dédiés aux opérations routières et ferroviaires. Tous ces réseaux se complètent mutuellement, ce qui renforce la résilience de l'ensemble des systèmes d'observation à l'échelle nationale.

Les réseaux d'observation de surface : les problèmes techniques

En Afrique, des tentatives ont été entreprises pour répondre aux besoins en systèmes d'observation hydrométéorologique des pays en développement en déployant du matériel d'observation régi par des procédures communément appliquées dans les pays développés des latitudes moyennes, mais elles se sont trop souvent traduites par des réseaux aux performances médiocres dont la durabilité a été rapidement remise en cause. Une mauvaise conception du réseau, des stations et/ou du matériel ainsi que le manque d'expertise technique et d'infrastructure de soutien expliquent souvent ces résultats malheureux.

Le matériel déployé dans des environnements tropicaux, arides ou désertiques ou bien à proximité des océans est soumis à des conditions environnementales particulièrement rudes. Malheureusement, ces environnements sont parmi les plus communs dans nombre de PMA d'Afrique subsaharienne. L'expérience montre que les concepteurs de



EARTH NETWORKS. CRÉDIT PHOTO : REPRODUCTION AVEC L'AIMABLE AUTORISATION DE EARTH NETWORKS

matériel météorologique destiné à un usage de longue durée dans cette région doivent prendre en compte des facteurs considérés souvent comme mineurs s'agissant de matériel conçu pour les environnements des latitudes moyennes.

Par exemple, dans les climats chauds et humides des tropiques, l'humidité et la moisissure sont susceptibles de détruire les câbles et les montages électriques. Dans les zones arides, le sable et la poussière se logent dans les roulements, les interrupteurs et les appareils électromécaniques. Le sable porté par le vent est susceptible de décoller les revêtements et de s'accumuler dans les compartiments intérieurs. Les petits rongeurs, les serpents, les insectes et les oiseaux peuvent endommager les fils et bloquer les mécanismes. Lorsque le soleil est placé à un angle quasi perpendiculaire à la surface de la Terre, l'intensité de son rayonnement est capable de fragiliser les composants en plastique et d'augmenter considérablement la température à l'intérieur des boîtiers électriques scellés, ce qui provoque une défaillance rapide des composants électroniques. La corrosion par l'eau de mer et les vents forts qui accompagnent les cyclones tropicaux représentent des obstacles pour les stations situées près des océans. Quel que soit le contexte, la foudre peut être très problématique pour le matériel d'observation hydrométéorologique. La conception de pluviomètres et d'appareils de mesure du vent demandant peu d'entretien et destinés à une utilisation à long terme s'avère particulièrement difficile dans ces environnements.

La conception de la plupart des technologies exploitées par les réseaux d'observation hydrométéorologique des latitudes moyennes repose implicitement sur la présence d'une vaste infrastructure d'appui capable de fournir la sécurité physique, une alimentation en électricité de haute qualité dont la tension et la fréquence sont continues et constantes, ainsi qu'un système de télécommunications sécurisé à large bande passante, ce qui ne fait qu'aggraver la situation.

La maintenance de l'équipement d'observation et de l'infrastructure d'appui (à savoir des tours, des routes d'accès ou du matériel et des logiciels TIC) représente toujours un défi. Qui plus est, la présence d'un personnel technique qualifié et disposant des outils et des ressources nécessaires à la maintenance, à l'étalonnage et à toute autre forme d'appui logistique est trop souvent tenue pour acquise. En réalité, dans les pays en développement d'Afrique subsaharienne, les techniciens et ingénieurs électriques ou mécaniques qualifiés sont peu nombreux et le plus souvent, ne restent pas longtemps en poste. En outre, ils exigent des salaires que la plupart des SMHN ne peuvent se permettre. Dans les régions tropicales, arides ou situées près des océans, des travaux de maintenance particulièrement approfondis peuvent s'avérer nécessaires, impliquant des changements de batteries et de filtres fréquents, l'utilisation de lubrifiants spéciaux, ainsi que le remplacement des roulements et des câbles à intervalles réguliers. L'entretien de l'équipement TIC représente un défi particulier, étant donné que les correctifs et les mises à niveau de ces systèmes complexes doivent être régulièrement installés pour les maintenir à jour et sécurisés. Les pièces de rechange et le matériel d'essai spécialisé doivent souvent être expédiés d'outre-mer, ce qui entraîne des délais et des frais d'expéditions importants, ainsi que des droits de douane élevés.

Des solutions pour l'Afrique : les stations météorologiques automatiques tout-en-un incluant des réseaux d'observation locale

Le recours à des stations météorologiques automatiques (SMA ou AWS) est une des approches adoptées pour répondre à ces problèmes. Ce concept n'a rien de nouveau. Depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale, l'évolution du matériel d'observation et de mesure météorologiques et celle de la technologie moderne ont suivi une courbe parallèle. Les enregistreurs mécaniques à tracé continu ont ouvert la voie aux enregistreurs de données assistés par ordinateur ; les instruments à vent mécaniques ont été remplacés par des anémomètres à ultrasons ; les piles à usage unique ont servi de support à la création des panneaux solaires et des piles rechargeables. Aujourd'hui, les stations dites « intelligentes » peuvent prendre en

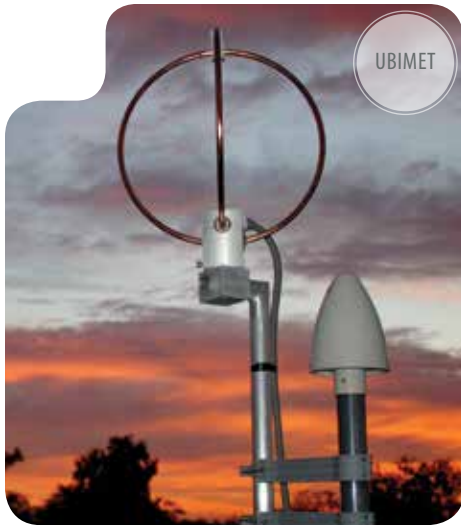
charge une large gamme de capteurs afin de fournir des données capables de répondre à de nombreuses exigences opérationnelles.

Le potentiel des stations météorologiques automatiques (SMA) modernes est suffisant pour permettre à ces dernières d'occuper le poste central d'un réseau d'observation. Le Programme de renforcement de l'Information Climatique et d'un Développement Résilient en Afrique (CIRDA) du PNUD propose une approche consistant à mettre à profit le potentiel des SMA tout-en-un de dernière génération (des SMA intelligentes et intégrées) en les complétant, le cas échéant, par des enregistreurs de données indépendants de puissance accrue. Cela permettrait de fournir des réseaux d'observation durables aux 11 pays d'Afrique subsaharienne partenaires du programme. Dans ces systèmes tout-en-un, la plupart des capteurs et des appareils électroniques connexes sont regroupés en une seule unité, afin de réduire significativement la charge de travail lors du déploiement et de l'entretien sur place. Comme il sera vu dans une prochaine section, l'exploitation du réseau mobile pour permettre la mise en relation des SMA avec une infrastructure centrale chargée de la collecte des données et, par la suite, comme un moyen de proposer des services et une information hydrométéorologiques est l'un des autres éléments clés de cette nouvelle approche.

Dans les SMA les plus modernes, la gestion de la collecte et du traitement préliminaire des relevés effectués par les capteurs est exécutée par un ordinateur de bord spécialisé qualifié d'« enregistreur de données ». Ces derniers ont permis de ne plus avoir recours à du personnel d'observation ou à des formulaires d'observation manuscrits ni d'avoir à transmettre les observations enregistrées vers un bureau central par téléphone ou par e-mail. En quelques secondes, les observations des SMA sont relevées et diffusées sur une vaste région et éventuellement recueillies par un bureau central, avant d'être soumises à un contrôle qualité s'appuyant sur un ensemble de règles. Elles sont ensuite archivées et mises à disposition des prévisionnistes, des climatologues, etc.

Nombre de ces SMA sont dites « intelligentes ». Elles disposent d'un ordinateur de bord autonome qui s'occupe de la création et de la transmission de rapports météorologiques formatés, de la modification des observations particulières et des taux d'échantillonnage si un dépassement des seuils environnementaux prédéfinis se produit, ainsi que de l'émission de messages d'alerte lorsque les seuils définis pour les variables clés sont franchis.

En suivant les principes directeurs établis par l'infrastructure centrale de collecte des données, le réseau décentralisé d'ordinateurs de chaque station est en mesure de gérer l'ensemble des protocoles de communication nécessaires.



CAPTEUR DE LOCALISATION DE LA Foudre UBIMET/NOWCAST. CRÉDIT PHOTO : REPRODUCTION AVEC L'AIMABLE AUTORISATION DE UBIMET

En général, chaque station dispose d'une certaine capacité de stockage. Ainsi, l'interruption des communications avec le bureau central n'interrompt pas la collecte des données. La transmission de ces dernières est effectuée une fois les communications restaurées. L'objectif ne consiste pas uniquement à comparer des données similaires et exploitables dans le cadre de la surveillance à long terme du climat. Idéalement, cela permettrait également l'automatisation des alertes en cas de tempêtes, d'orages et de crues pour les communautés locales.

Si l'on revient environ dix ans en arrière, la plupart des SMA n'étaient constituées que de composants dissociés : des capteurs individuels, des ordinateurs ou enregistreurs de données et des câbles de raccordement. Ces caractéristiques présentaient de nombreuses failles (p. ex. infiltration d'eau dans les connecteurs ou de particules fines dans un des roulements d'un capteur de vent).

Fort heureusement, de rapides progrès ont été observés ces dix dernières années en matière de conception de capteurs et de technologies d'intégration qui ont permis, comme cela a été mentionné, l'émergence récente de stations météorologiques automatiques intégrées tout-en-un. La fiche technique de ces stations varie en fonction des fabricants, mais ces dernières sont en général assez flexibles et s'adaptent donc à des applications spécifiques. Les SMA tout-en-un les plus communes disposent de capteurs de mesure de l'air, de la température, de l'humidité relative, de l'intensité, la nature et le volume des précipitations, de la pression atmosphérique, ainsi que de la direction et de la vitesse du vent, tous regroupés en une seule unité. La plupart des éléments amovibles ont été éliminés, la mesure de la vitesse et de la direction du vent étant effectuée par des anémomètres à ultrasons. De manière globale, le prix des SMA tout-en-un est assez raisonnable, notamment si l'on considère les économies d'entretien sur le long terme. Qui

plus est, les nombreux constats semblent suggérer que les SMA tout-en-un de bonne conception se portent plutôt bien dans les environnements hostiles.

Seul l'élément permettant la mesure des précipitations est encore amovible. Comme son nom l'indique, le pluviomètre à auget basculeur dispose d'un élément amovible, mais il reste le choix privilégié en matière d'instruments de mesure des précipitations.

Les nouvelles technologies permettant le remplacement du pluviomètre à auget basculeur sont nombreuses et laissent présager de la possibilité d'une station météorologique automatique tout-en-un sans composants amovibles. Parmi celles-ci, on a envisagé un radar Doppler de petite taille et pointé verticalement qui mesure la taille et la vitesse de chaque particule de pluie, de neige ou de glace. Le volume et l'intensité des précipitations sont calculés à partir de la corrélation entre la taille des gouttes et leur vitesse. La vitesse de chute de la goutte permet de déterminer le type de précipitation (pluie ou neige). Le distromètre laser est une autre de ces nouvelles technologies. À l'aide d'un laser optique, le système mesure la taille et la vitesse de chute des particules, puis calcule le taux et les volumes de précipitations cumulés sur la durée. Il est possible de générer d'autres informations de sortie, comme la visibilité météorologique et une estimation de la réflectivité radar. Ces deux technologies existent et sont utilisées depuis quelque temps. Cependant, elles sont désormais disponibles sous la forme de configurations plus petites et financièrement plus accessibles que par le passé. Reste à savoir si l'une de ces technologies, voire une technologie entièrement nouvelle, prendra le relais du pluviomètre à auget basculeur dans les SMA tout-en-un.

À l'heure actuelle, la meilleure option pour la mesure des précipitations, notamment en Afrique où la plupart des précipitations sont sous forme liquide, reste le pluviomètre

LES AVANTAGES ET LES INCONVENIENTS DES STATIONS METEOROLOGIQUES AUTOMATIQUES

UN RÉSEAU DE SYSTÈMES AUTOMATIQUES PRÉSENTE UN CERTAIN NOMBRE D'AVANTAGES ET D'INCONVÉNIENTS PAR RAPPORT AUX SYSTÈMES MANUELS TRADITIONNELS :

AVANTAGES

- **Système autonome**, fonctionnement automatique 24 h/24, 7 j/7, élimination du personnel d'observation (primordial dans les régions éloignées ou soumises à des conditions climatiques rudes ou dangereuses).
- **Fiabilité accrue** : meilleure homogénéité grâce à la standardisation des observations, donc qualité globale supérieure.
- **Précision améliorée** (suppression des erreurs de lectures et de relevés, ainsi que des écarts causés par des différences de lecture des cartes et instruments entre les observateurs).
- **Volume de données recueillies plus important** (p. ex. collecte des données toutes les minutes ou toutes les 15 minutes, selon les besoins, plutôt que toutes les heures ou une à deux fois par jour. Les données sont ensuite analysées et fusionnées avec les données satellites et radar ou celles relatives à la foudre pour permettre au météorologiste de suivre l'évolution du temps de manière quasi instantanée).
- **Correction automatique** ou à distance de l'intervalle d'échantillonnage de différents paramètres en réponse aux événements météorologiques changeants.
- **Assurance et contrôle qualité** lors de la collecte et de l'établissement de comptes rendus, effectués par des systèmes automatiques (comportant des alertes automatiques aux utilisateurs et au personnel de maintenance en cas d'erreurs).
- **Génération et transmission automatiques** de messages météorologiques (comportant des alertes en cas d'atteinte de seuils critiques).
- **Archivage automatique des données**.
- **Données en temps réel** et données archivées accessibles localement ou à distance.

- **Coût initial des instruments** et du matériel connexe, coûts de fonctionnement permanents (entretien, communications, sécurité, etc.). La conception des SMA tout-en-un est prévue pour un entretien minimum, mais les retours au fabricant sont souvent nécessaires pour les réparations de moyenne ou de grande ampleur. Le nombre de systèmes de rechange à disposition est soumis à exigences (à savoir 10 à 20 pour cent du parc installé), ce qui augmente le risque de retours et les coûts associés.
- **En l'absence d'un personnel d'observation**, nécessité d'un système de sécurité plus poussé (et donc plus onéreux).
- **Observation automatique** de l'ensemble des paramètres météorologiques impossible (nécessité de compléter les observations automatiques effectuées depuis des emplacements névralgiques, comme les aérodromes et les observatoires synoptiques centraux, par du personnel qualifié pour fournir des données supplémentaires comme la couverture nuageuse et les types de nuages).
- **Prise en charge de la dernière étape** du contrôle et de l'assurance qualité par des opérateurs qualifiés et disponibles 24 h/24, 7 j/7, assistés par un système automatique qui effectue une analyse préliminaire pour des résultats de meilleure qualité (le coût que représente ce personnel pondère les économies liées à l'élimination d'observateurs sur le terrain).
- **Nécessité de développer** un système complexe d'archivage de données pour le traitement de l'important volume de données générées par un réseau de SMA (système onéreux par nature et exigeant une migration des données à chaque mise à jour logicielle).
- **Restrictions nécessaires** en matière d'instruments (quantité et type) et de matériel local (télécommunications et informatique) en cas d'utilisation de panneaux solaires pour l'alimentation d'une station (susceptibles également d'être vandalisés ou volés).
- **Nécessité de procéder à des maintenances** de routine préventives et, le cas échéant, correctives, ainsi qu'à un étalonnage périodique des capteurs (qui requièrent à nouveau des techniciens de maintenance qualifiés, des capteurs de rechange, des pièces et du matériel de réparation, ainsi que des installations appropriées).
- **Déplacement du personnel parfois nécessaire**, rétention de ce dernier pouvant reposer sur des exigences de développement des compétences informatiques et des techniques de maintenance.

INCONVÉNIENTS

à auget basculeur auquel on ajoute un écran d'Alter pour réduire les effets du vent, ainsi que d'autres appareils pour empêcher les oiseaux de se poser sur le rebord de l'entonnoir de collecte. Depuis quelques années, la conception des pluviomètres à auget basculeur ainsi que les matériaux utilisés pour leur fabrication ont été grandement améliorés, ce qui minimise les tâches d'entretien et d'étalonnage. L'OMM propose des recommandations détaillées en ce qui concerne l'exposition de la jauge, la hauteur du rebord de l'entonnoir de collecte au-dessus du sol étant un élément essentiel.

Les progrès technologiques dans le domaine des panneaux solaires (auxquels s'ajoutent parfois de petites éoliennes) sont tels qu'ils peuvent désormais alimenter les stations les plus larges. Néanmoins, il est nécessaire d'en soigner la conception, notamment en ce qui concerne l'alimentation de secours, pour permettre un fonctionnement nocturne ou durant les longues périodes nuageuses. Le vandalisme et le vol de panneaux solaires sont un autre problème qu'il faut prendre en compte lors de la conception globale d'une station météorologique automatique intégrée. Heureusement, les besoins en alimentation des SMA sont parfois minimes et les panneaux solaires offrent désormais un tel niveau d'efficacité qu'il est possible de les proposer sous un format plus petit, ce qui réduit leur attractivité auprès des voleurs. Le problème peut également être résolu en plaçant les panneaux solaires au sommet des antennes-relais de téléphonie mobile, une solution abordée plus loin.

Les systèmes d'observation hydrologique

Les progrès dans le domaine de la conception de capteurs hydrologiques sont également significatifs. Les réseaux manuels, qui s'appuient sur les relevés d'échelles limnimétriques ou sur de simples jauges de niveau analogiques, sont progressivement remplacés par des indicateurs automatiques de niveau d'eau à télémesure. Les systèmes de suivi du niveau des eaux de surface qui reposent sur des transducteurs, sur des mesures bulle à bulle ou bien sur des capteurs radars ou capteurs à ultrasons ont atteint leur maturité. Ainsi, leur déploiement dans des régions reculées et non contrôlées est possible si les exigences mentionnées auparavant en matière de sécurité, de connectivité et d'alimentation sont respectées. La surveillance automatique du niveau des eaux souterraines, réalisée à l'aide de transducteurs de pression et de capteurs de type bulle à bulle, permet d'obtenir des données cruciales pour la surveillance de sécheresses.

En matière de connectivité, les stations hydrologiques automatiques sont généralement désavantagées par rapport aux stations météorologiques automatiques, car elles sont souvent installées sur des terrains de basse altitude (au fond des vallées par exemple). Cependant, les avancées technologiques observées depuis quelques années



CRÉDIT PHOTO : SARINE ARSLANIAN/SHUTTERSTOCK.COM

permettent d'envisager un certain nombre de solutions pour le raccordement des stations hydrologiques situées dans les zones les plus reculées. Les stations peuvent être raccordées à des endroits disposant d'un bon signal GSM ou GPRS grâce aux réseaux étendus de faible puissance. La mise en place de liaisons radio est également possible. Enfin, si aucune solution terrestre n'est envisageable, la transmission des données depuis les stations peut être effectuée à l'aide de liaisons montantes par satellite (avec le système de collecte et de diffusion de données EUMETSAT par exemple).

Les nouvelles méthodes de détection active à distance récemment découvertes, comme l'altimétrie satellitaire, laissent supposer que la surveillance depuis l'espace du niveau des eaux des grands fleuves, barrages et lacs sera une possibilité. En intégrant les données d'altimétrie satellitaire aux réseaux de stations hydrologiques automatiques, la qualité de l'information qui découle des mesures par points (effectuées par les stations automatiques) peut être améliorée pour représenter des zones plus vastes.

De même, les techniques de détection passive à distance (notamment depuis des satellites disposant de capteurs micro-ondes et de capteurs de lumière visible ou infrarouge) sont particulièrement adaptées à la surveillance de l'évapotranspiration et de l'humidité du sol. Si on ajoute à cela des observations in situ du temps et du niveau des eaux souterraines, les données ainsi obtenues offrent des renseignements précis sur les sécheresses agricoles et hydrologiques.

Le système intégré de gestion des ressources en eau est un élément essentiel de l'infrastructure de surveillance hydrologique. Sans cela, les différents systèmes d'observation se contenteraient d'envoyer des données à un serveur ou à un système de gestion des données sur le cloud, alimentant (plusieurs) grandes bases de données, sans autre intérêt. Bien que les séries chronologiques hydrologiques revêtent une importance considérable pour un grand nombre d'applications et d'utilisateurs, l'ampleur de l'information qu'elles permettent de générer n'est pas comparable à celle

des flux de données hydrométéorologiques disponibles. Les systèmes automatiques posent les fondations d'une gestion intégrée des ressources en eau. L'association des données météorologiques et hydrologiques permet de réduire les délais d'alerte précoce en cas de crues. En outre, elle permet la modélisation de l'écoulement des rivières et une meilleure compréhension des interactions entre les précipitations et les ressources en eau de surface et souterraines. Il est possible d'observer et de prévoir les sécheresses agricoles et hydrologiques. Ainsi, les législateurs disposent d'un temps de réponse et d'adaptation pour proposer des mesures d'atténuation. En outre, des stratégies de planification et d'attribution des ressources en eau peuvent être développées, dans l'optique de créer des systèmes destinés à une gestion juste et durable de ces ressources.

LA DÉLIVRANCE DES LICENCES PASSIVE À DISTANCE : DES OBSERVATIONS DE SURFACE POUR DÉCRIRE LES ÉVÉNEMENTS À L'ÉCHELLE NATIONALE

Les réseaux d'observation mentionnés précédemment fournissent des mesures de l'emplacement d'un point en surface. Ces mesures sont adaptées à de nombreuses situations, mais elles ne permettent pas d'obtenir une vue d'ensemble des événements météorologiques à l'échelle nationale. Cela est d'autant plus vrai en ce qui concerne les précipitations qui subissent d'importantes variations

géographiques et temporelles. Même si les observations satellites peuvent permettre d'estimer les précipitations sur une région donnée, le radar météorologique, une technologie de détection active, est depuis toujours l'instrument de prédilection pour la mesure des précipitations⁶². Cependant, ces radars sont chers et leur coût d'installation, de fonctionnement et d'entretien est élevé. Ainsi, leur déploiement dans les pays les moins avancés d'Afrique s'est avéré irréalisable⁶³.

Une grande partie des précipitations totales annuelles en Afrique subsaharienne est causée par les énormes orages qui se rassemblent dans la zone dite de convergence intertropicale (ZCIT). Lorsque ces nuages à développement rapide atteignent la maturité, ils s'étendent depuis près de la surface jusqu'à la couche supérieure de la troposphère (située entre 10 et 20 km au-dessus de la surface terrestre). En plus des fortes averses, les orages tropicaux produisent de nombreux éclairs internuageux et nuage-sol (cet ensemble est nommé foudre totale). De nombreuses régions de l'Afrique subsaharienne, plus précisément de l'Afrique équatoriale, sont parmi les plus orageuses sur Terre.

Par chance, les SMHN d'Amérique du Nord et d'Europe, les organismes de recherche et une poignée de fournisseurs ont, depuis quelques années, réalisé des avancées significatives sur le front des technologies de localisation de la foudre⁶⁴ et du traitement des données que celles-ci produisent. Ces systèmes passifs complètent les observations des orages de foudre effectuées par les capteurs radar et satellites. Ils représentent désormais un substitut efficace et facile d'entretien aux radars météorologiques, ces systèmes complexes s'étant avérés peu pratiques⁶⁵. Étant donné que

⁶² Le radar est un « capteur actif » : il émet des impulsions électromagnétiques dans l'atmosphère, produisant des échos électromagnétiques. Le radar analyse ensuite ces échos de façon à déterminer diverses propriétés des particules présentes dans l'air, telles que leur emplacement et leur mouvement.

⁶³ RG du Preez, S. Pikheth Sr., R. Burger Sr. et J. Holm Sr., « Operational weather radar networks in Africa: A South African case study », 18 septembre 2015, 37^{ème} conférence de la société américaine de météorologie (AMS) sur la météorologie par radar, ams.confex.com/ams/37RADAR/webprogram/Paper275516.html.

⁶⁴ Les systèmes de localisation de la foudre sont des « capteurs passifs » : ils n'émettent pas d'ondes électromagnétiques, mais détectent des signaux électromagnétiques produits naturellement par la décharge de foudre.

⁶⁵ Ce propos est fondé sur un vaste corpus de recherches appliquées menées depuis les années 1970 en Amérique du Nord (ainsi qu'en Europe dans une moindre mesure) par des entités publiques et privées, ainsi que sur l'expérience de la mise en œuvre expérimentale et opérationnelle de systèmes de localisation de la foudre dans des régions où les radars météorologiques ne peuvent pas être employés durablement. Ces trente années de recherches ont débouché sur la mise au point de technologies de géolocalisation considérablement améliorées et sur l'établissement de corrélations entre les décharges de foudre et la structure de l'orage qui les produit. Voir, par exemple, Chonglin (Charlie) Liu, Elena Novakovskaia et Stan Heckman, « Creating Proxy Radar Reflectivity Maps from Total Lightning Data », Earth Networks, 2012, www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications/IOM-109_TECO-2012/Session1/P1_17_Liu_Proxy_Radar_Reflectivity_from_Lightning_Data.pdf. Ces études comparent et mettent en lien les éclairs nuage-sol et intranuageux géolocalisés et les observations radar des nuages à l'origine des éclairs. Par exemple, des efforts considérables ont été réalisés aux États-Unis en matière d'utilisation de radars météorologiques Doppler bande S/à double polarisation (opérés par la NOAA) dans le cadre d'études comparatives et de corrélations à partir des données de localisation de la foudre fournies par trois ou quatre entreprises différentes. Les algorithmes de corrélations qui résultent de ces études indiquent la trajectoire et la vitesse des tempêtes à venir à partir de l'estimation du champ de réflectivité radar (une pseudo réflectivité p. ex.) et du régime estimé de précipitation des pluies. Ces algorithmes ont été appliqués avec succès dans différents endroits du monde, par exemple dans le cadre du réseau de démonstration national en Guinée, en œuvre pour la troisième année consécutive au moment de la rédaction du présent rapport. Quelques exemples sont présentés dans les figures de la section ci-après sur « l'importance de la coopération régionale ».

⁶⁶ Pour comparer les coûts du radar et du système de détection de la foudre, il faut considérer que le prix d'usine d'un radar bande X s'élève à 500 000 dollars US, atteint un million de dollars US pour un radar bande C, et deux millions de dollars US pour un radar bande S. Les coûts de transport et d'installation varient considérablement en fonction de la distance à parcourir et de l'environnement d'installation. La plupart des installations représentent 10 à 50 % du coût du système, mais cette proportion peut être bien plus élevée dans le cas de d'installations complexes ou de sites difficiles d'accès. Les dépenses opérationnelles annuelles courantes s'élèvent généralement à environ 10 % du coût annuel du système, toutefois, en fonction de la situation, les coûts liés aux services de télécommunication et les frais de carburant peuvent vite exploser. Compte tenu des problèmes d'obstruction du faisceau pouvant survenir sur les terrains difficiles, il pourra s'avérer nécessaire d'installer un nombre important de radars dans certaines régions sujettes aux crues soudaines et accueillant un nombre substantiel d'habitants, de façon à réaliser un suivi approprié. Un système de localisation de la foudre peut coûter environ 100 000 dollars US s'il est livré par le fabricant et installé sur une tour de transmission privée. Le nombre de capteurs nécessaires dépend de la taille du pays ou de la région à couvrir : cinq à dix capteurs suffiraient à couvrir la plupart des pays d'Afrique (le fonctionnement de la technologie n'étant pas affecté par le type de terrain). Ainsi, un réseau national de localisation de la foudre coûterait entre 500 000 et un million de dollars US, ce qui équivaut au coût d'un radar bande X de faible qualité ou d'un radar bande C de pointe. La différence réside dans le fait que le réseau de localisation de la foudre permettrait de couvrir d'ensemble du pays (et même une partie de la région environnante) tandis que le radar se limiterait à une zone circulaire d'un rayon de 40 à 50 km (bande X) de 100 à 125 km (bande C). Les dépenses opérationnelles pour le réseau de localisation de la foudre seront faibles en matière de maintenance (s'agissant d'un système passif) mais les coûts liés aux communications équivaudront à celles des radars (50 000 à 500 000 dollars US par an pour un réseau national). Toutefois, des modèles commerciaux novateurs impliquant d'établir un partenariat avec une société de téléphonie mobile pourraient réduire considérablement ce coût (voir la section consacrée aux partenariats public-privé).

le coût d'installation et d'entretien de ces technologies de localisation de la foudre est également moins élevé⁶⁶ que celui des radars météorologiques, elles sont une option intéressante pour de nombreux pays d'Afrique.

Étant donné que les capteurs de foudre peuvent individuellement fournir des informations utiles concernant la fréquence des éclairs situés dans leur zone de détection (quelques centaines de kilomètres), un réseau constitué de tels capteurs permet d'effectuer la géolocalisation des orages et la surveillance de leur évolution sur l'ensemble d'un pays ou d'une région. Idéalement, les pays d'une région donnée s'accordent sur l'emplacement des capteurs et sur le partage de l'information afin d'améliorer l'efficacité des réseaux et d'en réduire les coûts.

Grâce aux récentes avancées en matière de détection des foudres totales (d'ordre spatio-temporel), couplées aux progrès réalisés dans le domaine des technologies de télécommunication, la réception et le traitement rapide des signaux émis par les réseaux régionaux de capteurs de foudre ont été grandement améliorés. Cela a permis la collecte d'ensembles de données utiles sur la fréquence et la localisation des décharges, ainsi que sur leur intensité, leur polarité, etc. Ces réseaux ont ouvert la voie à la surveillance en temps quasi réel des éclairs lorsqu'un orage se produit, permettant d'anticiper en grande partie l'évolution de ce dernier. La superposition des données provenant d'un réseau de localisation de la foudre avec des observations satellites visibles et infrarouges, ainsi qu'avec des champs de réflectivité radar (le cas échéant) permet la réalisation de mosaïques. Les prévisionnistes s'intéressant aux conditions météorologiques extrêmes pourront en retirer des statistiques précieuses sur l'emplacement approximatif des menaces potentiellement mortelles.

Ensuite, en s'appuyant sur des corrélations entre, d'une part, la fréquence géographique et chronologique des éclairs et, d'autre part, l'évolution de l'orage et les taux de précipitations relevés par le radar, il est possible d'établir une cartographie du taux d'éclairs dans un format de présentation assez similaire à celui de la réflectivité radar. Ces valeurs de réflectivité apparente peuvent être utilisées pour la surveillance de l'évolution et du déplacement des orages. En appliquant des formules comparables à celles employées par les champs de réflectivité radar, les valeurs relatives à la foudre peuvent être exploitées afin de fournir une estimation des précipitations. En les accumulant au fil du temps, comme c'est le cas pour les estimations des précipitations par radar, il est possible d'obtenir une estimation globale des précipitations cumulées sur une période allant d'une heure à plusieurs jours, plusieurs semaines ou plusieurs mois. Ces exemples montrent clairement les possibilités offertes par les techniques modernes de détection passive et les systèmes avancés de traitement des signaux.



LES ORAGES À DÉPLACEMENT RAPIDE ENGENDRENT DES CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES EXTRÊMES PROVOQUANT DES DÉGÂTS SUR LES RÉCOLTES ET LA MORT DU BÉTAIL, CE QUI AFFECTE LES MOYENS DE SUBSISTANCE. TOUS LES ANS, ON RECENSE ENVIRON 260 DÉCÈS CAUSÉS PAR LA Foudre UNIQUEMENT EN AFRIQUE DU SUD.

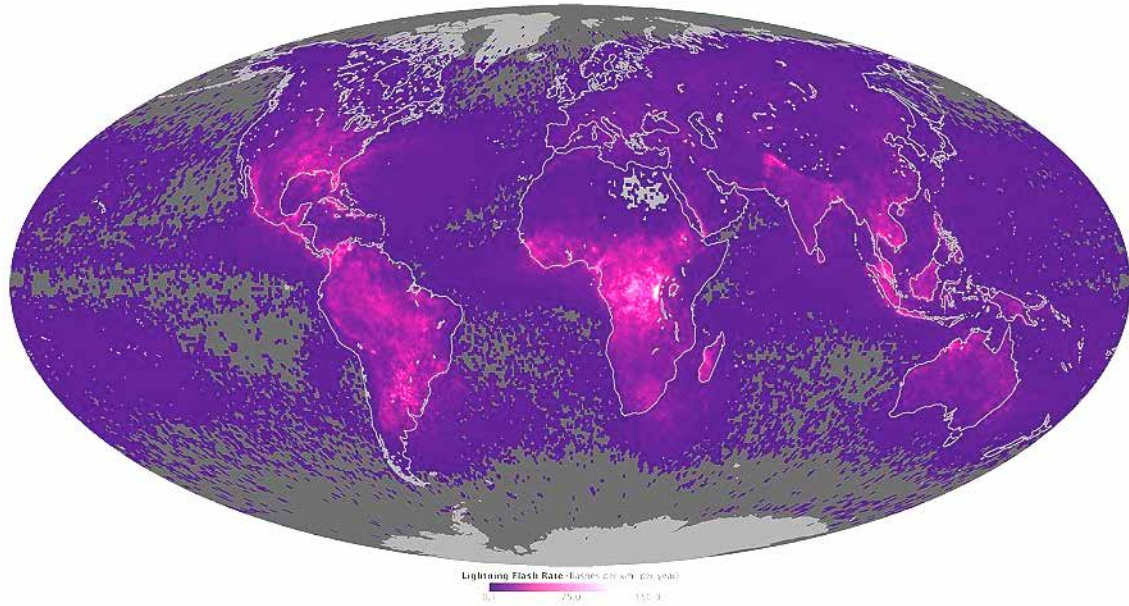
Les éclairs nuage-sol représentent une des principales menaces potentiellement mortelles en Afrique subsaharienne. Chaque année, on compte de nombreux décès dus à la foudre, en raison notamment de l'absence d'alertes lorsqu'une tempête d'orage est en approche (voir le paragraphe intitulé « Le mauvais temps fait des ravages en Afrique » p. 26). (Par ailleurs, les communautés situées dans des régions reculées sont souvent peu sensibilisées à la manière de se protéger des orages d'une telle intensité et ne savent pas où trouver refuge.) Même dans les pays développés, l'émission d'alertes lors de la survenue d'orages aussi dangereux (qui peuvent être accompagnés de vents forts soufflant en rafales et provoquer des crues soudaines à la suite d'intenses précipitations locales) s'avère semée d'embûches, notamment lorsqu'ils se déplacent rapidement. Cependant, il a été démontré dans plusieurs régions (notamment en Guinée) qu'un suivi de ces orages grâce au déplacement de leurs décharges de foudre est possible. Si ce suivi peut être effectué en temps quasi réel, il donnera naissance à un service d'alerte précoce et de prévision immédiate. (Il est également nécessaire d'envisager la manière de diffuser cette information en temps voulu. Il s'agit là d'un exemple de problème du « dernier kilomètre ». L'envoi de messages vers les mobiles peut être une option viable pour entrer en contact avec les populations qui savent se servir de cette technologie. Une collaboration avec les stations radio locales est également possible.)

Les systèmes de détection de la foudre totale et de tout autre type de foudre présentent un défaut particulier. Leur utilisation requiert qu'au moins une décharge de foudre se soit produite pour en déduire la présence d'une convection profonde, de précipitations ou de tout autre élément météorologique. Dans le cas d'une convection profonde, cela signifie que les premières étapes de formation d'un nuage sont indétectables. En outre, certaines précipitations

FIGURE 4.1

CETTE CARTE RÉALISÉE PAR LA NASA INDIQUE LE NOMBRE MOYEN ANNUEL D'ÉCLAIRS PAR KILOMÈTRE CARRÉ ENREGISTRÉ ENTRE 1995 ET 2013.

En constatant la densité des éclairs répertoriés en Afrique, le *Daily Mail* a qualifié le continent de « capitale mondiale de la foudre ».



proviennent de nuages stratiformes (en couches superposées) qui sont rarement à l'origine d'éclairs. Les réseaux de détection de la foudre doivent être complétés par d'autres systèmes d'observation afin de détecter les précipitations correspondant à des orages en formation et issues de nuages stratiformes. Les observations satellitaires et les technologies émergentes en matière d'évanouissement de signal dû à la pluie offrent de nombreuses possibilités dans ce domaine.

Outre leurs contributions locales au Système mondial d'observation, plusieurs pays développés disposent d'un ensemble d'instruments météorologiques spatiaux, placés sur orbite géostationnaire ou polaire, afin de fournir des données satellitaires. Ces dernières contribuent à améliorer notre compréhension du temps, de l'eau et du climat sur des niveaux allant de l'échelle sous-synoptique à l'échelle mondiale. Tandis que les observations satellitaires peuvent étayer certaines prévisions à court terme et (en ce qui concerne le climat) à long terme, les données générées par la plupart des systèmes satellitaires opérationnels sont en général mal étalonnées et ne proposent pas un niveau de granularité suffisant pour être utiles en tant que telles à la création d'une information hydrométéorologique locale exploitable par les agriculteurs, les industries extractives, les banques et les petites entreprises dans le cadre de la gestion des risques et de l'optimisation de la productivité. (Pour en savoir plus sur la manière dont les données météorologiques contribuent à l'évaluation du risque, voir le paragraphe

consacré aux assurances p. 78.) Cependant, comme mentionné auparavant, si les prévisionnistes ont accès en temps opportun aux satellites d'observation de haute résolution, ces derniers peuvent être utilisés pour compléter les données de surface relatives à l'hydrométéorologie et à la foudre. Cela favorisera par la suite la production de prévisions immédiates, de prévisions hydrométéorologiques localisées et d'alertes spécialisées.

L'EXPLOITATION DU RÉSEAU MOBILE POUR LE CHOIX DU SITE DES SMA

Le secteur des télécommunications a souvent été cité comme un partenaire pertinent pour la collecte de données et la transmission de l'information hydrométéorologique critique à destination des utilisateurs, notamment ceux en zones rurales. Avant, on entendait par là des lignes téléphoniques câblées ou des systèmes radio capricieux. Heureusement, parallèlement aux avancées dans le domaine des technologies météorologiques déjà mentionnées, les réseaux mobiles sont en pleine expansion en Afrique subsaharienne. Cette technologie ouvre de nouvelles possibilités en matière de collecte de données et de diffusion de l'information hydrométéorologique. De telles opportunités auraient été inconcevables dix ans auparavant.

Le déploiement de réseaux mobiles sur l'Afrique subsaharienne est un des phénomènes techno-sociologiques les plus incroyables de ce début de XXI^e siècle. Dans les pays en développement de la région, le téléphone mobile a permis de brûler certaines étapes du développement technologique. Ces pays ne disposeront sans doute jamais de réseaux téléphoniques câblés ou de réseaux de données à l'échelle nationale. Les gens sont partout et les antennes-relais suivent la même tendance. Selon les estimations, il était prévu que le nombre de contrats de téléphonie mobile dépasse le nombre d'habitants en Afrique subsaharienne pour la première fois en 2015⁶⁷.

Du point de vue des SMHN, ce déploiement offre plusieurs possibilités. L'une d'entre elles consiste à tirer profit des réseaux mobiles locaux pour concevoir des réseaux d'observation robustes à l'échelle nationale, synoptique et locale⁶⁸. Comme pour toute organisation à but lucratif, l'entretien du matériel contribuant à la prestation des services proposés par les entreprises de l'industrie téléphonique (ou par les entreprises de services chargées de la maintenance de leurs antennes-relais) présente de nombreux avantages pour ces dernières. En effet, celles-ci disposent d'un flux de trésorerie leur permettant de fournir des services électriques fiables, un détournement automatique des lignes en cas d'interruption et une connexion large bande à chaque antenne-relais. Ces entreprises disposent également d'électriciens et de mécaniciens qualifiés pour l'installation et l'entretien de l'équipement placé au pied de chaque antenne-relais (souvent formés dans le pays en question et payés suffisamment pour assurer leur rétention). Le système de communication permettrait également de tenir les SMHN informées en cas d'interruption du fonctionnement des SMA, dont la vérification ou le remplacement pourraient être effectués par l'une des deux entreprises mentionnées précédemment.

On pourrait envisager un système d'observation météorologique local à l'échelle nationale ou régionale, constitué d'un réseau de stations placé sur les antennes-relais ou à proximité. Si l'on en croit leurs caractéristiques, ces dernières sont à même de garantir des télécommunications stables et en toute sécurité. Les stations qui y sont installées devraient donc être d'une grande fiabilité. Malheureusement, étant donné que les antennes-relais sont placées en fonction des besoins en matière de communication, il paraît peu probable que leur emplacement soit représentatif d'une vaste région ou qu'il permette d'effectuer des observations de bonne qualité des éléments utiles ou encore qu'il couvre l'ensemble des sites où des observations et des mesures particulières sont requises. Cependant, étant donné que



DES PRÉVISIONS FIAIBLES, PRÉCISES ET RAPIDES OFFRENT AUX PETITS AGRICULTEURS DE NOUVELLES OPPORTUNITÉS D'AMÉLIORER LEUR PRODUCTIVITÉ. CRÉDIT PHOTO : ©FIDA/MWANZO MILLINGA

chaque antenne-relais sert de station de transmission de base pour les téléphones (et autres émetteurs-récepteurs) présents dans la zone géographique autour de l'antenne (à savoir sa zone de service), il vaut mieux que la station d'observation locale installée sur l'antenne ou à proximité remplisse une fonction similaire. En d'autres termes, la station locale pourrait effectuer des observations depuis sa zone d'implantation, mais également faire office de nœud de collecte central pour d'autres stations d'observation hydrométéorologique situées dans sa zone de service. De cette manière, les stations d'observation locales placées sur les antennes-relais ou à proximité seraient composées d'un réseau fédérateur extrêmement fiable et conçu judicieusement pour permettre à chaque station d'assurer la réception, le stockage (temporaire) et la transmission de données provenant d'autres sites, comme des mesures de température et de pluviométrie à l'appui des services de météorologie dédiés à l'agriculture locale situés dans leur zone de service. Le réseau pris dans sa globalité témoignerait ainsi d'un haut degré de résilience.

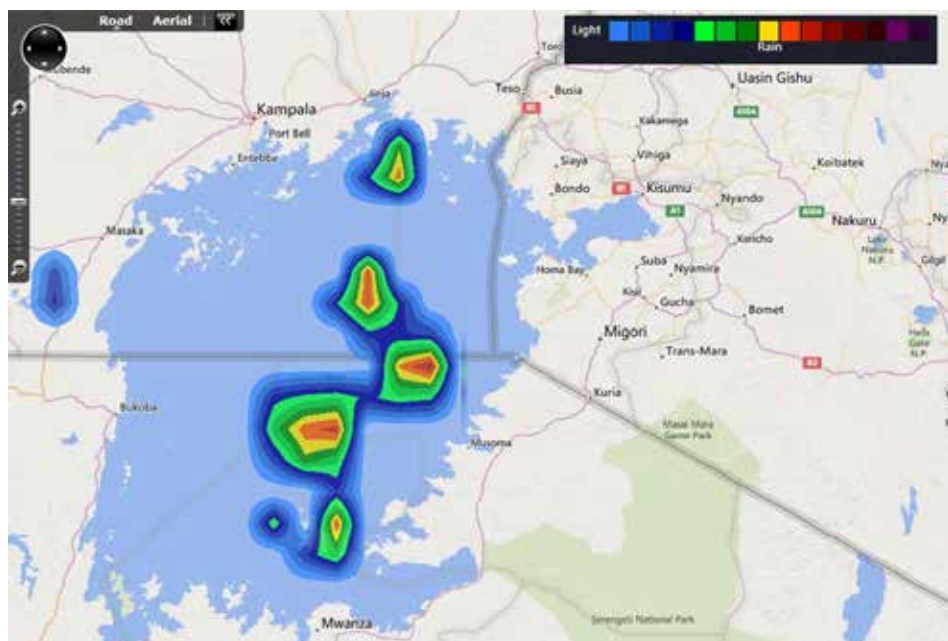
Comme indiqué précédemment, en vertu du programme WIGOS (Système mondial intégré des systèmes d'observation

⁶⁷ Pour en savoir plus sur la progression de la téléphonie mobile, veuillez consulter le rapport GSMA intitulé « Mobile Economy 2014: Sub-Saharan Africa », www.gsma.com/newsroom/press-release/gsma-report-forecasts-half-a-billion-mobile-subscribers-ssa-2020/.

⁶⁸ Outre la prestation de services de communication externe, les entreprises de téléphonie mobile peuvent également jouer le rôle de fournisseur conventionné de services TIC au sein des SMHN. Il s'agit souvent d'un moyen moins coûteux et plus efficace d'obtenir des services TIC en interne qui soient sûrs, flexibles et résilients, l'autre option consistant pour les SMHN à recruter et entretenir leur propre personnel TIC.

FIGURE 4.2

Visualisation en temps réel de l'intensité estimée des précipitations d'orage, générée par l'infrastructure informatique du Projet pilote sur la prévision immédiate du temps violent basée sur la détection de la foudre totale dans la région du lac Victoria.



de l'OMM), la documentation relative à l'emplacement de chaque station d'observation locale située sur une antenne-relais, à proximité ou ailleurs, doit être dûment complétée et accessible facilement. Pour en savoir plus sur l'application des recommandations de l'OMM concernant l'installation des SMA sur les antennes-relais, voir p. 60.

En outre, les capteurs permettant la détection et la localisation de la foudre sont adaptés à une installation sur antenne-relais ou à proximité, comme le prouve le projet pilote mis en place sur le lac Victoria et expliqué plus en détail ci-après. Un réseau constitué de ce type de capteurs est très attractif, car ces derniers sont passifs et donc peu gourmands en énergie. Il complète par ailleurs le réseau téléphonique mobile qui fournit des systèmes de communication à large bande, fiables et nécessaires au renvoi des données vers un serveur de traitement central.

La section 5 traitera plus en détail du thème de l'exploitation des réseaux mobiles pour la diffusion et la monétisation de l'information hydrométéorologique.

L'IMPORTANCE DE LA COOPERATION REGIONALE

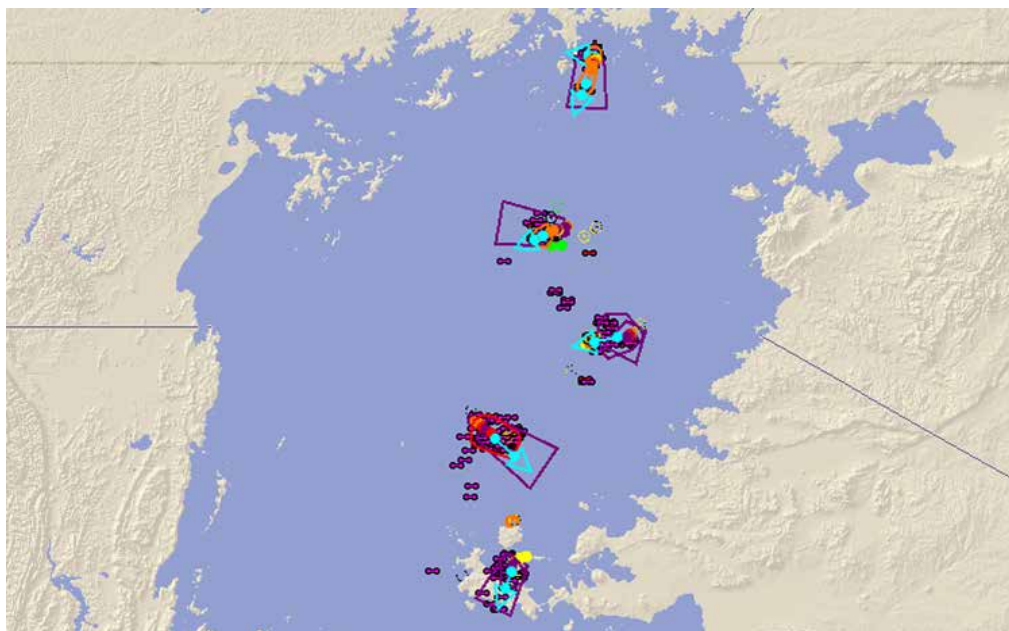
Les événements hydrométéorologiques ne s'arrêtent pas aux frontières. Les pluies d'un pays peuvent provoquer des crues soudaines dans un autre. Une sécheresse dans une nation

donnée donnera lieu à une baisse des eaux des rivières à un niveau insuffisant pour assurer l'irrigation des nations en aval. Il est nécessaire d'augmenter la coopération, le partage des données et la compatibilité des systèmes afin d'améliorer les systèmes d'alerte précoce, ainsi que l'ensemble des relevés climatologiques du continent africain. L'amélioration de la surveillance locale et de la surveillance à l'échelle synoptique rend possible le partage des données et de l'information hydrométéorologiques spécifiques à chaque pays par le biais du programme WIGOS et du Système mondial de télécommunications. Les données d'utilité transnationale échangées entre les régions frontalières peuvent améliorer les analyses réalisées par chacun des pays concernés et, par là même, renforcer la précision des prévisions le long de la frontière. Cela permet l'émission d'alertes précoces en cas de tempêtes prenant naissance dans un pays A, mais dont la véritable fureur se manifesterait seulement au moment d'atteindre un pays B. Dans certaines régions (le lac Victoria par exemple), il serait bon d'envisager des systèmes de surveillance régionaux conçus précisément pour générer des données et des prévisions destinées, non pas seulement à un pays, mais à une région tout entière.

La collaboration en faveur d'un système de surveillance hydrométéorologique panafricain a commencé aux alentours de 2008, lorsque Kofi Annan et le Forum humanitaire mondial (Global Humanitarian Forum) ont lancé l'initiative Weather Info for All (WIFA), dont l'objectif

FIGURE 4.3

Cette technologie repère les orages actifs dangereux à l'aide de polygones. Les SMHN s'appuient sur ces polygones pour émettre des alertes précoces destinées aux pêcheurs et aux communautés installées au bord des lacs, susceptibles d'être affectés par ces orages.



était d'établir un ensemble de partenariats public-privé avec des entreprises de l'industrie des télécommunications pour permettre l'installation de 5 000 SMA sur le continent⁶⁹. La première étape consistait en un projet de démonstration mis en œuvre autour du lac Victoria. Ce projet n'a jamais vraiment abouti ni tenu ses promesses en raison d'un soutien politique limité, d'une appropriation insuffisante au niveau local et de la déroute du Global Humanitarian Forum.

Ce premier échec n'a cependant pas entamé l'intérêt des pays voisins, à savoir le Burundi, le Kenya, l'Ouganda, le Rwanda et la Tanzanie, à l'idée de proposer une meilleure assistance météorologique dans la région du lac Victoria. Un nouveau projet pilote a été lancé en 2014 pour tenter de prendre à bras-le-corps les défis uniques qu'impose la création d'un réseau météorologique intelligent dans la région. Le « Projet pilote sur la prévision immédiate du temps violent basée sur la détection de la foudre totale dans la région du lac Victoria » a rassemblé un groupe d'acteurs divers et variés des secteurs public et privé, au sein duquel la Communauté d'Afrique de l'Est (EAC) jouait un rôle essentiel pour mettre en route le projet, renforcer la volonté politique de l'ensemble des pays concernés et vérifier que le projet faisait bien mention d'un transfert de technologies et de connaissances⁷⁰. Parmi les principaux acteurs, on comptait

des techniciens et des formateurs provenant de la société privée Earth Networks, des experts techniques et des experts en mobilisation communautaire dépêchés par ACLE (Centres africains pour la foudre et l'électromagnétisme) qui est un organisme à but non lucratif de la région, ainsi que des dirigeants de SMHN issus du secteur public.

À ce jour, le déploiement de l'ensemble des stations prévues par le projet pilote pour assurer la couverture de la région a été effectué avec succès. Ce système d'alerte précoce repose sur des réseaux de SMA en temps réel installées sur des antennes-relais de téléphonie mobile et équipées de capteurs de foudre totale. Les données d'observation in situ de ce système sont déposées dans des entrepôts de données sur le cloud et sont intégrées dans des systèmes de prévision immédiate et de prévision numérique du temps (PNT). Cette solution permet aux quatre SMHN d'accéder facilement aux observations de surface et aux données de prévision pour la réalisation d'analyses historiques et d'analyses des conditions météorologiques actuelles en temps réel.

Si toutes les stations sont constamment alimentées en électricité et disposent d'une connexion Internet en continu, le réseau mis en place par le projet pilote permet une détection des éclairs nuage-sol par les capteurs à haute

⁶⁹ Sur les trois phases de l'initiative WIFA qui étaient prévues, une seule a été menée à bien avant que le Forum humanitaire mondial mette un terme à l'ensemble de ses activités en 2010 en raison d'un manque de financements (OMM, 2013).

⁷⁰ Rencontre des chefs de services météorologiques et groupe de travail EAC/WCRP/WWRP relatif au projet pilote pour la prévision immédiate dans la région du lac Victoria, Arusha, Tanzanie, 5-7 mai 2014, Secrétariat de l'EAC, réf : EAC/SR/2014.

résolution spatiale efficace à plus de 95 pour cent. La détection des éclairs intranuageux de la région est, quant à elle, efficace à plus de 60 ou 70 pour cent. On peut ainsi en retirer des données essentielles sur le développement et le comportement des orages. Au maximum de sa capacité, le système génère des données détaillées sur la foudre totale utiles à l'identification et au suivi des cellules orageuses dans la région et servant d'outil de suivi de l'intensité, de la position et du déplacement des orages. Le système de localisation de la foudre offre une précision optimale sur une portée de 200 à 300 mètres.

Le traitement de cette information est ensuite réalisé par le biais de l'infrastructure de « cloud computing » pour permettre la création d'un système intégré d'alerte précoce. L'ensemble des points et couches de données est représenté visuellement dans un environnement d'affichage spécialisé, grâce auquel les SMHN peuvent émettre des alertes précoces de manière simplifiée. Une série de formations sur la mise en place de cette nouvelle technologie a été dispensée à une poignée d'employés des SMHN. Par ailleurs, le projet cherche à poursuivre ces formations afin de s'assurer que les météorologistes comme les techniciens sur le terrain pourront pleinement exploiter l'information générée par le système. Cette modalité a permis d'introduire la notion de connaissance totale de la situation, notion qu'elle tend à inscrire sur la durée dans cette vaste région, en proposant un suivi en temps réel de l'imminence des dangers et l'émission automatique d'alertes si ces dangers venaient à se manifester. Cela signifie qu'il est désormais possible d'émettre des alertes précoces au lieu et en temps voulu, sans avoir à installer des radars météorologiques hors de prix et exigeants en matière d'entretien.

La coopération politique sur les questions de mise en œuvre et de partage des données est de toute évidence essentielle. Il en va de même pour le transfert des connaissances et des compétences vers les SMHN aux capacités internes limitées. En outre, l'utilisation d'une technologie innovante à base commune pour la surveillance et les interventions météorologiques en temps réel assure la cohérence des données, ainsi que celle des protocoles d'alerte et de modélisation, ce qui en fait une étude de cas intéressante en matière de coopération transfrontalière.

De nombreux projets sont actuellement mis en œuvre en Afrique subsaharienne visant à améliorer l'information et les services climatologiques, ainsi que l'émission d'alertes précoces. Grâce aux bailleurs de fonds et aux programmes institutionnels, ce creuset d'assistance offre une large gamme d'options techniques, de suggestions en matière de politiques et de véhicules de soutien aux décideurs au sein des SMHN. Pour vérifier que les technologies fournies par ces programmes fonctionnent en synergie dans les pays concernés et au-delà des frontières, il est nécessaire d'obtenir le soutien d'entités engagées dans la coopération régionale

et d'assurer l'organisation et la coordination entre les SMHN. Voici une liste non exhaustive des principaux acteurs dans le domaine de l'information et des services climatologiques en Afrique subsaharienne :

- **Le Projet de renforcement de l'information climatique et des systèmes d'alerte précoce et le Programme CIRDA, tous deux parrainés par le PNUD** (p. 28).
- **Le projet d'amélioration des prévisions et alertes de temps violents dans les pays en développement (Severe Weather Forecasting Demonstration Project, SWFPD) de l'OMM.** Ce projet a amélioré les délais d'émission d'alertes et la fiabilité de ces dernières lors d'événements à forte incidence, comme les précipitations abondantes, les vents forts et les hautes vagues. Il a renforcé l'interaction avec les agences de gestion des catastrophes et de protection civile, ainsi qu'avec les communautés locales et les médias. Le projet SWFPD apporte une contribution majeure à la réduction des risques de catastrophe et soutient les Objectifs du Millénaire pour le développement sur les questions de développement durable et d'adaptation au changement climatique. Il est utile à divers secteurs socio-économiques, notamment l'agriculture, la pêche, l'aéronautique et le transport maritime.
- **Le Fonds spécial ClimDev-Afrique** (programme Climat pour le Développement en Afrique). L'objectif du Fonds spécial ClimDev-Afrique (FSCD) consiste à renforcer les capacités institutionnelles des organismes nationaux et sous-régionaux en Afrique pour définir et mettre en œuvre des politiques efficaces en faveur du climat en proposant une information à jour à l'appui des activités connexes ». Le Fonds spécial ClimDev-Afrique est l'un des trois composantes du programme ClimDev-Africa, les deux autres étant le Centre africain pour la politique en matière de climat de la Commission économique des Nations Unies pour l'Afrique (CEA) et l'Unité de changement climatique et de lutte contre la désertification de la Commission de l'Union africaine (CUA).
- **Le projet Climate Services for Action Africa.** Le projet « Climate Services for Action Africa », mis en œuvre au Malawi et en Tanzanie, fait partie du Cadre mondial pour les services climatologiques (CMSC). Il s'agit d'un projet pilote multipartenarial visant à fournir une information météorologique et climatologique afin d'améliorer la gestion des risques climatiques en matière de santé et de sécurité alimentaire. Son exécution résulte de l'effort conjoint du Programme alimentaire mondial (PAM), de l'Organisation météorologique mondiale (OMM), de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), de la Fédération internationale des Sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge (FICR) et de plusieurs instituts

de recherche dont le Programme de recherche du CGIAR sur le Changement Climatique, l'Agriculture et la Sécurité Alimentaire (CCAFS), le Centre de recherche international sur l'environnement et le climat (CICERO) et le Christian Michelsen Institute (CMI). Le projet fait appel aux employés de l'industrie radiophonique et de la téléphonie mobile, ainsi qu'à des vulgarisateurs agricoles, pour fournir une information météorologique et climatologique adaptée aux besoins des petits agriculteurs et des éleveurs, leur permettant ainsi d'améliorer leur production agricole et animale. Les projets pilotes déployés au Malawi et en Tanzanie serviront de modèles sur la manière dont différents organismes peuvent travailler de concert à la conception et à la mise en œuvre de services climatologiques complets dans les secteurs de l'humanitaire et du développement.

- L'initiative Strengthening Climate and Disaster Resilience in Sub-Saharan Africa.** L'Organisation météorologique mondiale, la Banque africaine de développement et le Groupe de la Banque mondiale ont lancé cette initiative pour la modernisation et le renforcement des services météorologiques et hydrologiques d'Afrique subsaharienne en juin 2015. Ces services sont essentiels au renforcement de la résilience face aux phénomènes climatologiques extrêmes et au développement économique.
- Le partenariat Climate Services for Resilient Development.** Ce partenariat a pour objectif de développer de nouveaux outils, services et approches pour combler les écarts technologiques et organisationnels, afin de renforcer la résilience des populations du monde entier au changement climatique. L'USAID (l'Agence des États-Unis pour le développement international) a versé 10 millions de dollars US au titre de ce partenariat, les contributions financières et en nature des institutions à l'origine de ce partenariat s'élevant au total à 34 millions de dollars US. Ces institutions sont : l'USAID (qui s'appuie sur la NOAA, la NASA et d'autres agences des États-Unis), le gouvernement du Royaume-Uni (le Ministère du Développement international et l'Office météorologique du Royaume-Uni ou *Met Office*), la Banque interaméricaine de développement, la Banque asiatique de développement, Esri, Google, la Croix-Rouge américaine et le *Skoll Global Threats Fund*. Jusqu'à la fin de l'année 2016, ce partenariat assurera la prestation de services adaptés à destination de trois sous-régions, à savoir la région andine de l'Amérique du Sud, l'Afrique de l'Est et l'Asie du Sud, les pays pilotes étant le Bangladesh, la Colombie et l'Éthiopie. Par la suite, ce partenariat devrait s'étendre à une deuxième phase d'activités dans trois autres



PRÉPARATION D'UNE SMA EN VUE DE SON INSTALLATION SUR UNE ANTENNE-RELAIS EN OUGANDA. UN CAPTEUR DE DÉTECTION DE LA Foudre SERA ÉGALEMENT INSTALLÉ. AFIN D'AUGMENTER LA PROBABILITÉ DE LOCALISER CORRECTEMENT LES IMPACTS DE Foudre, LE SYSTÈME DE LOCALISATION DE LA Foudre INTÉGRERA DES DONNÉES ISSUES DES RÉSEAUX DES PAYS VOISINS (BURUNDI, KENYA ET TANZANIE), PERMETTANT AINSI D'AMÉLIORER LA COOPÉRATION RÉGIONALE EN MATIÈRE DE SYSTÈMES D'ALERTE PRÉCOCES. CRÉDIT PHOTO : SOLOMON MANGENI

sous-régions (le Sahel, l'Asie du Sud-Est et les Caraïbes) en mettant à profit les enseignements tirés, ainsi que les outils et services reproductibles.

L'IMPORTANCE DE LA FIABILITE ET DE LA CREDIBILITE

La plupart des recommandations émises ici reposent sur la surveillance régulière et fiable des événements hydrométéorologiques effectuée par les SMHN sur laquelle ils s'appuient pour réaliser des prévisions précises concernant l'hydrométéorologie locale. Cette information est exploitée pour mettre au point des produits et des services crédibles, à destination du grand public, de l'industrie et du commerce, ainsi que des agences gouvernementales, qui pourront s'en servir pour prendre des décisions éclairées. L'amélioration de la qualité et de la gamme de produits et services proposés par les SMHN est donc nécessaire. Les entreprises de l'industrie téléphonique, les banques nationales, les prestataires de services d'assurance et toutes les autres parties prenantes clés n'envisagent d'établir des ententes de partenariat avec les SMHN qu'à la seule condition que ces derniers se montrent fiables et crédibles.

Dans les pays en développement, seule une poignée de SMHN disposent de leurs propres systèmes de PNT⁷¹. En général, leurs systèmes de prévision reposent sur des PNT

⁷¹ Les prévisions météorologiques modernes sont fondées sur l'application de modèles informatiques qui décrivent la façon dont évolue l'atmosphère par le biais d'équations mathématiques. Cette méthode requiert des moyens de communication rapides pour recueillir les informations et des ordinateurs très performants pour effectuer les nombreux calculs nécessaires. Voir Brian Golding, « Numerical Weather Prediction (NWP) », site Internet de la Royal Meteorological Society.



INSTALLATION D'UN SYSTÈME DE DÉTECTION DE LA Foudre EN OUGANDA.

DERNIERS POINTS CONCERNANT LA TECHNOLOGIE

L'installation de réseaux d'observation hydrométéorologique locale tels que ceux décrits dans le présent rapport ne représente qu'une première étape. En plus des réseaux locaux d'observation hydrométéorologique de surface, d'un système de localisation de la foudre, ainsi que d'un accès à des images satellitaires et à des PNT, il est nécessaire de prendre en compte des technologies complémentaires ou émergentes lors de la mise en œuvre, à savoir :

- des sondages verticaux de la température et de l'humidité obtenus grâce à des instruments installés à bord d'aéronefs commerciaux, notamment ceux empruntant les itinéraires régionaux ;
- la technologie émergente des « sondes pilote » pour générer une information sur les vents en altitude dans la basse troposphère (voir par exemple Ansari *et al.*, « Pilot-sonde Method of Upper Air Observations », disponible sur : https://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications/IOM-109_TECO-2012/Session5/P5_02_Ansari_Pilot-Wind-GPS.pdf, ainsi que la documentation commerciale associée) ;
- des réseaux intégrés et semi-autonomes de petits radars en bande X lorsque le choix de la détection active s'impose, comme c'est le cas pour la gestion d'un système d'alimentation hydroélectrique, car il nécessite davantage de données quantitatives sur les précipitations ;
- des téléphones et des smartphones disposant de fonctions avancées afin de faire office de systèmes d'observation hydrométéorologique et pour assurer la diffusion de l'information, des produits et des services hydrométéorologiques.

Enfin, un réseau local de SMA tout-en-un ne constitue pas en lui-même un système d'alerte précoce ou un système de surveillance climatique. Les réseaux de SMA permettent une surveillance efficace des conditions hydrométéorologiques actuelles, mais ils ne participent pas directement à l'élaboration de prévisions. Ils représentent uniquement la première étape d'une longue série au cours de laquelle les données provenant des réseaux sont traitées afin de générer l'information météorologique, comme l'illustre le schéma ci-dessous :

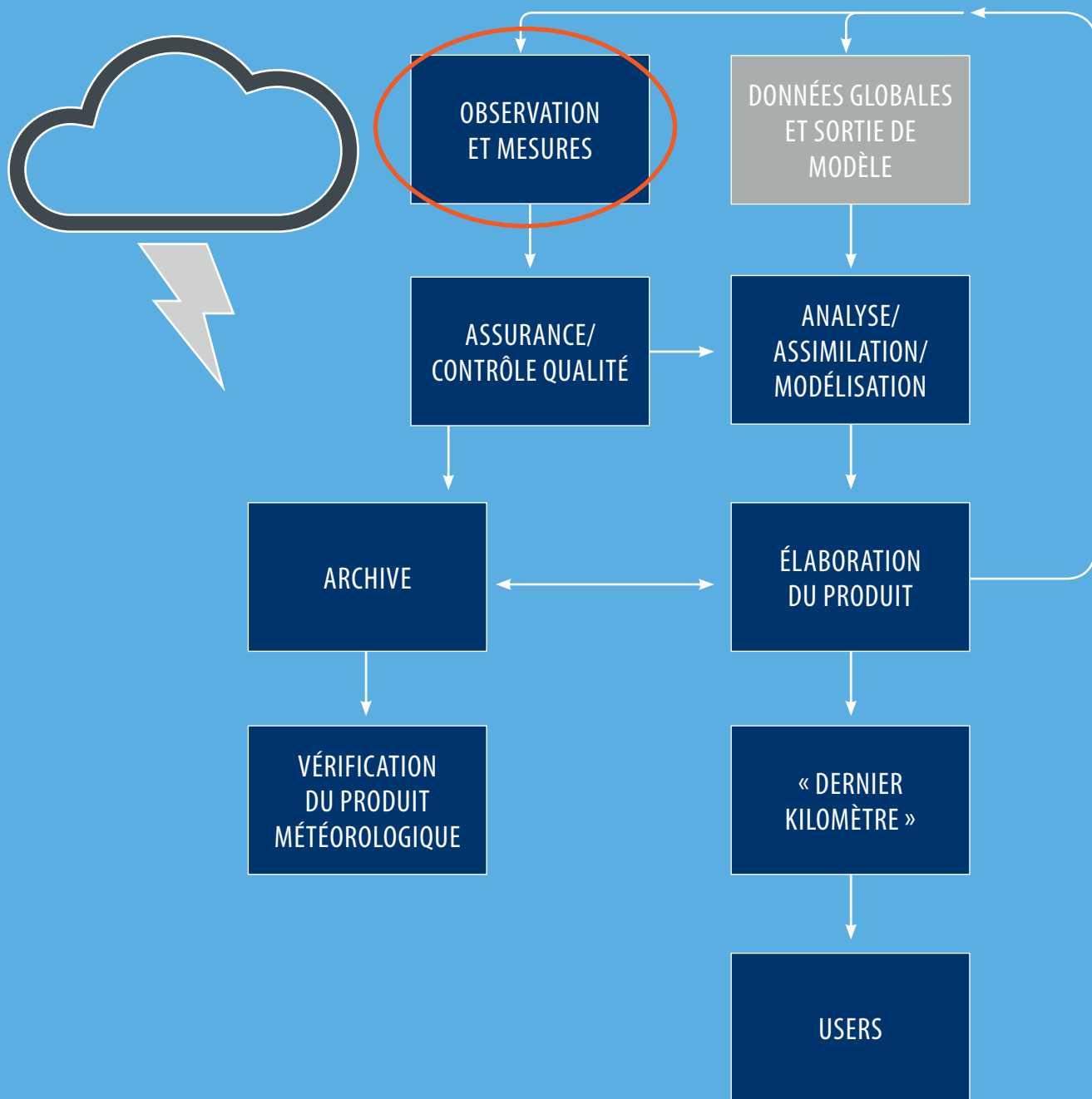
généérées aux États-Unis, en Europe, au Japon ou ailleurs dans les latitudes moyennes. L'OMM offre ces PNT aux SMHN dans les pays les moins avancés à titre gratuit ou presque par le biais du Système mondial de télécommunications (SMT). À l'heure actuelle, l'information prévisionnelle générée au niveau local est de faible ampleur. Par conséquent, les prévisions proviennent de ces informations de sortie et, le plus souvent, par une extrapolation de ces dernières. Si l'on observe les forces et la demande du marché, les SMHN devraient régulièrement augmenter la valeur ajoutée des prévisions et des produits qu'ils proposent pour être suffisamment crédibles auprès de leurs différents publics visés.

Afin de s'écarter de la simple extrapolation et de concevoir un système de prévision à court et long terme reposant sur des statistiques de sortie de modèle (MOS)⁷², il est nécessaire d'effectuer des observations hydrométéorologiques locales de haute qualité pour sélectionner, vérifier et peaufiner les statistiques à utiliser sur le site d'observation. Les stations météorologiques automatiques intégrées tout-en-un génèrent des données locales détaillées pouvant être exploitées afin de concevoir des statistiques MOS précises et adaptées aux différents emplacements.

⁷² Les statistiques de sortie de modèle (MOS) sont une technique de prévision météorologique objective et spécifique à une zone qui consiste à identifier la relation statistique entre une quantité (p. ex. la température) à déterminer et les variables prévues par un modèle numérique pour une période prédéfinie.

FIGURE 4.4

Un schéma illustrant le flux de l'information lors de l'élaboration d'un produit météorologique, par exemple une prévision du temps. Les grandes flèches blanches représentent le flux vers l'avant, lorsque les données (données globales ou provenant d'observations, de mesures et de sortie de modèle) sont transformées en une information sous la forme de produits ou de services facilitant la prise de décisions qui sont ensuite diffusés auprès des utilisateurs. Les zones de texte gris clair représentent les retours d'information au sein du système permettant d'ajuster les procédures et d'améliorer les performances en continu.



LES RECOMMANDATIONS DE L'ORGANISATION METEOROLOGIQUE MONDIALE

L'Organisation météorologique mondiale (OMM) est une agence des Nations Unies (www.wmo.int/pages/index_fr.html). Sa mission consiste à proposer son expertise à l'échelle mondiale et à renforcer la coopération internationale dans les domaines de l'hydrométéorologie (la météo, l'eau et le climat) et des sciences géophysiques connexes. Elle encourage entre autres l'homogénéisation des procédures d'observation hydrométéorologique et émet des recommandations consensuelles relatives aux propriétés du matériel d'observation. Pour faire court, elle s'efforce d'assurer la cohérence et l'équivalence des mesures météorologiques à travers le monde.

L'une des principales fonctions de l'OMM est la gestion du Système mondial de télécommunications (SMT). Le SMT met en relation les bureaux centraux de l'ensemble des SMHN. Ces derniers partagent des observations synoptiques de référence, ainsi qu'un large éventail de données météorologiques. Les observations synoptiques de référence sont effectuées en stricte conformité avec les recommandations du Guide des instruments et des méthodes d'observation météorologiques (OMM-N° 8) de l'OMM⁷³. Une grande partie de ces observations sont effectuées depuis des avions ou des observatoires météorologiques centraux dirigés par les SMHN.

Cependant, l'OMM reconnaît que les SMHN doivent effectuer de nombreuses mesures complémentaires sur des échelles spatiales et temporelles réduites, pour des applications très locales et très restreintes, comme des prévisions météorologiques spécialisées et des analyses climatiques pointues. L'information contenue dans le Guide de l'OMM, mentionné dans le paragraphe précédent, est utile et peut être mise en pratique dans le cadre d'observations locales, mais pour ces observations non synoptiques (qui sont souvent des observations de méso-échelle), des procédures et des systèmes de mesure supplémentaires sont nécessaires. Afin d'identifier les bonnes pratiques relatives à ces observations qui permettront de répondre à des besoins plus localisés et de poser les bases des politiques applicables aux observations synoptiques peu ordinaires, l'OMM a lancé l'initiative WIGOS, le Système mondial intégré des systèmes d'observation de l'OMM (www.wmo.int/wigos).

Voici quelques exemples de réseaux locaux (non synoptiques) qui présentent un intérêt pour l'initiative WIGOS et qui s'appliquent à des contextes actuels :

- l'agrométéorologie ;
- la surveillance hydrométéorologique (c.-à-d. la gestion de l'eau, notamment pour l'irrigation et l'hydroélectricité, ainsi que pour la surveillance des crues soudaines) ;
- la surveillance des dangers à l'échelle locale (sur la route et les voies ferroviaires, ainsi que dans les aéroports et les ports maritimes) ;
- le soutien à la production d'énergies renouvelables (solaires et éoliennes) ;
- la surveillance du vent et des vagues ;
- la surveillance de la qualité de l'air et de l'eau ;
- le soutien à la surveillance des incendies, aux brûlages dirigés et à la riposte en cas de feu de forêt.

Le programme WIGOS a émis une exigence importante par rapport aux données destinées à être partagées. En effet, il est nécessaire de rédiger une documentation détaillée sur le système d'observation locale utilisé afin que les personnes susceptibles d'avoir recours à ces données puissent en connaître la provenance et sachent comment elles ont été recueillies.

Bien que les éléments de la liste ci-dessus puissent mener à la création d'un réseau d'observation différent, les SMHN font en sorte que les réseaux d'observation météorologique soient aussi polyvalents que possible. Pour cela, il sera peut-être nécessaire d'établir des collaborations, voire des partenariats avec des ministères situés à l'étranger et avec le secteur privé.

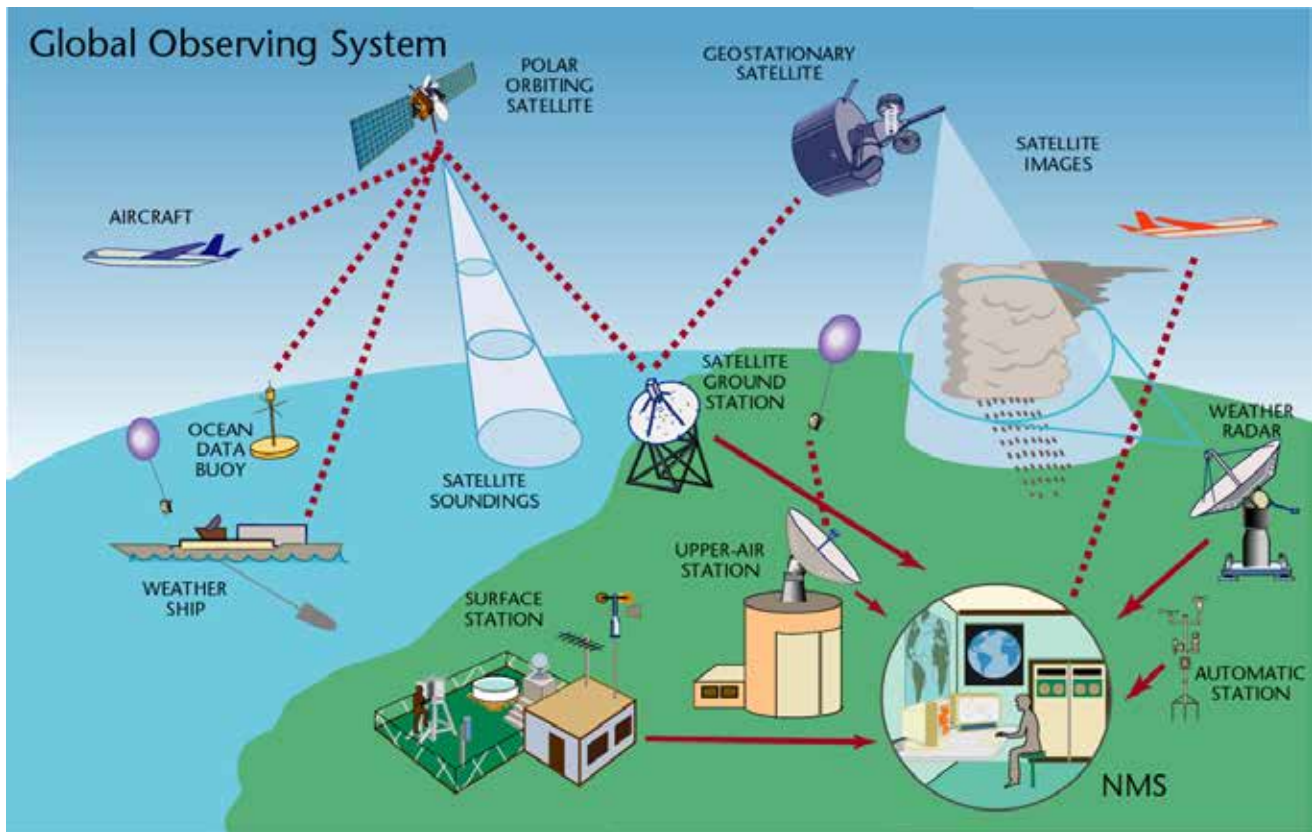
Voici quelques exemples d'utilisations possibles des observations locales en météorologie, selon leur degré d'importance aux yeux des SMHN :

- Surveillance préliminaire, puis suivi de l'évolution des conditions météorologiques à fort impact → prévision, surveillance et prévision immédiate.
- « Réalité de terrain » → étalonnage des mesures de surface (mesures radar et satellites, ainsi que mesure de la foudre) et vérification des prévisions à l'aide d'une mesure des points.
- Assimilation des modèles numériques à des fins d'initialisation.

⁷³ OMM, « Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation », OMM n° 8 (édition de 2008, mise à jour en 2010). L'édition provisoire de 2014 est disponible à l'adresse suivante : www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications/CI-MO-Guide/Provisional2014Edition.html.

FIGURE 4.5

Le Système mondial d'observation (SMO) de l'OMM exploite l'information générée par les stations météorologiques automatiques et par les systèmes de surveillance radar, satellite, etc. pour proposer une vue d'ensemble de la météo et du climat. L'information produite par ce réseau mondial permet de prévoir efficacement les tempêtes de grande ampleur et de surveiller les problèmes climatiques de macro-échelle, mais elle ne parvient pas à fournir une granularité suffisante pour permettre aux petits agriculteurs de se prémunir des tempêtes localisées et de disposer de données météorologiques de meilleure qualité qui les aideraient à optimiser leurs bénéfices (Illustration reproduite avec l'aimable autorisation de l'OMM).



- Conception de statistiques de sortie de modèle (MOS) locales afin d'améliorer les opérations de prévision.
- Climatologies locales (à méso-échelle et micro-échelle) → la base de la surveillance de l'évolution des microclimats aux endroits où les gens vivent et travaillent.

Ces utilisations (et d'autres) permettent de générer l'information dont les utilisateurs finaux ont besoin pour faciliter leur prise de décisions (p. ex. pour des banques envisageant d'accorder des prêts agricoles ou dans le cadre d'assurances récolte indicelles).

Mieux comprendre les recommandations de l'OMM et leur application dans les projets de renforcement de l'information climatologique et des systèmes d'alerte précoce

Les observations hydrométéorologiques devraient être effectuées sur au moins deux niveaux (voir l'explication sur l'approche étagée sur quatre niveaux p. 38). Les stations synoptiques génèrent les données hydrométéorologiques nécessaires à l'identification des configurations météorologiques s'opérant à l'échelle continentale, régionale et nationale et à la publication de prévisions sur le déplacement et sur l'évolution de ces systèmes météorologiques à grande échelle sur une période comprise entre un et dix jours. Les données synoptiques contribuent également au soutien des

efforts mondiaux en faveur de la description du climat et de la cartographie des répercussions du changement climatique sur des échelles spatio-temporelles de même largeur et sur des périodes assez longues (des saisons, des décennies, voire plus).

Il faut également compter sur un réseau national de stations synoptiques pour œuvrer de concert avec les réseaux d'observation de méso et de micro-échelle, communément appelés réseaux locaux. Ces derniers génèrent des données locales offrant la granularité nécessaire au suivi et à la prévision du déplacement des événements météorologiques dangereux (orages, crues soudaines, feux de forêt, etc.), ainsi qu'à la protection des vies et des infrastructures. Ces données facilitent la prise de décisions relatives à l'environnement et au commerce, deux domaines qui s'appuient sur des échelles spatio-temporelles réduites, comme pour le contrôle des ports maritimes et des aéroports, la gestion des systèmes hydroélectriques ou l'exploitation de mines à ciel ouvert. Les SMA tout-en-un s'avèrent la meilleure solution pour mettre en place des réseaux locaux, étant donné que leur coût initial est relativement faible et qu'elles ne nécessitent la présence d'aucun personnel, entre autres facteurs. Si on y ajoute les observations synoptiques, ces systèmes de surveillance locale fournissent des données qui peuvent également être utilisées afin de produire une information locale détaillée qui s'inscrit dans les relevés climatologiques mondiaux, notamment dans les zones où le terrain présente une orographie complexe. Les observations locales étant de plus en plus importantes pour répondre aux besoins locaux, l'OMM a décidé de mettre en place le programme WIGOS (le Système mondial intégré des systèmes d'observation de l'OMM) mentionné auparavant.

L'installation des SMA sur les antennes-relais

L'installation des stations d'observation sur les antennes-relais de téléphonie mobile a été suggérée pour assurer la durabilité globale des investissements nationaux en faveur des systèmes d'observation du temps et du climat local.

L'observation hydrométéorologique synoptique et l'observation locale (à l'échelle méso et micro) étant toutes deux nécessaires pour répondre aux besoins régionaux et locaux, le déploiement de sites chargés respectivement de l'une et de l'autre s'impose. En comparaison, les stations synoptiques devant effectuer des relevés du temps et du climat à l'échelle régionale sont peu nombreuses. Bien souvent, elles intègrent du personnel sur place 24 h/24, 7 j/7, présentent un haut niveau de sécurité et disposent d'une alimentation électrique et d'un réseau de télécommunication. Leur conception et leur entretien

doivent être réalisés en stricte conformité avec les recommandations de l'OMM. Compte tenu de leur faible nombre, leur mise en place, leur fonctionnement et leur entretien ne représentent pas un coût excessif.

Ce n'est pas le cas des réseaux locaux qui requièrent un grand nombre de stations. Ces stations nécessitent une sécurité, une alimentation et des systèmes de communication en continu. En outre, il est nécessaire que leur installation, leur fonctionnement et leur entretien soient abordables. Lorsqu'elles le permettent, les antennes-relais de téléphonie mobile répondent à l'ensemble de ces besoins et force est de constater qu'elles sont souvent placées à des endroits adaptés aux observations locales⁷⁴.

En outre, les arguments en faveur des observations effectuées depuis une antenne-relais locale (placée précisément par une entreprise de téléphonie mobile pour être au service des gens à l'endroit où ils vivent, travaillent et se divertissent) sont nombreux. En effet, le positionnement de ces antennes-relais permet d'obtenir une information hydrométéorologique locale de haute qualité et de meilleures prévisions (grâce à des statistiques de sortie de modèle améliorées) à l'emplacement et au moment les plus opportuns.

Un système de localisation de la foudre nécessite un système de communication à large bande fiable afin de transmettre rapidement les signaux détectés par les capteurs vers un centre de traitement. Les antennes-relais de téléphonie mobile sont donc placées à des endroits parfaitement adaptés à l'installation de capteurs de foudre.

La conception et la gestion de réseaux locaux consistent à appliquer certaines des recommandations de l'OMM de manière pratique et pragmatique, telles que celles concernant les alertes d'urgence ou celles concernant la météorologie agricole ou urbaine. Voilà une autre raison pour laquelle l'OMM a créé le programme WIGOS.

Les exigences en matière de densité des sites

Lors de la mise en place d'un système de surveillance de l'hydrométéorologie synoptique et locale, il convient de prendre en considération les éléments suivants :

- Un pays n'a besoin que d'un petit nombre de sites d'observation synoptique pour être en conformité avec les recommandations de l'OMM et pour répondre aux besoins en matière de surveillance et de prévision à l'échelle mondiale et synoptique.

⁷⁴ Voir Roman Bakhtin et al., « Cell-phone tower mounted meteostation and standard meteostation data four seasons inter-comparisons », 2012, www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications/IOM-109_TECO-2012/Session1/P1_14_Koldaev_Cell_phone_tower_meteostation.pdf.

- À ce réseau synoptique peuvent s'ajouter des sites d'observation locale afin d'effectuer les observations nécessaires pour étayer les prévisions à méso et micro-échelles, notamment dans les zones habitées où le terrain présente une orographie complexe (y compris dans les zones urbaines), et pour affiner les données permettant le suivi des phénomènes localisés à évolution rapide, comme les orages et les crues soudaines.
- On pourrait donc facilement se retrouver avec 20 à 30 sites d'observation locale pour chaque site d'observation synoptique.
- Un site d'observation synoptique doit être largement représentatif de sa zone d'implantation, afin que les données qui y sont générées offrent une description très schématique de la météorologie et de la climatologie de la région, c'est-à-dire une vue d'ensemble de faible résolution. Les éléments de moindre ampleur présents dans la région, comme les petits bassins versants et les zones climatiques relevant des échelles méso et micro (qui correspondent aux endroits où les gens vivent et travaillent), ne sont pas représentés. Les météorologistes qui se concentrent uniquement sur les données synoptiques pourront constater que les pluies moyennes sur une région en particulier sont modérées, mais ils ne disposeront pas des données suffisantes pour se rendre compte que de fortes averses sont en train de s'abattre sur une vallée inondable et qu'il serait bon d'émettre une alerte précoce auprès des agriculteurs pour qu'ils se mettent à l'abri.
- Selon l'OMM, « chaque application a ses propres échelles de temps et d'espace, pour faire des moyennes, pour la densité des stations et la résolution des phénomènes – petites pour la météorologie agricole, grandes pour les prévisions globales à long terme. Les échelles de prévision sont intimement liées aux échelles de temps des phénomènes et c'est ainsi que les prévisions météorologiques à court terme demandent des observations plus fréquentes sur un réseau plus dense dans un espace restreint pour pouvoir détecter n'importe quel phénomène de petite échelle et son développement rapide ».
- Selon diverses sources (OMM, 2001, 2003a ; Orlanski, 1975), les échelles météorologiques horizontales peuvent être classées comme suit, avec un facteur d'incertitude égal à deux : (a) micro-échelle (inférieure à 100 m), pour la météorologie agricole et les zones urbaines, par exemple : évaporation et incendies industriels ; (b) petite échelle ou échelle locale (entre 100 m et 3 km), par exemple :



UN LIMNIMÈTRE TRADITIONNEL AU LIBÉRIA. CRÉDIT PHOTO : JOOST HOEDJES

- fumées polluantes dans l'air et fronts de rafales ; (c) échelle moyenne ou méso-échelle (entre 3 et 100 km), par exemple : surveillances des orages, brises de mer ou de montagne.
- Il convient également de prendre en compte les dépenses. La mise en place, l'entretien et l'exploitation d'un site d'observation synoptique coûtent assez chers comparés à ce que ces mêmes facteurs représentent pour un site d'observation locale.

Mieux comprendre les recommandations du guide de la CIMO

Le Guide des instruments et des méthodes d'observation météorologiques de l'OMM (plus connu sous le nom de Guide de la CIMO) a été rédigé entre 1998 et 2003. L'objectif à cette époque était d'améliorer la représentation spatiale des stations synoptiques afin de répertorier l'ensemble des relevés climatologiques mondiaux. Les priorités ont depuis évolué.

Pour répondre à cette évolution, l'OMM a créé un nouveau Guide approuvé par la 16e session de la CIMO (CIMO-16) et dont la diffusion est prévue en 2016. En 2014, une version préliminaire du Guide (CIMO-14) avait été rédigée. En ce qui concerne le choix de l'emplacement des SMA, on peut lire ce qui suit :

« Le choix d'un site pour une station automatique est une tâche très difficile ; il reste d'ailleurs beaucoup de recherches à faire dans ce domaine. Selon le principe général, une station devrait fournir des mesures qui sont et restent représentatives de la zone avoisinante, dont l'étendue dépend de l'application météorologique considérée. Les directives actuelles concernant les stations traditionnelles s'appliquent aussi aux stations automatiques. [...] Certaines stations météorologiques automatiques ne sont visitées que rarement. C'est le cas de stations terrestres ou maritimes difficiles d'accès. Le prix de construction de telles stations peut être très élevé, et le coût de desserte de celles-ci peut impliquer des frais supplémentaires. Ces stations sont parfois alimentées en électricité par des sources très peu fiables ou à partir de sites ne disposant pas d'une alimentation électrique permanente. Il faut prévoir que des appareils de télécommunications y seront installés. Il faut également prendre en compte des mesures de protection (contre la foudre, les inondations, le vol, le vandalisme, etc.) et les stations doivent évidemment pouvoir supporter des conditions météorologiques extrêmes. Le coût de systèmes susceptibles de fonctionner dans toutes les conditions prévisibles pour une station automatique est prohibitif. Il est donc essentiel, avant de concevoir une station ou d'en établir les spécifications, de bien comprendre le milieu dans lequel elle sera appelée à fonctionner. Il faut, très

tôt dans le processus de planification, procéder à une analyse détaillée de l'importance relative des caractéristiques météorologiques et techniques requises afin que les sites puissent être choisis et considérés comme convenables avant que des sommes importantes soient consacrées à leur construction ». « Choix d'un site pour une station météorologique automatique », Partie 2, Chapitre 1 de la version préliminaire du Guide CIMO-14, (« Mesures aux stations météorologiques automatiques »). 'Automatic Weather Station Siting Considerations', in Part 2, chapter 1 of CIMO 14, Provisional Edition ('Measurements at Automatic Weather Stations').

En outre, on peut lire dans la préface du Guide de la CIMO que ce dernier « n'a pas pour vocation d'être un mode d'emploi détaillé à l'intention des observateurs et des techniciens ; il est plutôt destiné à servir de point de départ à la rédaction de manuels par des Services météorologiques et hydrologiques nationaux (SMHN) ou d'autres usagers de systèmes d'observation pour répondre à leurs besoins particuliers ».

À partir de cela, il semble assez évident qu'un archivage complet des métadonnées recueillies à chaque site d'observation (images des environs de chaque site, commentaire sur les propriétés du sol et de la végétation, modifications apportées à l'historique d'entretien des instruments, etc.) est de la plus haute importance. Celles-ci devraient être mises à jour au moins une fois par an ou à chaque entretien du site ou remplacement d'un capteur. En proposant aux utilisateurs (notamment aux prévisionnistes) un accès facile à ces métadonnées, ceux-ci pourront correctement interpréter les données relevées sur un site en particulier.

ASSEMBLER LES PIÈCES DU PUZZLE

L'approche présentée dans cette section est pour le moins alléchante : la collecte à moindre coût de données hydrométéorologiques fiables et faciles à conserver ; le traitement des données en temps réel, suivi de leur transmission à destination des SMHN ; l'émission automatique d'alertes précoces en cas d'événements hydrométéorologiques extrêmes par le biais des systèmes de communication les plus efficaces au niveau local ; des services assurant la diffusion d'une information hydrométéorologique crédible et adaptée, favorisant le développement économique d'un large éventail de secteurs sensibles à la météo, à l'eau et au climat. Cette approche peut permettre aux gouvernements et aux entités commerciales de générer de nouvelles recettes et devrait même en être la conséquence. Si cela n'a pas été le



CRÉDIT PHOTO : VADIM PETRAKOV/SHUTTERSTOCK.COM

cas jusqu'à présent malgré les nombreux avantages présentés, c'est qu'il existe un ensemble d'obstacles complexes qui seront analysés plus en profondeur dans les sections suivantes.

Ainsi que le démontrera la suite de ce rapport, les cadres technologiques, économiques ou légaux en vigueur ne sont pas le principal problème. Il s'agit plutôt de revenir sur des suppositions établies de longue date et d'accepter de nouvelles façons de fonctionner. Les secteurs publics et privés, qui n'ont pas pour habitude de travailler main dans la main, doivent entretenir des relations différentes et mettre en place ce que l'on appelle un « climat de confiance » afin de fonder des partenariats public-privé (PPP)⁷⁵. Comme l'explique un rapport de la Banque mondiale : « les acteurs responsables ont besoin d'une nouvelle culture, une culture de confiance, de compréhension mutuelle et d'apprentissage réciproque. Elle doit viser un objectif commun en faveur du bien-être public et non pas seulement un objectif économique. [...] Un PPP repose sur une relation gagnant-gagnant au sein de laquelle les avantages et les inconvénients pour chaque partie doivent être soigneusement équilibrés »⁷⁶.

Certains éléments de cette nouvelle approche sont susceptibles d'être diffusés à grande échelle, notamment en ce qui concerne l'utilisation de technologies particulières (p. ex. les SMA tout-en-un et les réseaux de détection de la foudre) et la collaboration avec les fournisseurs de téléphonie mobile pour obtenir une certaine combinaison de services : hébergement des stations météorologiques automatiques sur des antennes-relais, transmission de l'information hydrométéorologique régulière et émission d'alertes précoces en cas d'événements extrêmes. Cependant, de nombreux points, notamment la combinaison des

technologies, l'attribution des rôles respectifs à chaque partie privée et publique, les modalités financières et les cadres légaux, devront être propres à chaque pays.

Les partenariats avec les fournisseurs pour la collecte et l'analyse des données hydrométéorologiques sélectionnées représenteront une première série de problèmes, la prestation de services d'information adaptés aux besoins des entreprises en représentera une autre. Les organismes publics vont probablement envisager d'intégrer de nouvelles compétences, en commençant par avoir recours à des consultants externes pour la gestion des nouveaux achats et du partage des risques⁷⁷.

Dans un premier temps, les gouvernements préféreront sans doute instaurer ces dispositifs dans des programmes pilotes destinés à certaines régions et à certains secteurs en particulier avant de réorganiser leurs propres programmes nationaux. Heureusement, depuis quelques années, les institutions financières internationales ont mis au point des programmes d'assistance technique, dont certains sont soutenus par des bailleurs de fonds, afin d'aider les gouvernements montrant de l'intérêt pour les PPP. De nombreux PPP ont été établis en Afrique, la plupart étant pour des projets d'infrastructure, comme ceux relatifs à l'énergie et à l'eau, mais, depuis quelques années, leur champ d'application s'est étendu à des services publics plus variés, notamment à la santé et à l'éducation. Cependant, à ce jour, ce type de structure n'a pas encore été exploité en Afrique dans le cadre de services hydrométéorologiques. La partie suivante analyse la manière dont un tel partenariat pourrait être mis en place avec succès et propose une liste non exhaustive de défis que cela représente.

⁷⁵ Le terme « climat de confiance » est particulièrement adapté dans ce contexte, les PPP ayant été introduits pour la première fois dans le cadre des négociations sur le climat en tant que projet collaboratif mené par 16 ONG de pays en développement et une ONG américaine. Voir Bonizella Biagini, dir., *Confronting Climate Change: Economic Priorities and Climate Protection in Developing Nations* (Washington, D.C., National Environmental Trust, 2000).

⁷⁶ David Rogers et Vladimir Tsirkunov, « Weather and Climate Resilience: Effective Preparedness through National Meteorological and Hydrological Services » (Washington, D.C., Banque mondiale, 2013), p. 110

⁷⁷ Voir, p. ex., g., www.ifc.org/wps/wcm/connect/AS_EXT_CONTENT/What+We+do/IFC+and+PPPs (description du soutien de la Société financière internationale au développement et la mise en œuvre des PPP dans divers secteurs, notamment l'agroalimentaire, l'énergie, l'eau, les transports, les TIC, la santé et l'éducation).



UNE NOUVELLE VISION DES PARTENARIATS PUBLIC-PRIVÉ

UN EXEMPLE D'ALERTE DE CRUE ÉCLAIR TRANSMISE VIA UN TÉLÉPHONE PORTABLE. CRÉDIT PHOTO : JOOST HOEDJES

L'adaptation au changement climatique pose des défis considérables, alors que les capacités humaines et financières pour y faire face sont insuffisantes dans les pays les moins avancés. À l'instar de la plupart des secteurs, les services hydrométéorologiques sont confrontés à de fortes contraintes, un enjeu transversal qui sous-tend la plupart des efforts d'adaptation. Compte tenu de l'ampleur du problème et au vu des ressources limitées que les gouvernements et les donateurs peuvent consacrer à sa résolution⁷⁸, la mobilisation du secteur privé est désormais bien plus qu'une possibilité intéressante : elle est devenue une nécessité. Toutefois, l'établissement de partenariats qui profitent aux deux parties (de type « gagnant-gagnant ») est une composante essentielle de cette mobilisation et un facteur important pour le développement durable. La présente section met en lumière les possibilités et les enjeux qu'entraîne l'établissement de partenariats public-privé dans les services d'information météorologique et climatologique en vue de réduire les risques, d'accroître la résilience, d'améliorer la productivité et de garantir la viabilité à long terme. En permettant à un éventail de nouveaux intervenants de s'engager dans le secteur des services hydrométéorologiques (par exemple, des sociétés de télécommunications, des entreprises privées du secteur météorologique et des clients potentiels de services hydrométéorologiques, notamment dans le secteur aérien et celui des assurances), les gouvernements africains peuvent avoir accès à de nouvelles technologies, renforcer leurs capacités en interne et élargir leurs sources de revenus.

Loin de le mettre en péril et contrairement aux craintes exprimées par certains acteurs, cette évolution peut renforcer le rôle traditionnel des Services météorologiques et hydrologiques nationaux (SMHN) en tant qu'organismes responsables du lancement d'alertes précoces et de la diffusion d'informations météorologiques élémentaires, indispensables au travail des agriculteurs et aux besoins de la vie quotidienne.

ADOPTION DE MESURES FAVORABLES

Partout dans le monde, le secteur des services hydrométéorologiques est en pleine évolution. Tel qu'expliqué à la section précédente, les progrès technologiques ont donné lieu à de nouvelles solutions à faible coût et faciles d'entretien, capables de fournir des informations climatologiques et de relever les défis constants auxquels sont confrontés les systèmes de suivi en Afrique. Le déploiement sur le terrain de réseaux d'observation, à travers la pose de stations météorologiques automatiques (SMA) sur des antennes-relais de téléphonie cellulaire, qui sont de plus en plus répandues en Afrique subsaharienne, offre la possibilité de protéger les investissements matériels tout en garantissant leur sécurité, leur alimentation et leur capacité de communication.

Cependant, l'existence de solutions technologiques et les possibilités d'implantation ne résolvent qu'une partie du problème. Pour pouvoir déployer de manière efficace des systèmes de suivi intégrés (et, en fin de compte, atteindre les utilisateurs finaux vulnérables), certaines actions doivent être entreprises par les gouvernements africains pour garantir la viabilité à long terme de ces réseaux. Une attention particulière devrait être accordée aux logiciels, en mettant notamment en œuvre des politiques qui soutiendront la pérennité de ces systèmes, ainsi que des partenariats avec les fournisseurs de services météorologiques du secteur privé capables de combler les lacunes au chapitre de la technologie et des capacités, afin de procurer à l'Afrique des solutions dignes du XXI^e siècle. Ces actions structurantes incluent des mesures pour définir les rôles et les responsabilités de chacun, défendre les intérêts nationaux et soutenir les SMHN qui sont trop souvent pris au piège de cercles vicieux (alimentés par le manque d'informations, de soutien, de personnel et de capacités).

À l'instar de ce qui s'est passé dans les pays les plus développés, le secteur privé est appelé à devenir un acteur clé, non seulement en tant que fournisseur de technologies et d'informations mais aussi en tant que consommateur. Comme le souligne la Banque africaine de développement :

LE SECTEUR PUBLIC CONTINUE D'ASSUMER MAJORITAIREMENT LA CHARGE DE LA FOURNITURE DES SERVICES D'INFORMATION MÉTÉOROLOGIQUE ET CLIMATOLOGIQUE AUPRÈS DE L'ENSEMBLE DES SECTEURS DE L'ÉCONOMIE ET DOIT OCCUPER UNE PLACE CENTRALE DANS LA PRESTATION DES SERVICES PUBLICS, NOTAMMENT LE LANCEMENT, EN CAS DE PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES EXTRÊMES, D'ALERTE OFFICIELLES AUPRÈS DES CITOYENS ET DES ORGANISMES PUBLICS NATIONAUX.

« La croissance économique future de l'Afrique, tout comme l'avenir de millions d'Africains et de milliers de communautés africaines, est étroitement liée au développement du secteur privé. [...] Il reviendra aux entreprises africaines de créer des emplois pour les Africains, grâce à la formation et l'utilisation des talents africains, la mise en valeur du potentiel des services et des industries, la gestion durable et l'utilisation prudente des ressources naturelles considérables du continent. C'est de cette façon que les dividendes de l'entreprise se ressentiront sur les conditions de vie des Africains et de la société. En outre, le secteur privé peut fournir des services aux groupes les plus vulnérables de la population et – s'il est bien réglementé et responsable – il peut contribuer à une bonne réglementation et à la responsabilisation de la société en général. [...] Le secteur privé fournit déjà deux tiers des investissements de l'Afrique, trois quarts de sa production économique et neuf dixièmes des emplois dans les secteurs formel et informel. [Dans le même temps,] le secteur public devra

⁷⁸ D'après le rapport Landscape of Climate Finance 2015, qui est à ce jour l'inventaire le plus exhaustif du financement public et privé de l'action climatique dans le monde, près de 25 milliards de dollars US ont été investis en 2014 dans des mesures dites « d'adaptation », sur un total de 391 milliards de dollars US pour l'ensemble des interventions liées au changement climatique. Comme le soulignent les auteurs, il s'agit là d'une estimation « partielle et imparfaite » en raison du manque de précision des données disponibles. Cependant, elle donne un aperçu du volume total de ressources disponibles pour l'ensemble des pays en développement et pour tous les objectifs d'adaptation. Climate Policy Initiative, « Landscape of Climate Finance 2015 », disponible sur : www.climatefinancelandscape.org/.

encore instaurer un climat favorisant l'essor du secteur privé, et les deux secteurs doivent collaborer pour améliorer la prestation de services et offrir un plus grand nombre d'opportunités »⁷⁹.

Parmi les interventions favorables possibles figurent la création de cadres politiques et l'utilisation du pouvoir juridique des gouvernements centraux, qui permettraient aux SMHN d'établir des relations mutuellement avantageuses avec différents partenaires du secteur privé dans plusieurs domaines économiques pour assurer une large diffusion des alertes météorologiques et climatologiques d'intérêt général au plan national. Des partenariats pourraient également être autorisés entre les SMHN et le secteur privé pour élaborer des produits et services d'informations météorologiques sur mesure. Comme dans d'autres régions du monde, ces produits peuvent améliorer la productivité agricole, sont compatibles avec les régimes d'assurance indexée qui réduisent les risques pour les petits exploitants, et fournissent des renseignements précieux aux grandes entreprises (notamment dans les secteurs énergétique, aérien, bancaire et de l'exploitation des ressources). Ces dernières peuvent utiliser ces informations pour accroître leur rentabilité et soutenir les économies locales afin de les rendre plus fortes et résilientes au changement climatique.

Le changement peut être bénéfique, mais il est souvent mal accueilli et difficile. Du côté de l'offre, il ne sera pas facile pour les SMHN d'établir de nouvelles relations avec des fournisseurs privés qui ont une bonne maîtrise des nouvelles technologies et de la commercialisation de produits météorologiques, ni de s'adapter aux nouvelles modalités de travail qui s'en suivront. Ces prestataires privés risquent d'être perçus comme une menace pour la sécurité de l'emploi, remettant en cause la propriété des données, l'obligation du gouvernement de fournir des biens publics tels que les alertes précoces, et une multitude d'autres rôles et responsabilités relevant traditionnellement du secteur public. Du côté des consommateurs (où une occasion unique s'offre aux SMHN de tirer parti de nouvelles sources de revenus en partenariat avec les intervenants du secteur privé), le manque de compétences en matière de développement commercial ou l'absence d'un environnement réglementaire propice sont susceptibles de créer des obstacles et d'affaiblir la proposition de valeur créée par les SMHN. Ces lacunes sont autant de risques pour les dirigeants du secteur public qui se verraient confier la tâche de générer de nouvelles sources de revenus ou qui se

trouveraient aux prises avec une concurrence accrue de la part des prestataires du secteur privé entrant en scène⁸⁰.

Les problèmes ne s'arrêtent pas là. Il faut également citer la difficulté à assurer le recouvrement des coûts, les pertes économiques et la perte de potentiel productif qu'entraîne le fait de rendre ces informations trop onéreuses ou inaccessibles⁸¹. Au vu de tous ces enjeux, il est très probable qu'on ne puisse jamais se passer complètement du soutien des autorités publiques. L'ampleur de ce dernier dépendra de la capacité du SMHN à créer une proposition de valeur, à instaurer une relation de confiance et à surmonter les obstacles institutionnels qui entravent la monétisation des informations météorologiques, de sorte à créer des cercles vertueux favorisant à la fois l'intérêt général et le développement commercial.

Par conséquent, que peuvent faire les dirigeants africains pour mener le dialogue sur les partenariats public-privé dans les services hydrométéorologiques ? Prendre les devants. En engageant le dialogue avec le secteur privé (une tendance déjà bien marquée dans beaucoup d'autres secteurs en Afrique, notamment le secteur énergétique et celui des communications), les gouvernements africains occupent une position avantageuse pour adopter des mesures gagnant-gagnant, tirer parti des nouvelles offres technologiques, définir les rôles, les responsabilités et les conditions d'appropriation selon leurs propres critères, et établir des partenariats efficaces qui brisent le cercle vicieux du statu quo. Cela permettra à l'administration et, en particulier, aux dirigeants du secteur de l'information météorologique et climatologique, d'adopter de nouvelles modalités de travail au service de la mission globale consistant à fournir des biens publics importants, tels que les alertes précoces, les bulletins météorologiques et les prévisions climatologiques à long terme. Ces solutions peuvent et doivent répondre aux besoins, aux cultures et aux institutions uniques des SMHN africains⁸². Dans l'idéal, ces partenariats tiendront compte à la fois de la partie « offre », c'est-à-dire de la fourniture de services hydrométéorologiques, et de la partie « demande », c'est-à-dire de la mise à disposition de produits d'information auprès d'un large éventail d'utilisateurs, dont certains sont disposés à payer pour les obtenir et ont les moyens de le faire. Les meilleurs partenariats, qui sont aussi les plus pérennes, sont ceux qui sont clairement doublement bénéfiques, dans lesquels les deux parties accordent des avantages et en reçoivent.

⁷⁹ Banque africaine de développement, « Accompagner la transformation du secteur privé en Afrique : stratégie de développement du secteur privé 2013–2017 », disponible sur : http://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Policy-Documents/2013-2017_-_Stratégie_de_développement_du_secteur_privé.pdf.

⁸⁰ Par exemple, en 2015, le service météorologique du Royaume-Uni (Met Office) a perdu un contrat à long terme avec la BBC, chiffré à plusieurs millions de livres. Nicola Harley, « Met Office loses multi-million pound BBC weather contract », *Telegraph*, 23 août 2015, disponible sur : www.telegraph.co.uk/news/bbc/11818872/Met-Office-loses-multi-million-pound-BBC-weather-contract.html.

⁸¹ David Rogers et Vladimir Tsirkunov, « Weather and Climate Resilience: Effective Preparedness through National Meteorological and Hydrological Services » (Washington, D.C. : Banque mondiale, 2013), p. 5.

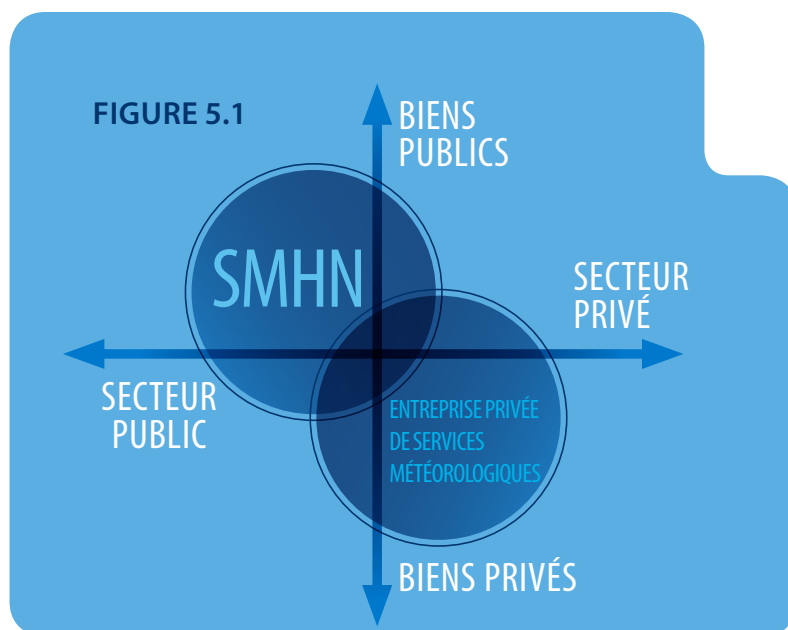
⁸² Plusieurs organisations internationales, notamment la SFI, l'OMM et le PNUD offrent aux organismes des services consultatifs pour les épauler dans leurs négociations avec des intervenants du secteur privé en vue de mettre en place des partenariats équitables et durables.

EN QUOI CONSISTENT LES PARTENARIATS PUBLIC-PRIVÉ DANS LE SECTEUR HYDROMÉTÉOROLOGIQUE ?

Dans le domaine des services hydrométéorologiques, les partenariats public-privé (PPP) fonctionnent sur trois niveaux principaux et répondent aux besoins du secteur public et du secteur privé. Comme nous l'avons indiqué à la section précédente, le premier partenariat de ce type est celui établi avec les sociétés de télécommunications, qui peuvent être mises à contribution pour l'installation des stations météorologiques automatiques. Ces partenariats dans le domaine des télécommunications trouvent un prolongement logique dans la diffusion des alertes précoces et le conditionnement des produits d'information météorologique (p. 50). La deuxième facette de ces accords consiste en l'implication de fournisseurs privés offrant des services technologiques, de formation et d'information, ainsi que des progiciels intégrés à l'attention des SMHN, qui les distribueront aux utilisateurs finaux en partenariat avec l'entreprise privée. La dernière composante de ces partenariats pour la prestation de services hydrométéorologiques concerne la monétisation de ces données (ou, du point de vue de la demande, les applications orientées vers les consommateurs) sous la forme d'une démarche de codéveloppement entre les fournisseurs d'information et les entités à risque du secteur privé.

Dans le secteur de l'information climatologique et météorologique, la frontière entre les mesures publiques et les interventions privées est mouvante. À en juger par plusieurs cas récents, les expériences de coopération entre le secteur public et le secteur privé sont étroitement liées au développement économique durable et à la prospérité de la région et des pays concernés.

Investir dans le secteur météorologique est une entreprise judicieuse. Chaque dollar investi dans ce secteur procurerait en effet un rendement quintuplé voire davantage en termes de développement économique (tel que traité plus en détail aux sections 1 et 2)⁸³. Cette rentabilité est souvent invoquée pour justifier les dépenses publiques réalisées dans les infrastructures météorologiques et climatologiques. Toutefois, des alliances bien structurées avec le secteur privé (à la fois du côté de l'offre et du côté de la demande), peuvent aussi être à l'origine de retombées plus directes et immédiates. Ce type de partenariat répond non seulement



LE MODÈLE PRÉSENTÉ ICI SE LIT COMME UN GRAPHIQUE COMPRENANT UN AXE X/Y. L'AXE VERTICAL INDIQUE LE CARACTÈRE PUBLIC OU PRIVÉ DES BIENS, TANDIS QUE L'AXE HORIZONTAL PRÉSENTE L'ÉVENTAIL D'INTÉRÊTS, D'IMPLICATION, DE RISQUES ET DE RESPONSABILITÉS ASSUMÉES DU PUBLIC AU PRIVÉ.

aux besoins du secteur public pour maintenir les systèmes d'alerte précoce et fournir des informations météorologiques et climatologiques plus précises, il donne également lieu à la création de produits et de services novateurs qui favorisent le développement économique fondé sur les services hydrométéorologiques dans un large éventail de secteurs.

Ces démarches collaboratives n'ont rien de nouveau pour les services hydrométéorologiques, mais il est intéressant de comprendre comment elles sont utilisées ailleurs dans le monde pour définir d'éventuels modèles et modalités d'application au sein des pays africains les moins avancés, qui présentent des particularités culturelles, économiques, technologiques et politiques uniques

Comprendre les biens publics

Si l'on se penche sur les études de cas effectuées en différents points du globe et sur les analyses approfondies réalisées par les professionnels du secteur de l'information et des services climatologiques, on constate qu'il existe un certain nombre de modèles possibles pour la commercialisation des services hydrométéorologiques et l'intégration des fournisseurs de services météorologiques issus du secteur privé. Ces modèles englobent toute une palette de possibilités mais ne sont pas conçus pour être appliqués tels quels ; ils devront en effet être adaptés au contexte africain pour répondre au mieux aux opportunités et aux défis uniques qu'il pose.

Les modèles étudiés ci-dessous peuvent être représentés sur un graphique en X-Y, où l'axe vertical symboliserait la gamme des biens (allant des biens publics aux biens privés), tandis

⁸³ OMM, « Valuing Weather and Climate: Economic Assessment of Meteorological and Hydrological Services », 2015, OMM-No. 1153, « Les améliorations adoptées par les SMHN en vue de réduire les pertes consécutives aux catastrophes dans les pays en développement (rapports bénéfice/coût) sont évaluées entre 4/1 et 36/1. En Éthiopie, les rapports bénéfice/coût du système d'alerte précoce en cas de sécheresse, qui vise à réduire les pertes de moyens de subsistance et la dépendance à l'aide, vont de 3/1 à 6/1 ». Les retombées économiques des investissements réalisés dans les services météorologiques sont décrites plus loin dans cette section.

que l'axe horizontal indiquerait l'éventail des intérêts, de la participation, du risque assumé et de la responsabilité entre le secteur public et le secteur privé. Les biens publics (y compris les services comme l'éducation, la santé, la sécurité et, effectivement, le lancement d'alertes précoces) ne sont généralement pas facilement monnayables par le secteur privé, qui ne s'y engage donc que de façon limitée. Ils offrent pourtant des avantages certains pour la santé globale d'une société, d'une économie et d'une nation, avec des effets d'entraînement bien connus qui profitent au secteur privé.

Dans le marché des services climatologiques, le secteur public continue d'assumer majoritairement la charge de la fourniture des services d'information météorologique et climatologique auprès de l'ensemble des secteurs de l'économie et doit occuper une place centrale dans la prestation des biens publics, notamment le lancement, en cas de phénomènes météorologiques extrêmes, d'alertes officielles auprès des citoyens et des organismes publics nationaux. Cette responsabilité ne sera effective et gérable que si elle va de pair avec un appui politique (et réglementaire) important, des moyens économiques et humains suffisants, et des données valables pouvant être facilement analysées, condensées et diffusées aussi bien auprès des partenaires du secteur privé que du grand public. Il s'agit là d'une vaste entreprise pour les SMHN qui manquent de personnel et de liquidités. Pour cette raison et pour combler ces lacunes, il peut donc être intéressant d'envisager la possibilité de négocier avec des fournisseurs du secteur privé ayant accès à des technologies de pointe.

Comprendre les biens privés

Les biens privés apportent souvent une certaine valeur à la société mais, contrairement aux biens publics, cette valeur est essentiellement revendiquée et/ou captée par des intérêts privés. À l'extrémité inférieure de l'axe vertical représenté à la figure 5.1 (où les biens privés constituent l'intérêt dominant), les informations de haute qualité, les biens de consommation et les services à valeur ajoutée génèrent des revenus pour les fournisseurs tout en procurant des avantages pour le bien commun en général. Le juste équilibre entre l'intérêt public (fournir des alertes précoces pour préserver des vies) et les intérêts privés (monter de nouvelles entreprises, conquérir de nouveaux marchés et créer des produits à valeur ajoutée pour les consommateurs) se situe à l'intersection de ces intérêts.

En Afrique subsaharienne, bien qu'il soit difficile d'atteindre des entreprises susceptibles d'utiliser des informations climatologiques, les enseignements tirés de pays à revenu intermédiaire tels que l'Afrique du Sud et le Brésil (p. 97) laissent à penser que le recours à ces informations peut avoir des retombées économiques positives, en permettant de réduire les pertes, de diminuer les risques et d'améliorer la productivité. En monétisant les informations météorologiques et climatologiques, les SMHN ont la possibilité de créer des sources de revenus durables tout en contribuant au développement économique global. Compte tenu de la tendance à la hausse de l'économie africaine dans son ensemble, qui a connu une croissance soutenue de 5 % ces dix dernières années, la possibilité de tirer parti de ces partenariats, en Afrique mais aussi dans les pays du Sud en général, pourrait protéger la croissance économique contre certains risques associés au changement climatique et servir de moteur pour accélérer les progrès. Les PPP offrent en outre la possibilité de protéger les investissements réalisés dans les infrastructures de surveillance, à travers des accords de service à long terme⁸⁴.

Dans ce scénario, le secteur privé conserve sa responsabilité auprès de ses actionnaires et des forces du marché, mais il est en mesure d'accroître ses parts de marché, de conquérir de nouveaux utilisateurs, et de tirer parti d'informations météorologiques et climatologiques particulièrement pertinentes pour toucher les consommateurs. Ainsi, au Zimbabwe, une entreprise leader du secteur des télécommunications, dénommée EcoNet, a été la première à créer des stations de surveillance météorologique localisées pour fournir des informations à faible coût et une assurance aux agriculteurs (p. 100).

C'est dans ce juste équilibre que se trouvent de nombreuses entreprises privées jouissant d'un soutien public important. Par exemple, les sociétés de télécommunications privées ont besoin des bandes de fréquences radio gérées par le gouvernement et d'un cadre réglementaires propice à leurs activités. Les compagnies aériennes font appel à des biens et services publics, comme le contrôle du trafic aérien, les bulletins météorologiques et les pistes d'atterrissage, et leurs activités sont très précieuses aux yeux de la société et des entreprises privées. L'exploitation des ressources implique souvent d'utiliser des terres appartenant à l'État, mais elle procure de l'énergie économique à la société dans son ensemble et des profits au secteur privé. Dans cette

⁸⁴ L'un des principaux écueils des investissements réalisés par le passé dans des infrastructures de surveillance hydrométéorologique a été le manque de viabilité à long terme des réseaux d'observation de surface. La coutume veut qu'une fois le matériel installé, le fournisseur prend son dû et quitte les lieux. Mais, une fois les fonds réservés à l'acquisition du matériel épuisés, le NHMS a du mal à faire fonctionner l'équipement et à le maintenir. Le Brésil offre un bon exemple de rationalisation des frais associés au fonctionnement d'un réseau d'observation de surface, à travers un partenariat entre INPE, une organisation œuvrant surtout dans le domaine de la recherche spatiale et énergétique, et Earth Networks, une entreprise privée présentant une gamme plus large d'intérêts pour des biens privés dans plusieurs secteurs. Ce partenariat visait à établir un réseau de détection de la foudre. Il a permis aux deux parties de se partager l'appropriation du projet et la responsabilité de la création et de la maintenance du réseau, appelé à être financé au moyen d'un partenariat commercial leur offrant à toutes deux des avantages économiques, résultant de la vente, à d'autres secteurs, de données de surveillance à valeur ajoutée. Voir p. 97 pour de plus amples renseignements sur ce projet au Brésil.

conjoncture idéale, les SMHN et les acteurs du secteur privé intervenant dans le domaine de l'information climatologique adopteront naturellement des mécanismes doublement bénéfiques et des synergies⁸⁵.

Les modèles de partenariats public-privé

Partout dans le monde, les partenariats public-privé dans le secteur météorologique et climatologique ont évolué au fil du temps et ont tendance à suivre un cycle calqué sur celui du développement économique du pays. Les quatre modèles ci-dessous brossent à grands traits les différents paradigmes de partenariat susceptibles de se produire, dans leur ordre d'apparition le plus probable sur la voie du développement économique d'un pays.

Modèle 1 – Prise en main totale par les pouvoirs publics

Dans ce modèle, que nous définissons comme le paradigme traditionnel, l'administration se charge de fournir la totalité des produits et services hydrométéorologiques. Des produits et services présentant une valeur commerciale sont ainsi distribués gratuitement ou presque à tous les secteurs (publics et privés). C'est la politique qui prévaut de nos jours en Afrique subsaharienne. Bien souvent, les pouvoirs publics sont eux-mêmes les plus gros consommateurs de ces produits et services.

En substance, selon ce modèle, tous les produits et services hydrométéorologiques sont considérés comme des biens publics. Il supprime donc en principe la nécessité de faire appel au secteur commercial privé pour assurer d'autres services, qui n'ont généralement plus raison d'être. Telle est la situation de départ dans de nombreux pays où l'activité économique est encore timide.

À mesure que l'économie d'un pays se développe et se diversifie, ce modèle commence à devenir ingérable. En effet, les utilisateurs non gouvernementaux souhaitent alors disposer de services améliorés ou spécialisés, une demande que les pouvoirs publics se montrent de moins en moins enclins à satisfaire, ou n'en ont simplement pas les moyens. À ce stade, un marché commercial (s'appuyant parfois sur les sources d'information hydrométéorologique disponibles à l'échelle internationale) commence à se développer spontanément. Ce modèle illustre le statu quo qui prévaut actuellement dans de nombreux pays en développement d'Afrique subsaharienne (voir le cas de l'Éthiopie, p. 110).



EN RAISON DE LA FAIBLE DISPONIBILITÉ D'ASSURANCE-RÉCOLTE ABORDABLE, LES PETITS AGRICULTEURS ET LES BANQUES DE PRÊT SONT PLUS RÉTICENTS À PRENDRE DES RISQUES. CRÉDIT PHOTO : JOOST HOEDJES

Tel qu'illustré dans les profils de pays présentés à la fin de cette publication, certains États ont commencé à admettre qu'il était nécessaire de changer les méthodes de production et de distribution de l'information hydrométéorologique. Ainsi, ils ont mis en place des cadres juridiques et réglementaires leur permettant de s'écarter du paradigme traditionnel. D'autres pays doivent encore amorcer les changements nécessaires dans leur manière de procéder, afin de prendre du recul par rapport à ce paradigme et d'adopter d'autres modèles.

Il convient de noter que, même dans le paradigme traditionnel, des partenariats limités peuvent tout de même voir le jour en marge du système, notamment pour tirer parti des réseaux nationaux (comme celui du fournisseur national de services de télécommunications en Éthiopie) afin d'installer des SMA ou de diffuser des alertes précoces.

⁸⁵ Les industries à haut risque vulnérables aux phénomènes météorologiques, telles que celles du secteur de la prospection et de l'exploitation pétrolière et gazière en mer, présentent des besoins spéciaux (par exemple, des coûts d'assurance élevés) qui peuvent être incompatibles avec les moyens des petites entreprises météorologiques privées. Si de bonnes prévisions publiques sont disponibles, les sociétés d'exploitation des ressources choisiront sans doute de faire appel à un organisme soutenu par le gouvernement. Elles peuvent aussi demander des prévisions à deux sources distinctes, voire plus.



ASSURER LA SÉCURITÉ DES ÉQUIPEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES CONSTITUE UN DÉFI. CRÉDIT PHOTO : JOOST HOEDJES

Modèle 2 – Les pouvoirs publics assurent le financement des biens publics et travaillent en partenariat avec des fournisseurs de services météorologiques du secteur privé

Dans ce modèle, qui peut être qualifié de paradigme post-traditionnel et transitionnel, le gouvernement assure toujours le financement et le contrôle des biens et services publics, mais conclut dans le même temps des accords directs avec le secteur privé en vue de développer conjointement le marché commercial. Les Philippines, le Brésil et le Canada offrent autant d'exemples de ce paradigme, qui est principalement axé sur la mise en place de nouvelles infrastructures de surveillance, comme nous le verrons à la section 7. Pour étayer les efforts de commercialisation associés à ce modèle 2, en Afrique du Sud, le service météorologique national (South African Weather Service, SAWS) s'est directement appuyé sur le secteur privé afin de combler son manque de capacités dans le domaine du marketing et du développement commercial.

Un autre exemple nous vient de Nouvelle-Zélande. Dans les années 1980, en Nouvelle-Zélande, la pression sur les fonds publics s'est accrue pour couvrir les besoins en services météorologiques. Cette tendance est allée de pair avec un courant au sein de l'administration prônant l'application du principe de « l'utilisateur-payeur » pour les services spécialisés, et visant à autonomiser et à responsabiliser davantage les ministères. La concurrence commerciale sur le marché déréglementé des services météorologiques, couplée à un remaniement du secteur de la recherche financée sur

fonds publics, a conduit à la création, en juillet 1992, du Meteorological Service of New Zealand Ltd (MetService) en tant qu'entreprise d'État⁸⁶.

Le modèle 2 est sans doute le plus intéressant pour les PMA qui cherchent à combler rapidement d'importantes lacunes dans les domaines de la technologie et du marketing, afin de relever les défis majeurs auxquels ils sont confrontés avec peu de moyens publics.

Modèle 3 – Financement public pour les biens publics mais services commerciaux payés par le secteur privé

Traditionnellement, les pays passent généralement du modèle 1/paradigme traditionnel au modèle 3/paradigme moderne dès lors que la demande de services dépasse la capacité ou la volonté du gouvernement de fournir gratuitement au secteur privé des services présentant une valeur monétaire.

Dans plusieurs pays, dont le Royaume-Uni, le Japon, les Pays-Bas et l'Afrique du Sud, les SMHN ont effectué une refonte d'une partie de leurs services météorologiques de base pour en faire un secteur à vocation commerciale fournissant des services spécialisés ou sur mesure, devenant ainsi source de revenus⁸⁷. Aux Pays-Bas, cette commercialisation des services du SMHN a eu cours pendant de nombreuses années alors que le marché commercial prenait son essor en marge des activités menées par le gouvernement. Cette situation s'est maintenue jusqu'à ce que le gouvernement des Pays-Bas décide de mettre un terme à la fourniture de ces biens privés et autorise les entreprises du marché libre à voler de leurs propres ailes, passant ainsi du modèle 2 au modèle 3, comme décrit dans la section suivante.

⁸⁶ MetraWeather, « History », disponible sur : www.metraweather.com/about-MetraWeather/history.

⁸⁷ Ces modèles ont été présentés lors d'un atelier organisé par le CIRDA le 3 mars 2015 à Kampala, en Ouganda. Le programme et les présentations de l'ensemble des ateliers du CIRDA sont disponibles en ligne dans la rubrique « Programme Meetings and Workshops » du site Internet à l'adresse suivante : www.undp-alm.org/projects/cirda/meetings-and-workshops.

En Afrique du Sud, le gouvernement a commencé à fonctionner selon ce modèle en 2001, en octroyant au SAWS un statut spécial lui permettant de tirer un bénéfice des services qui ne relevaient pas de l'obligation, pour le service public, de fournir des informations météorologiques de base. Toutefois, à l'instar de l'expérience vécue par les Pays-Bas à mi-parcours du modèle 2, le SAWS n'a aujourd'hui plus le monopole et doit rivaliser avec les entreprises de services météorologiques du secteur privé. Près de la moitié du budget du SAWS provient désormais de ses services commerciaux, à savoir 38 % de la part du secteur aérien (en raison des exigences imposées par la loi aux compagnies aériennes internationales) et 10 % d'autres sources commerciales. Les revenus ont plus que quintuplé depuis 2010 et poursuivent leur croissance, de l'ordre de 32 % par an. Avec un budget, des institutions et une stabilité politique relative typiques d'un pays à revenu intermédiaire, l'Afrique du Sud entretient depuis longtemps déjà des partenariats public-privé. En 2000, un service consacré aux PPP a été créé au sein de l'administration sud-africaine, tandis que la définition juridique des PPP a été transposée dans la législation du pays⁸⁸.

La décision de mettre en place un service de développement commercial ne doit pas être prise à la légère. Pour réussir, cette mission requiert en effet du personnel compétent et l'engagement de fournir un niveau de service qui soit à la hauteur des exigences commerciales. Comme le montrent le cas de l'Afrique du Sud et des Pays-Bas, il n'est pas facile de faire la distinction entre les services commerciaux et non commerciaux, chaque pays devant décider lui-même où tracer la frontière entre les deux.

Modèle 4 – Les pouvoirs publics financent l'ensemble des biens publics et fournissent des informations au marché commercial libre

Selon ce scénario, qui peut être qualifié de « paradigme postmoderne », l'administration finance tous les biens

publics et fournit des données brutes (à leur coût de revient) pour permettre au marché libre et ouvert des services hydrométéorologiques commerciaux de prospérer. Elle ne participe pas directement aux flux de revenus ni au développement économique des fournisseurs privés. Au contraire, les entreprises privées sont en concurrence sur le marché libre pour repérer les utilisations possibles des données qui sont accessibles au public, et créer des services complémentaires de veille météorologique pour combler les lacunes spécifiques de cette approche fondée sur les données. Ce modèle est principalement utilisé dans les pays possédant un SMHN bien développé, de gros budgets et des cadres juridiques favorables, tels que les États-Unis et l'Allemagne. Comme mentionné ci-dessus, à l'heure actuelle, les Pays-Bas ont eux aussi largement adopté ce paradigme postmoderne. Ce modèle comprend également des variantes plus avancées, qui permettent l'acquisition de données (et non pas seulement de matériel ou de logiciels) auprès du secteur privé en tant que fonction à part entière du service public.

Aux États-Unis, par exemple, où le service météorologique national ne peut pas entrer en concurrence avec des sociétés privées, les entreprises indépendantes de services météorologiques combler les carences du marché et fournissent des services d'information hydrométéorologique particulièrement ciblés pour compléter les informations accessibles au public⁸⁹. Ces services indépendants offrent une combinaison d'annonces publicitaires à la télévision et sur les téléphones portables, ainsi que des informations sur mesure pour les entreprises. En 2012, les recettes annuelles des 350 sociétés concernées ont été estimées à trois milliards de dollars US⁹⁰. Dans un premier temps, ces revenus considérables ont été générés grâce au marché télévisuel, mais d'autres services plus étendus sont désormais proposés dans un large éventail de secteurs. Par exemple, le secteur des télécommunications mobiles connaît actuellement une croissance particulièrement forte. Les évolutions recensées dans ce secteur pourront sans doute être transposées en Afrique, à l'image des investissements d'infrastructures qui ont bien pris dans le secteur des télécommunications

⁸⁸ Selon la législation sud-africaine, un PPP obéit à la définition suivante : il s'agit d'un contrat entre une institution publique et une entité privée. L'entité privée remplit une fonction institutionnelle et/ou utilise des biens appartenant à l'État en termes de spécifications des extrants. Les principaux risques (financiers, techniques, opérationnels) associés au projet sont transférés à l'entité privée. En contrepartie, celle-ci bénéficie de paiements à l'unité, versés par le gouvernement et/ou obtenus à travers des droits d'utilisation. Sikhumbuzo Gqoli, Trésor public, service des PPP, « Public Private Partnerships in South Africa », présentation PowerPoint, disponible sur : www.oecd.org/investment/investmentfordevelopment/35624345.pdf.

⁸⁹ Le service météorologique des États-Unis est entièrement financé par le gouvernement fédéral et applique une politique ouverte en matière de données. Il a la responsabilité d'observer et de consigner les paramètres météorologiques, ainsi que d'élaborer des prévisions et de lancer des alertes météorologiques dans l'intérêt de la sécurité et de l'économie nationales. « National Weather Service Mission », disponible sur : www.nws.noaa.gov/wsom/manual/archives/NA027045.HTML.

⁹⁰ « Today's Forecast for the Weather Business: Increased Revenues and a Focus on Innovation », University of Pennsylvania, Wharton, 10 avril 2013, knowledge.wharton.upenn.edu/article/todays-forecast-for-the-weather-business-increased-revenues-and-a-focus-on-innovation/. L'acceptation de la concurrence sur le marché de la météorologie aux États-Unis est au moins en partie culturelle, comme en témoigne la déclaration d'un fonctionnaire de la Société nationale universitaire pour la recherche atmosphérique : « Au vu des progrès actuels dans les domaines de la météorologie, de la modélisation et de l'informatique, les entreprises privées peuvent prendre en charge bon nombre d'activités à valeur ajoutée pour des clients spécifiques, que le service national de météorologie ne peut pas (et ne doit pas) assurer ». L'un des inconvénients du système américain a sans doute été son retard à égaler la capacité des systèmes de modélisation plus sophistiqués utilisés en Europe, qui représentent un investissement difficile à assumer pour une entreprise privée (ibid.). Un autre fait récent à cet égard a été l'acquisition par IBM, en octobre 2015, d'une importante société de prévision météorologique. Ce contrat devrait accroître considérablement les moyens disponibles et permettre d'atteindre le niveau de sophistication technologique de plus en plus élevé requis pour établir les prévisions météorologiques. Angela Fritz, « IBM to Buy Digital Branch of Weather Company, Leaves Weather Channel Behind », *Washington Post*, 28 octobre 2015, disponible sur : www.washingtonpost.com/news/capital-weather-gang/wp/2015/10/28/ibm-buys-digital-branch-of-weather-company-leaves-weather-channel-in-the-dust/.

L'ÉVALUATION DU MARCHÉ ÉTABLIT UN POINT DE RÉFÉRENCE POUR CONNAÎTRE LES ACTIFS EXISTANTS ET LES POSSIBILITÉS DE PARTENARIAT AVEC LE SECTEUR PRIVÉ

Anthony Mills, Olga van den Pol et Onno Huyser

La compréhension globale des forces du marché, des acteurs, des dynamiques, des menaces, des opportunités et des faiblesses du secteur des services météorologiques et climatologiques sera déterminante pour élaborer des stratégies axées sur la demande au profit du secteur privé africain.

Afin de bien saisir les forces en jeu, une évaluation de l'ensemble du marché africain a été effectuée dans le cadre du programme CIRDA du PNUD⁹². Cette étude s'est penchée sur les possibilités actuelles de mettre au point des produits météorologiques et climatologiques dans les 11 pays les moins développés du continent soutenus par le programme CIRDA. Les profils de pays issus de cette enquête (et révisés par chaque SMHN concerné), sont fournis en annexe de la présente publication (p. 104). L'évaluation du marché a été réalisée par C4 EcoSolutions, un cabinet de conseil sud-africain spécialisé dans le changement climatique.

La recherche révèle que l'état de préparation des SMHN varie considérablement d'un pays à l'autre. Ainsi, certains sont d'ores et déjà en mesure d'entamer des négociations avec des entreprises du secteur privé, tandis que d'autres nécessitent un renforcement institutionnel pour pouvoir poursuivre leur transition. L'étude suggère que des marchés existent bel et bien, mais que bon nombre de SMHN n'ont pas la culture commerciale, le sens des affaires ou les compétences marketing nécessaires pour les exploiter de manière efficace. Les opérateurs de téléphonie mobile, le secteur aérien et le secteur agricole figurent parmi les cibles les plus faciles. La conquête de ces secteurs exige des changements culturels, de même que, selon toute vraisemblance, un dialogue soutenu avec les sociétés qui se consacrent à la présentation et la revente de données météorologiques spécialisées.

Selon cette étude, l'essor du marché des produits météorologiques et climatologiques ira de pair avec l'amélioration continue de la qualité et de l'accessibilité des données satellite, les bonnes performances des systèmes de prévision mondiale et régionale de haute qualité, et la disponibilité de services de télécommunications de pointe. Il en résulte, comme le confirme la recherche, que les produits d'information météorologique et climatologique provenant d'entreprises privées (destinés à la fois au secteur public et au secteur privé dans toute l'Afrique) deviendront à la fois de plus en plus sophistiqués et abordables. Les SMHN africains doivent par conséquent réagir rapidement pour définir leur propre rôle au sein de ce nouveau marché du secteur privé pour les services météorologiques et climatologiques, sous peine de se voir de plus en plus marginalisés.

D'après les conclusions de l'évaluation du marché, il est peu probable que la vente de données brutes procure à elle seule des revenus importants aux SMHN. Les possibilités que représente le secteur privé pour ces

SMHN résident plutôt dans la participation aux futurs revenus issus de la vente de produits d'information météorologique sur mesure mis au point en partenariat avec un certain nombre d'entreprises privées du secteur météorologique.

Selon l'évaluation, les SMHN devraient tirer parti de leur avantage concurrentiel pour définir leurs rôles dans le secteur privé. Au nombre de ces avantages figurent leurs infrastructures sur le terrain (qui peuvent considérablement améliorer la précision et la finesse des informations hydrométéorologiques), leur rôle clé dans la création des marchés météorologiques nationaux, leur facilité de contact avec les décideurs et les législateurs, et leur neutralité intrinsèque, en tant qu'institutions publiques chargées de consigner les données nationales relatives au climat. L'évaluation souligne que, si les SMHN savent tirer parti de ces atouts et contribuent à façonner le marché émergent de l'information météorologique et climatologique dans leurs pays respectifs, les entreprises météorologiques privées peuvent devenir des alliés précieux partageant leurs sources de revenus, au lieu de concurrents ou d'adversaires qui s'y opposent.

La recherche a par ailleurs révélé que, pour intervenir directement sur le marché privé de la météorologie, les SMHN vont devoir subir une mutation culturelle. Les institutions publiques comme les SMHN connaissent en effet une certaine « inertie culturelle », servant à préserver la stabilité des relations et des méthodes (existantes). Dans le cas présent, cette inertie s'applique aussi aux modèles de financement, à la clientèle traditionnelle (et limitée) et à la relation avec l'OMM, principalement axée sur la réalisation d'observations synoptiques.

L'étude avance en outre que, même s'il est crucial de s'engager dans le marché national de la météorologie, il est tout aussi important de définir très clairement les rôles du secteur public et des fournisseurs du secteur privé. Cette délimitation est nécessaire pour éviter la concurrence déloyale et pour veiller à ce que les alertes précoces fassent autorité, pour être transmises au public « d'une seule voix ».

Les Pays-Bas offrent un modèle intéressant. Ici, la législation nationale définit les rôles et les responsabilités précises du service météorologique national et du secteur météorologique privé, en faisant clairement la distinction entre l'administration et le marché. Ainsi, KNMI, le SMHN des Pays-Bas, se charge pour l'administration centrale d'effectuer la surveillance des conditions météorologiques au niveau national, et de consigner les données nationales relatives au climat, alors que les entreprises météorologiques privées complètent ces tâches et ces responsabilités en mettant au point des produits et des services météorologiques sur mesure pour les collectivités locales, le secteur privé et les particuliers.

⁹² L'étude est disponible en ligne dans son intégralité sur : www.adaptation-undp.org/resources/knowledge-products/climate-and-weather-services-market-assessment-revenue-generating.

Marchés spécifiques

La liste de partenaires potentiels du secteur privé fournie ci-dessous n'est pas exhaustive, mais elle englobe d'importants marchés potentiels pour les informations météorologiques et climatologiques sur mesure. Les profils de pays évoquent en outre des marchés spécialisés (comme le tourisme dans le cas de Sao Tomé-et-Principe) susceptibles d'être intéressants pour les SMHN concernés.

Téléphonie mobile. Les compagnies de téléphonie mobile sont disposées à travailler en partenariat avec les SMHN car le fait de fournir des produits d'information météorologique à leurs clients, même succincts, dans le cadre d'un ensemble varié de contenus prisés, est rentable avec le temps. Pour l'opérateur, l'ajout d'informations météorologiques fiables (principalement tirées à l'heure actuelle des données satellitaires et d'autres services gratuits) encourage les utilisations à valeur ajoutée liées à d'autres services mobiles rentables, comme la banque mobile. Cela sert également à réduire la perte de clientèle et à attirer de nouveaux consommateurs. Cependant, les compagnies de téléphonie mobile exigent des produits d'information météorologique soigneusement adaptés et bien présentés (et non pas des données brutes), bien qu'elles ne soient pas toujours disposées à payer pour cela.

Entreprises spécialisées dans le conditionnement des informations météorologiques. Les SMHN sont des experts dans le domaine de la production de données brutes. Cependant, en raison de leur budget limité et de leur manque d'expérience, ils n'ont bien souvent pas la capacité de préparer les données brutes et de les adapter aux goûts des consommateurs, selon les conclusions de l'étude. C'est là que les entreprises de conditionnement des informations telles que Speedwell Weather entrent en jeu. Ces entreprises condensent les informations météorologiques et élaborent un produit à valeur ajoutée pour le revendre aux consommateurs finaux (entreprises de services financiers, opérateurs de téléphonie mobile ou sociétés minières). Les partenariats avec les entreprises de conditionnement telles que Speedwell Weather sont à la fois source d'opportunités et d'enjeux pour les SMHN. Ils permettront sans doute d'exploiter de nouveaux marchés et de partager les profits, mais ils risquent de restreindre la valeur potentielle des SMHN (et leurs propositions de valeur globales) à long terme en les confinant à la collecte de données brutes.

Aviation. Le secteur aérien est celui qui illustre le mieux la manière dont les SMHN peuvent conditionner des informations et en obtenir des bénéfices. De nombreux SMHN entretiennent d'ores et déjà des relations avec cette industrie, et certains reçoivent même un paiement symbolique pour l'information et les services qu'ils fournissent. D'après le rapport, la création de produits sur mesure pour ce secteur (et l'attribution d'une valeur monétaire raisonnée aux services fournis) représente une grande opportunité pour les SMHN. Elle peut en outre prévenir le risque de désintermédiation de la part des entreprises météorologiques privées.

Exploitation des ressources. Les compagnies minières et autres sociétés d'exploitation des ressources ont souvent recours à des bulletins météorologiques sur mesure pour obtenir des alertes précoces localisées. Les prévisions d'orage et la surveillance météorologique locale servent à gérer la circulation routière et l'utilisation d'autres infrastructures. Dans certains cas, les mines disposent déjà de systèmes locaux de surveillance ou font appel à des sociétés privées de veille météorologique pour assurer la surveillance au niveau local.

Agriculture. Dans de nombreux PMA d'Afrique, une grande partie du PIB provient de l'agriculture. Dans certaines régions, les grands secteurs agricoles (comme ceux du thé et des plantations de sucre) assurent d'ores et déjà dans leur propre intérêt le suivi de plusieurs variables comme l'humidité du sol, l'humidité ambiante, le nombre de journées ensoleillées et les températures nocturnes, afin d'optimiser les rendements. Dans certains pays africains, avec le soutien des entreprises semencières et d'autres sociétés vendant des produits aux agriculteurs, les compagnies de téléphonie mobile fournissent déjà gratuitement des informations météorologiques saisonnières sur simple appel. Les systèmes de suivi locaux pourraient être intégrés dans ceux des SMHN et les informations reçues pourraient éventuellement être transmises au Système mondial intégré des systèmes d'observation de l'OMM (WIGOS) pour améliorer la surveillance du climat à l'échelle mondiale. Les SMHN peuvent également travailler avec les grands producteurs et les autorités agricoles nationales en vue de créer des rapports ciblés sur l'état des cultures. Ce genre de rapports existe déjà dans bien des domaines, mais ils n'offrent pas le degré de précision nécessaire pour avoir des impacts significatifs, en particulier s'agissant des petits agriculteurs.

Banque et assurance. Les informations météorologiques et climatologiques conditionnées peuvent être utilisées pour atténuer les risques, créer des seuils d'indemnisation et promouvoir les investissements intelligents dans l'action climatique. Les banques ont la possibilité de recourir aux données sur mesure pour prédire les cycles du marché, offrir des services de conseil, protéger les centres de données touchés par des phénomènes météorologiques extrêmes et élaborer de meilleures analyses. Pour de plus amples informations sur le thème des assurances, voir p. 78.

Énergie et infrastructure. En brossant un tableau précis des conditions météorologiques locales, il est non seulement possible de prédire la consommation d'énergie globale, mais aussi de prendre des décisions plus avisées concernant les investissements à long terme. Pour de plus amples informations sur le thème de l'énergie et des infrastructures, voir p. 20.

Santé. Les informations météorologiques et climatologiques sont des éléments clés pour prédire la propagation de maladies transmises par les moustiques. Mais le secteur de la santé peut en tirer parti d'autres façons, moins évidentes au premier abord. Ainsi, des alertes météorologiques précoces et des prévisions cohérentes sont susceptibles d'éviter l'endommagement d'équipements coûteux et de minimiser les fausses alarmes, tout en contribuant à prédire le nombre de nouveaux patients attendus dans les hôpitaux.

mobiles, et pourraient venir s'ajouter à l'établissement des partenariats d'infrastructures déjà mentionnés. Les concepteurs d'application adaptent rapidement leurs produits aux téléphones portables classiques, tandis que l'essor des smartphones disponibles à un prix abordable et l'amélioration de la largeur de bande dans toute l'Afrique laissent augurer une expansion des possibilités commerciales⁹¹.

REPÉRER LES AVANTAGES MUTUELS

Pour qu'un PPP soit couronné de succès, il est important que tous les intervenants, aussi bien ceux du secteur public que ceux du secteur privé, puissent en tirer des avantages. Un accord qui favoriserait l'une des deux parties au détriment de l'autre ne sera pas viable dans la durée. Heureusement, comme il est expliqué ci-dessous, les partenariats dans le domaine des services hydrométéorologiques offrent de grands avantages potentiels à la fois pour les acteurs publics et pour les acteurs privés.

Les partenariats de type « gagnant-gagnant » ne sont pas l'apanage du secteur des télécommunications mobiles. Les exemples ne manquent pas pour montrer qu'ils peuvent prospérer dans des secteurs de l'économie ayant grandement besoin d'ensemble de données météorologiques et climatologiques plus complets et précis. Ainsi, le secteur bancaire, qui prête de l'argent aux

agriculteurs, et celui de l'assurance fondée sur des indices météorologiques, qui fournit une assurance-récolte à ces mêmes agriculteurs, sont deux filières qui dépendent des données hydrométéorologiques pour prendre les décisions financières qui influent sur leur résultats. En effet, le fait d'offrir à un agriculteur un prêt avec l'assurance-récolte indexée, couplé d'un service d'information hydrométéorologique spécifique par téléphone portable, réduit les risques à la fois pour la banque et la compagnie d'assurance, tout en aidant l'agriculteur à exploiter ses cultures de manière plus rentable. (Les fournitures agricoles telles que les semences et les engrais sont parfois eux aussi couplés aux offres.) Il faut savoir que l'assurance-récolte requiert de bonnes données climatologiques pour estimer correctement les risques (une étape essentielle dans la fixation des primes), ainsi que des données météorologiques vérifiables afin de savoir quand procéder à une indemnisation. (Voir le paragraphe consacré aux assurances agricoles en Afrique, p. 78.)

En apparence, les possibilités commerciales offertes par la diffusion d'alertes précoces et l'établissement de prévisions de récolte à long terme (des informations précieuses dont les petits exploitants agricoles ont besoin pour améliorer leurs moyens de subsistance) semblent limitées. Pourtant, l'élargissement de la clientèle, la fidélité à la marque, une main-d'œuvre fiable et des infrastructures productives plus résilientes au climat sont autant d'arguments qui évoquent la possibilité d'établir une relation durable entre les entreprises et la population. Dans le cas d'EcoNet au Zimbabwe, de nouveaux partenariats voient actuellement le jour entre le

Table 5.1 Les PPP dans le domaine des services météorologiques : une opportunité au potentiel doublement avantageux.

 AVANTAGES POUR LE SECTEUR PUBLIC	 AVANTAGES POUR LE SECTEUR PRIVÉ
Accès à des technologies de pointe	Nouveaux marchés rentables
Ressources humaines et financières	Potentiel de services pour les informations météorologiques très demandées
Avantages plus importants pour le développement grâce à l'appui de plusieurs secteurs de l'économie	Accès à des ensembles de données plus complets gérés par le gouvernement
Augmentation de la résilience au changement climatique	Dans le secteur des télécommunications, possibilité d'offrir de nouveaux produits et services pour conserver les clients existants
Possibilité de création de revenus	Occasion de montrer une responsabilité sociale (en transmettant les alertes en cas d'urgence)
Valorisation de son statut et soutien accru du public	Augmentation de la productivité dans l'agriculture et dans d'autres secteurs dépendant des conditions météorologiques

⁹¹ « Today's Forecast for the Weather Business », University of Pennsylvania.

LES PARTENARIATS PUBLIC-PRIVÉ POUR LES TÉLÉCOMMUNICATIONS EN AFRIQUE

Pour les SMHN, les partenariats avec les entreprises de téléphonie mobile représentent l'une des principales opportunités à exploiter⁹³. En effet, ces entreprises peuvent non seulement fournir des emplacements sécurisés pour la pose de SMA, mais aussi faciliter la diffusion de messages d'alerte précieux auprès d'un public large et diversifié, permettant ainsi de sauver des vies. Du point de vue des SMHN, ces activités peuvent être mises en œuvre de plusieurs façons :

- **Directement**, par le SMHN, qui paie l'entreprise de téléphonie mobile pour le faire. Si les informations à diffuser sont cruciales mais rares, telles que les avis de tempête, l'entreprise de téléphonie mobile peut éventuellement les transmettre gratuitement en tant que service public.
- **Indirectement**, par l'entreprise de téléphonie mobile, qui met en place une filière à travers laquelle un ensemble d'informations météorologiques ordinaires, comme une prévision matinale diffusée au quotidien à l'attention du secteur agricole, est fourni à moindre coût à l'utilisateur (un agriculteur ou un gardien de troupeau, dans ce cas). Même si le prix à payer par chaque utilisateur est modique, les recettes peuvent être suffisantes pour justifier le service en raison du grand nombre d'utilisateurs potentiels, comme dans le cas d'EcoNet et des nombreuses plates-formes de services bancaires mobiles existantes en Afrique.
- **À travers un tiers**, qui fait office d'intermédiaire entre les SMHN et la compagnie de téléphone. Il peut s'agir d'une branche du SMHN créée à but lucratif, à l'image des services du Met Office au Royaume-Uni et d'autres

SMHN dans plusieurs pays développés, qui sont pour partie pris en charge par le gouvernement central ou soutenus par des activités commerciales. Ce tiers pourrait apporter une valeur ajoutée aux informations météorologiques en effectuant une analyse plus poussée, en les adaptant ou en les personnalisant avant de les transmettre à sa clientèle payante à travers le réseau téléphonique.

Des modèles mixtes, combinant ces différentes possibilités, sont également probables. Des situations où ces trois modalités coexistent ont été recensées dans plusieurs pays développés. Dans chaque cas, toutes les parties y trouvent un avantage. Le SMHN accomplit sa mission, l'entreprise de téléphonie mobile génère davantage de recettes et de bonne volonté, et les utilisateurs reçoivent des informations hydrométéorologiques en temps opportun leur permettant de vivre plus en sécurité et d'améliorer leurs moyens de subsistance.

Dans le meilleur des cas, une partie des recettes revient au SMHN. Pour cela, le SMHN doit se montrer proactif dans l'ouverture de nouveaux volets d'activités commerciales avec la compagnie téléphonique et les autres entreprises qui tiennent compte des informations hydrométéorologiques dans leurs processus de prise de décisions. Par exemple, le programme 3-2-1 du réseau Human Network International (p. 85) œuvre avec plusieurs ONG et ministères pour créer des contenus localisés destinés aux téléphones portables basiques sur des thèmes variés liés au développement, notamment dans les domaines de la santé publique, de l'agriculture, de l'éducation, de l'eau et de l'assainissement, de la planification familiale, de la microfinance, des alertes précoces et d'autres domaines d'intérêt.



⁹³ L'utilisation, à des fins de développement, du réseau de téléphonie mobile qui est actuellement en plein essor en Afrique, offre une palette de possibilités de plus en plus grande dans le domaine de la santé, de l'éducation et des secours en cas de catastrophe. Plusieurs programmes destinés à aider les petits agriculteurs dans la plantation, la récolte et la vente de leurs récoltes se sont soldés par un succès. Voir, par exemple, Kofi Annan et Sam Dryden, « Food and the Transformation of Africa », *Foreign Affairs* (novembre/décembre 2015).

ministère de l'Agriculture et le service de téléphonie mobile pour mettre en contact les agriculteurs et les vulgarisateurs agricoles de terrain (p. 100).


Les informations relatives à la foudre s'avèrent elles aussi utiles à un large éventail d'utilisateurs désireux de protéger leurs appareils électriques ou de réaliser des activités d'exploitation forestière, tout comme pour les aérodromes. Dans chacun de ces cas, en raison de la nature même de ces activités, il faut aussi évoquer l'exposition du personnel au risque et le potentiel important de blessures ou de décès dus à la foudre, ainsi que l'éventuel endommagement des équipements importants, comme démontré dans le cas du Brésil (p. 98).

IDENTIFIER LES RISQUES

Les PPP ne sont pas sans risques, au nombre desquels figurent des enjeux de nature juridique et des retards lorsque la transparence dans l'attribution des contrats laisse à désirer⁹⁴, en cas de répartition inadéquate des

risques dans le secteur public⁹⁵ et si ce dernier ne possède pas les compétences ni le leadership requis pour effectuer des transactions complexes⁹⁶. Il faut aussi souligner que les problèmes varient d'un pays à l'autre (en fonction, par exemple, de la réglementation relative à l'attribution des contrats, au partage des données et à la diffusion des alertes en cas de catastrophe imminente)⁹⁷. De nombreux pays optent pour instaurer l'obligation de rendre publiques toutes les données financées par l'État (c'est-à-dire la plupart des renseignements informatisés et des produits de prévision financés par des fonds publics), pour que quiconque puisse les utiliser gratuitement. Cette démarche risque de poser problème, en étant source de conflit et de concurrence si le SMHN met au point de nouveaux produits et services qui étaient auparavant fournis par le secteur privé sur des marchés niches. Dans le même temps, l'existence de services privés ne devrait en aucun cas empêcher l'amélioration des services météorologiques et des systèmes d'alertes publics. Pour que le partenariat public-privé porte ses fruits, il est donc impératif que le SMHN et les fournisseurs privés de services

Table 5.2 Les PPP dans le domaine des services météorologiques : risques potentiels.

 RISQUES POUR LE SECTEUR PUBLIC	 RISQUES POUR LE SECTEUR PRIVÉ
Dérive de la mission et des objectifs (expansion du programme au-delà de sa mission ou de ses objectifs d'origine)	Profil de risque financier plus élevé dans les économies en développement
Renforcement des capacités internes	Les obstacles juridiques et réglementaires entravent l'accomplissement des objectifs
Enjeux juridiques et réglementaires	Carences dans les infrastructures en matière de sécurité, d'alimentation et de communications à long terme
Répartition des responsabilités	Lacunes culturelles
Éloignement du statu quo	Lacunes linguistiques
Propriété des données et enjeux liés à la propriété intellectuelle	Absence de modèles de réussite

⁹⁴ Trefor Moss, « Philippines Strives for Public-Private Solution to Infrastructure Woes », *Wall Street Journal*, 22 janvier 2015 (annulation et relance d'un appel d'offres pour la construction d'une voie rapide, en raison de problèmes de transparence).

⁹⁵ Michael Laris, « Va. spends \$260 million on unbuilt road, says it could have been worse », *Washington Post*, 2 juillet 2015, disponible sur : www.washingtonpost.com/local/trafficandcommuting/va-spends-260-million-on-unbuilt-road-but-says-it-could-have-been-worse/2015/07/02/638d9b62-20d2-11e5-aeb9-a411a84c9d55_story.html (les contribuables ont dû payer une route qui n'a pas pu être construite en raison de l'impossibilité d'obtenir des permis de construire).

⁹⁶ Diann-Yi Lin, « Can Public Private Partnerships Solve Indonesia's Infrastructure Needs? », McKinsey & Company, octobre 2014, disponible sur : www.mckinsey.com/global-locations/asia/indonesia/en/latest-thinking (48 projets de PPP annoncés en Indonésie, d'une valeur de 57 milliards de dollars US, sont au point mort en raison du manque de compétences et de leadership publics).

⁹⁷ Rogers et Tsirkunov, « Weather and Climate Resilience », p. 110. Un enjeu potentiel identifié par les auteurs (la possibilité qu'une concurrence insuffisante conduise à un quasi-monopole s'il n'existe que quelques entreprises privées qualifiées) ne semble pas être un problème dans le contexte de l'hydrométéorologie à en juger par l'intérêt pour le programme CIRDA montré par un groupe varié d'acteurs économiques participant à une exposition du secteur privé lors de l'atelier de lancement qui s'est tenu les 13 et 14 avril 2014 à Addis-Abeba, en Éthiopie (disponible sur : www.undp-alm.org/sites/default/files/downloads/final_agenda_ci_wkshp.pdf).

météorologiques travaillent main dans la main. Il est par ailleurs essentiel d'adopter une approche prudente, adaptée au pays, telle que traitée plus en détail à la section 6.

COÛTS ET AVANTAGES DES SYSTÈMES D'ALERTE PRÉCOCE

L'un des principaux obstacles à l'investissement public dans la modernisation des services hydrométéorologiques réside dans la perception que d'autres besoins publics, tels que les routes, les soins de santé et l'éducation, sont plus urgents et plus importants du point de vue du développement. Ceci étant, les services météorologiques modernes peuvent en fait améliorer la prestation d'autres services publics et contribuer, de bien des façons, au développement économique du pays. Un nombre grandissant d'études économiques montre comment ces avantages peuvent être quantifiés, tel qu'illustré dans le cas de l'Afrique du Sud et des Pays-Bas. Cet argument contribue à justifier des investissements publics même si les gouvernements ont peu de moyens, d'autant plus que certains coûts sont susceptibles d'être compensés par la génération de revenus.

L'existence de systèmes d'alerte précoce, qui visent à atténuer l'impact des tempêtes et des phénomènes météorologiques extrêmes, constitue une source indéniable d'avantages. Les catastrophes naturelles entravent la croissance sur bien des plans. De toute évidence, la perte de vies humaines a un impact social et économique dévastateur sur les communautés. Les catastrophes naturelles peuvent condamner des ménages entiers à la pauvreté. Les pays doivent dépenser de grosses sommes d'argent pour reconstruire leurs infrastructures après les catastrophes, alors que ces fonds auraient pu être destinés à des projets de développement⁹⁸.

Une étude de cas menée récemment en Ouganda a révélé que le rapport coûts/avantages des investissements réalisés dans les systèmes d'alerte précoce était de l'ordre de 5/1 à 10/1 (pour de plus amples informations sur l'Ouganda, voir p. 124). Ces chiffres correspondent à ceux relevés dans d'autres études de cas⁹⁹. Ce potentiel énorme en termes d'efficacité, associé à une diminution des coûts afférents, offre un argument de poids en faveur des investissements dans

l'information climatologique et les systèmes d'alerte précoce.

Quantifier les avantages

Les avantages des systèmes d'alerte précoce peuvent être divisés en trois catégories : diminution des pertes matérielles en cas de catastrophe naturelle, diminution des pertes humaines suite aux catastrophes naturelles, et autres avantages économiques. La première catégorie, à savoir les pertes matérielles évitées, est difficile à évaluer avec précision sans une analyse très poussée. Offrant une approche pragmatique, Hallegatte (2012)¹⁰⁰ part du principe que tous les pays peuvent obtenir les mêmes avantages relatifs et que ces avantages représentent entre 0,003 et 0,017 % du PIB du pays.

La quantification de la diminution des pertes humaines nous contraint à attribuer une valeur monétaire à chaque vie humaine (pourtant inestimable). Les économistes ont mis au point plusieurs méthodes utiles pour attribuer une valeur monétaire à une diminution statistique des risques de décès, comme la valeur d'une vie statistique (VVS) ou les années de vie corrigées du facteur d'invalidité (AVCI). Les méthodes VVS et AVCI procurent des indications utiles sur la somme qu'un pays est disposé à déboursier pour réduire le risque de mortalité (sans faire de jugement éthique sur la valeur réelle de la vie).

Les diminutions des pertes en vies humaines et en biens matériels sont des atouts exclusivement liés aux systèmes d'alerte précoce. Cependant, les avantages économiques de l'utilisation d'informations météorologiques et climatologiques dans des conditions ordinaires peuvent être bien plus conséquents encore. Rogers et Tsirkunov (2013) soulignent la manière dont les services météorologiques et hydrologiques nationaux profitent à la plupart des secteurs de la société. Outre l'impact direct des alertes précoces, ces autres avantages peuvent générer une hausse annuelle de 6 à 10 % des profits économiques¹⁰¹.

Associée à la réalisation d'estimations de l'efficacité potentielle des systèmes d'alerte précoce liés à des dangers spécifiques, l'évaluation des vulnérabilités de chaque pays aux catastrophes naturelles peut donner une bonne indication des avantages pécuniaires globaux d'un système d'alerte précoce. Par exemple, les alertes précoces relatives à des crues soudaines sont particulièrement efficaces, étant donné que l'évacuation de la population (c'est-à-dire le déplacement vers un terrain plus élevé) dans ces circonstances s'avère très peu onéreuse et extrêmement efficace. Par conséquent,

⁹⁸ Stéphane Hallegatte, « Early Warning Weather Systems Have Very Real Benefits », 23 juillet 2012, sur le blog de la Banque mondiale intitulé « Let's Talk Development », disponible sur : blogs.worldbank.org/developmenttalk/early-warning-weather-systems-have-very-real-benefits.

⁹⁹ Voir par exemple A. R. Subbiah et al., « Background Paper on Assessment of the Economics of Early Warning Systems for Disaster Risk », Groupe de la Banque mondiale, Facilité mondiale pour la prévention des risques de catastrophes et le relèvement (GFDRR), 1 décembre 2008 ; Thomas Teisberg et Rodney Weiher, « Background Paper on the Benefits and Costs of Early Warning Systems for Major Natural Hazards », Groupe de la Banque mondiale, GFDRR, 18 mars 2009 ; et Groupe d'évaluation indépendante (GEI), Banque mondiale, « Adapting to Climate Change: Assessing World Bank Group Experience », disponible sur : ieg.worldbankgroup.org/Data/reports/cc3_full_eval_0.pdf.

¹⁰⁰ Stéphane Hallegatte, « A Cost Effective Solution to Reduce Disaster Losses in Developing Countries: Hydro-Meteorological Services, Early Warning, and Evacuation », Rapport de recherches sur les politiques de la Banque mondiale, 2012.

¹⁰¹ Ibid.



PERMETTRE AUX PETITS AGRICULTEURS D'AVOIR ACCÈS À L'ASSURANCE PERMET DE RÉDUIRE LES RISQUES. CRÉDIT PHOTO : PNUD

les systèmes d'alertes précoces en cas de crue soudaine peuvent donner lieu à une forte diminution du nombre de décès dus à ce type de crues. Les prévisions de risque de sécheresse sont également un bon exemple : elles peuvent servir à assurer à l'avance l'approvisionnement en nourriture des zones susceptibles d'être touchées, et réduire ainsi de manière considérable les répercussions de la sécheresse.

Éléments requis

Pour pouvoir mettre au point des systèmes d'alerte précoce, un certain nombre de conditions sont nécessaires. Tout d'abord, il faut qu'un système d'observation local soit déjà en place et fonctionne depuis suffisamment longtemps pour pouvoir établir des données de référence. Dans la plupart des pays africains, les capacités d'élaborer des prévisions doivent être grandement renforcées. Les météorologues et les hydrologues doivent être capables d'interpréter les résultats des modèles et de les transposer dans des prévisions et des alertes. Il est indispensable de disposer d'outils de communication pour pouvoir diffuser les messages d'alerte précoce. Dernier point, mais non des moindres, les destinataires de ces messages doivent recevoir les renseignements et l'assistance nécessaires pour réagir de manière efficace dès le lancement de l'alerte.

Le coût du déploiement d'un système d'alerte précoce intégral (de bout en bout) ne cesse de diminuer. De nouveaux capteurs innovants (comme les systèmes de détection de la foudre) sont capables de fournir, de manière rentable, des avantages similaires à ceux procurés dans les pays développés par les capteurs traditionnels plus coûteux, comme les radars météorologiques. Le prix des stations météorologiques automatiques, en mesure de transmettre des données en temps réel, est lui aussi en

baisse. En parallèle, les capteurs deviennent de plus en plus solides et moins sujets aux dysfonctionnements, tandis que les solutions informatiques « en nuage » sont à présent largement disponibles, ce qui réduit le besoin en serveurs et salles informatiques, d'ordinaire coûteux.

LES ASSURANCES AGRICOLES EN AFRIQUE

L'abaissement des risques et le renforcement de la résilience sont deux composantes essentielles des partenariats public-privé. Elles représentent toutes deux des atouts de taille à la fois pour le secteur public et le secteur privé, grâce à l'augmentation de la productivité et de l'agilité du marché, à l'amélioration des seuils de risque pour les petits agriculteurs, et à la possibilité d'accroître la stabilité du marché.

Une grande partie des pays les moins avancés du monde sont éminemment ruraux et la plupart de leur population dépend de l'agriculture pour vivre. Les agriculteurs sont confrontés à un grand nombre de risques, allant des défis posés par les marchés et les financements, aux dangers que représentent les maladies et les nuisibles. Cependant, la plupart des risques et des impacts auxquels sont confrontés les agriculteurs ont trait aux conditions météorologiques. Les variations de température, l'ampleur et la fréquence des tempêtes ou des précipitations peuvent avoir une influence considérable sur le rendement des récoltes. Ces facteurs sont susceptibles de mettre en péril le bien-être des ménages et, en fin de compte, la sécurité alimentaire sur le terrain et la stabilité politique à l'échelle nationale (voir p. 35 pour de plus amples informations sur la perte de productivité liée au climat).

Les instruments financiers traditionnels proposés aux

petits exploitants agricoles sont souvent inabordables, voire inexistantes. S'ils sont fournis par l'État, ces mécanismes seront principalement axés sur le relèvement. Du fait de cette incertitude, les agriculteurs ont tendance à se replier sur les méthodes traditionnelles de gestion des risques, notamment à l'épargne et à la plantation de cultures présentant un risque moindre.

Assurance-récolte et assurance indexée

Avec les assurances-récoltes classiques, le versement des indemnités est lié aux rendements individuels de l'agriculteur

ou couvre plusieurs risques distincts (c'est-à-dire la grêle, les insectes ravageurs, les maladies, etc.). Afin de déterminer le montant de l'indemnité, une évaluation des pertes est effectuée. Cette méthode, qui demande du temps et de l'argent, consiste à visiter chaque ferme touchée afin de calculer l'impact du phénomène en question sur le rendement de l'agriculteur concerné. Dans le cas des pays en développement, ces mécanismes d'assurance sont généralement lourdement subventionnés pour rester viables (voir p. 101 pour une étude de l'assurance du risque souverain).

ÉTABLIR UN LIEN ENTRE LES PETITS AGRICULTEURS ET LES ASSURANCES

Diana Rodriguez

Agriculture and Climate Risk Enterprise, plus connu sous le nom d'Acre Africa, propose des produits d'assurance aux agriculteurs pour qu'ils puissent investir en toute confiance dans leur exploitation et garantir leur avenir. Cette société cherche à promouvoir l'équité et l'innovation dans le secteur agricole grâce à des solutions localisées qui réduisent les risques associés au climat.

Acre Africa n'est pas une compagnie d'assurance. Il s'agit plutôt d'un prestataire de services travaillant avec les assureurs locaux et d'autres intervenants de la chaîne de valeur des assurances agricoles. Cette société est inscrite au Kenya en tant qu'expert en assurance, au Rwanda comme agent d'assurance, et a sollicité son inscription en Tanzanie comme agent de micro-assurance.

L'équipe d'Acre Africa assure les évaluations des risques, la mise en point de produits et la surveillance des risques pour faciliter l'accès des petits exploitants aux produits d'assurance. Grâce aux produits de micro-assurance adaptés, les agriculteurs se sentent plus à l'aise pour investir dans des biens de qualité, accroître leur productivité et accéder aux emprunts agricoles. L'équipe a mis au point des produits d'assurance pour couvrir un éventail de cultures contre les risques météorologiques tels que la sécheresse, les tempêtes, les inondations et les pluies irrégulières, ainsi que d'autres risques de production.

L'accès aux données météorologiques est le pilier des activités d'Acre Africa, qui lui permet de créer des produits d'assurance indexée efficaces et appropriés. En l'absence de données précises, cohérentes et accessibles, il n'est pas possible d'élaborer des outils de transfert des risques liés au mauvais temps.

En tant que consommateur de données de qualité, Acre Africa a encore plusieurs défis à relever pour accéder à des données météorologiques fiables. Parmi ces écueils figurent :

- **capacité limitée du personnel technique** pour modéliser avec précision les données météorologiques ;
- **incohérence des ensembles de données existants**, où certaines données manquent et où les séries de données sont trop courtes, ce qui rend difficile l'établissement de tendances ;

- **lacunes dans les paramètres existants** (par exemple, dans le relevé des températures à long terme), qui limitent le nombre de polices d'assurance distinctes qu'Acre Africa peut mettre au point pour couvrir une large palette de risques agricoles, comme ceux associés aux maladies et aux nuisibles ;
- **lenteur de la mise à disposition de technologies améliorées** visant à mieux évaluer la situation sur le terrain et à réduire le nombre de cas où les données existantes ne reflètent pas exactement les conditions réelles sur place ;
- **l'apparition et le dynamisme des applications commerciales liées aux données météorologiques sont souvent freinés par la lenteur des progrès accomplis sur le plan juridique et en termes d'instauration d'un environnement favorable à leur développement** (par exemple, les agences météorologiques nationales sont souvent les principales dépositaires des données météorologiques mais n'ont pas les moyens ni l'autorisation de collaborer avec le secteur privé).

L'aptitude d'Acre Africa à mettre au point et à diversifier des produits d'assurance agricole destinés aux petits agriculteurs est tributaire de l'amélioration de la recherche-développement menée sur l'ensemble du continent africain en vue de fournir des données hydrométéorologiques de qualité. À cet égard, il convient de promouvoir les partenariats intersectoriels afin d'optimiser l'utilisation des données et de diffuser les technologies déjà existantes. Pour cette raison, Acre Africa se réjouit de toutes les approches collaboratives menées avec le gouvernement, le secteur privé et d'autres partenaires, qui visent à professionnaliser le métier des petits agriculteurs, en les rendant plus productifs et garants de la sécurité alimentaire.

Acre Africa trouve son origine dans le projet Kilimo Salama, créé en 2009 et financé par la Fondation Syngenta pour une agriculture durable et le mécanisme mondial d'assurance basé sur un indice (GIIF) de la SFI. Pour en savoir plus, visiter le site Internet à l'adresse suivante : www.acreafrica.com.

L'assurance indexée associe quant à elle les déboursements à un fait constatable de manière indépendante, tel que le niveau de précipitations sur le terrain, dont on sait (d'après les résultats de la modélisation) qu'il a un lien étroit avec les rendements. Cette méthode pourrait résoudre bon nombre des problèmes de coûts et d'information liés à l'assurance-récolte traditionnelle.

Établir une assurance indexée exige toutefois bien plus que d'installer un simple pluviomètre. Il est possible de définir un indice météorologique à partir d'une combinaison de variables météorologiques mesurables sur une période de temps donnée, mais seulement une fois qu'une base de référence crédible a été établie. Les paramètres choisis doivent représenter au mieux les risques auxquels est confronté l'utilisateur final (l'agriculteur). Cela implique de recourir à des données météorologiques de bonne qualité pour comparer leur influence sur le rendement agricole au fil du temps.

La mise en œuvre d'une assurance météorologique indexée dans les PMA se mesure à une série d'obstacles, dont voici les principaux :

- le manque d'informations météorologiques, passées et actuelles, de bonne qualité et représentatives sur le plan spatial (ou suffisamment denses pour couvrir l'ensemble du territoire national) ;

- l'absence de données historiques sur les rendements agricoles ;
- l'absence de systèmes efficaces et fiables de communication des données (en mesure de fournir des données fiables et facilement compréhensibles à la fois pour les assureurs et les utilisateurs finaux) ;
- les réticences culturelles à l'adoption de nouvelles technologies ou de nouveaux produits et services.

Tant que ces défis persistent, les compagnies d'assurance auront des difficultés à fournir des produits d'assurance rentables. En plusieurs points du globe, un certain nombre de projets d'assurance indexée ont été commercialisés avec succès, mais subventionnés par le gouvernement (notamment en Inde et au Kenya). La clé de la réussite de ces projets réside dans la coopération entre le secteur public et le secteur privé pour financer la pose et l'entretien de stations d'observation météorologique en temps réel et la participation des SMHN au contrôle de la qualité des données¹⁰².



LE MODÈLE PRÉSENTÉ ICI SE LIT COMME UN GRAPHIQUE COMPRENANT UN AXE X/Y. L'AXE VERTICAL INDIQUE LE CARACTÈRE PUBLIC OU PRIVÉ DES BIENS, TANDIS QUE L'AXE HORIZONTAL PRÉSENTE L'ÉVENTAIL D'INTÉRÊTS, D'IMPLICATION, DE RISQUES ET DE RESPONSABILITÉS ASSUMÉES DU PUBLIC AU PRIVÉ.

¹⁰² Pour en savoir plus sur le thème de l'assurance, voir le site Internet à l'adresse suivante : www.undp-cirda.blogspot.com.

LE RÔLE DE LA MÉTÉOROLOGIE DANS LE SECTEUR AÉRIEN

La météo a de profondes répercussions sur le secteur aérien.

Les conditions météorologiques influent en effet sur les décisions relatives à l'orientation des pistes, la gestion des opérations aériennes, la manutention au sol, le plan de vol et la sécurité du secteur aérien dans son ensemble. Des informations météorologiques de qualité, précises et fournies en temps opportun améliorent l'efficacité des opérations, permettent de prendre des décisions éclairées une fois en vol et protègent à la fois les biens matériels et les vies humaines.

SÉCURITÉ

Le secteur aérien s'appuie sur des accords avec les SMHN pour obtenir des prévisions météorologiques quotidiennes, dénommées prévisions d'aérodrome ou TAF (de l'anglais Terminal Aerodrome Forecast), qui sont généralement émises toutes les six heures et couvrent un rayon de cinq milles autour de l'aéroport¹⁰³. Ces prévisions jouent un rôle essentiel pour garantir une planification de vol sûre, tandis que les pilotes ont recours à des rapports d'observation météorologiques horaires pour l'aviation, les METAR (MÉTéorologique Aviation Régulière), ainsi qu'à des systèmes embarqués à bord des satellites afin de mesurer la vitesse du vent, la visibilité, etc., au décollage et à l'atterrissage. En raison du manque de ressources, de capacités et de soutien politique des SMHN dans certains pays d'Afrique subsaharienne, ces services ont souvent bien des difficultés à élaborer des TAF précises.

À l'échelle mondiale, les conditions météorologiques seraient à l'origine d'environ 23 % de tous les accidents d'avion, qu'ils aient été mortels ou sans gravité¹⁰⁴. Même si la part des accidents d'avion liés aux conditions météorologiques est relativement faible, elle peut encore être réduite davantage en recourant à des informations de qualité en temps réel et à une prise de décision avisée. Cela pourrait faire la différence entre un accident catastrophique et des centaines de vies sauvées.

Même si les avions sont conçus pour résister à la foudre et aux fortes intempéries, le fait de voler par un temps très perturbé peut entraîner une défaillance de l'appareil ou des instruments de bord, avec de graves conséquences. En altitude, les avions doivent voler dans les limites de leurs performances, et tout élément susceptible de les en faire sortir est potentiellement très dangereux. Les informations ou les avertissements fournis aux pilotes par les instruments de bord ne suffisent pas toujours à connaître l'ampleur d'un orage qui approche, et les prévisions remises aux pilotes peuvent dater de plusieurs heures. Volant à 900 km/h, les pilotes risquent de se retrouver dans une situation précaire au beau milieu d'une tempête, sans possibilité de l'esquiver ni de faire demi-tour. Le bureau américain de la sécurité des transports (U.S. National Transportation Safety Board, NTSB) a évalué le rôle de l'ensemble des données disponibles sur la foudre dans le repérage et le suivi des orages afin d'éviter de pénétrer en vol dans des zones perturbées. Il a expressément recommandé d'utiliser la totalité des données relatives à la foudre pour aider les pilotes à se tenir à l'écart des phénomènes météorologiques violents¹⁰⁵.

OPTIMISER L'EFFICACITÉ

De bonnes prévisions météorologiques peuvent également faciliter les activités du secteur aérien en améliorant l'efficacité du transport aérien et en réduisant les coûts d'exploitation globaux. Ainsi, Qantas Airways se sert des TAF pour maximaliser ces économies de carburant. En se fondant sur les données météorologiques contenues dans les TAF, les pilotes sont en mesure de déterminer avant le décollage s'ils auront besoin de davantage de carburant pour parer à toute éventualité en cas d'orage ou de mauvais temps à l'aéroport de destination. Si la TAF annonce un temps dégagé, les pilotes ne sont pas tenus de charger le carburant supplémentaire, contrairement à ce qui se passait auparavant. Le montant total des économies réalisées par Qantas grâce à cette utilisation des TAF était estimé à près de 16 millions de dollars US par an en 1995. Les calculs montrent que si la précision des TAF augmentait de seulement 1 %, celle-ci entraînerait à elle seule des économies annuelles supplémentaires de l'ordre de 1,2 million de dollars US.

Compagnies aériennes font un plan d'urgence en cas d'opérations irrégulières dans les aéroports (IROPS). Ce processus s'appuie sur une approche intégrale visant à doter les plans existants de nouvelles informations. Les compagnies aériennes doivent adopter des mesures pour tenir compte de tout problème opérationnel éventuel causé par des perturbations du trafic aérien. Si les TAF fournies prédisent au moins 24 heures à l'avance et de manière très fiable et précise que la visibilité sera réduite à l'aéroport de destination, les compagnies aériennes peuvent prévenir les passagers que les vols seront retardés. Ce principe s'applique à tout phénomène atmosphérique important pouvant être prédit avec exactitude et une grande certitude. En s'appuyant sur les enseignements de Qantas, ainsi que sur d'autres facteurs externes, le recours à des informations météorologiques de haute qualité pourrait permettre aux compagnies aériennes d'éviter des dépenses inutiles chiffrées à plusieurs millions de dollars par an.



L'EXACTITUDE DES PRÉVISIONS AMÉLIORE LA SÉCURITÉ DES TRAJETS AÉRIENS ET PEUT ÉGALEMENT ACCROÎTRE LEUR RENTABILITÉ.

¹⁰³ Exigées par l'Organisation de l'aviation civile internationale, les TAF sont utilisées par les pilotes, les contrôleurs aériens et les opérateurs au sol pour aider les avions à décoller et à atterrir en toute sécurité.

¹⁰⁴ Douze pour cent des accidents d'avion mortels sont liés aux conditions météorologiques (pour en savoir plus, consulter le site Internet à l'adresse suivante : <http://www.planecrashinfo.com/cause.htm>).

¹⁰⁵ National Transportation Safety Board, Recommandation relative à la sécurité, 18 mai 2012, disponible sur : earthnetworks.com/Portals/0/NTSB_Safety_Recommendation.pdf.



MODALITÉS DE STRUCTURATION POUR LA MISE EN PLACE DE PARTENARIATS PUBLIC-PRIVÉ EFFICACES

FORMER ET EMPLOYER DES ÉQUIPES D'INSTALLATION ISSUES DU PERSONNEL D'ENTRETIEN ET D'ÉTALONNAGE DES SERVICES MÉTÉOROLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES NATIONAUX POUR INSTALLER DES SMA PERMET DE DÉVELOPPER DES COMPÉTENCES QUI SERONT PRÉCIEUSES DANS L'OPTIQUE DE L'ENTRETIEN DES STATIONS, ET D'INTRODUIRE UN SENTIMENT D'APPROPRIATION DES SYSTÈMES.
CRÉDIT PHOTO : REPRODUCTION AVEC L'AIMABLE AUTORISATION DE ADCON

Plusieurs conditions doivent être réunies pour que des partenariats public-privé (PPP) efficaces puissent voir le jour : un cadre réglementaire et une conjoncture économique propices, un appui financier et politique soutenu, une transparence et une efficacité garanties dans les passations de marché, une répartition claire des risques, ainsi qu'un suivi et une évaluation continus. Il n'existe pas de modèle « prêt à l'emploi » pour mettre sur pied des PPP efficaces dans le secteur des services hydrométéorologiques. Les structures politiques de chaque pays, leur contexte socioéconomique et leur environnement commercial déterminent les particularités de chaque cas. Les seuls dénominateurs communs sont la relation de confiance, le partage des risques et les avantages mutuels. Les finalités sont les mêmes : transmettre des alertes contenant des informations publiques précieuses aux communautés vulnérables, jusqu'aux endroits les plus reculés du continent africain, et générer de nouvelles sources de revenus pour les SMHN, tout en créant une véritable proposition de valeur afin de promouvoir la viabilité à long terme des efforts déployés pour fournir des informations climatologiques.

STRUCTURER LES PPP DE MANIÈRE EFFICACE

Ces dernières décennies, le secteur public et le secteur privé ont investi des milliards de dollars dans des PPP. Le recours à ces mécanismes s'est accru partout dans le monde suite aux contraintes budgétaires imposées pour les emprunts publics et à l'acceptation du fait que la participation du secteur privé peut apporter de nombreux avantages, sous forme d'approches innovantes ou de ressources humaines et financières. Par conséquent, il existe actuellement un grand volume d'informations sur les modalités de structuration des PPP, les pièges à éviter et les conditions requises pour établir des partenariats réussis. Plusieurs organisations internationales, dont la Société financière internationale (SFI) possèdent des services spécialement chargés de fournir une assistance technique aux pays intéressés par les PPP, leur conception et leur mise en œuvre. S'appuyant sur ce vaste corpus de connaissances, les éléments cités ci-dessous donnent un aperçu de certains critères importants pour la réussite des PPP, tout en offrant une base de référence pour étudier la création de PPP dans le domaine des services hydrométéorologiques.

- **Le cadre juridique et réglementaire.** L'existence de cadres juridiques et réglementaires appropriés contribue grandement au bon fonctionnement des agences hydrométéorologiques. Toutefois, de nombreux pays en développement ne disposent pas d'une législation favorable¹⁰⁶. Au nombre des enjeux les plus pertinents pour les PPP dans ce domaine figurent la nécessité de définir clairement les types d'informations à fournir gratuitement¹⁰⁷, l'obligation pour les chaînes de radio et de télévision de diffuser des informations et des alertes météorologiques, et la répartition des responsabilités en matière de création de revenus et de rétention des fonds. Le *Guide de référence des PPP version 2.0* fournit des orientations détaillées sur les PPP et des exemples de lois adoptées dans plusieurs pays¹⁰⁸. D'après un rapport du Forum économique mondial, « dans de nombreux pays, grâce à la libéralisation unilatérale des télécommunications, non seulement la téléphonie mobile, mais aussi tout un éventail de services reposant sur l'infrastructure de télécommunications désormais offerte par le secteur privé, se sont développés. Cet essor a nécessité l'élaboration d'un cadre de politique publique de nature à englober les évolutions nouvelles et peut-être imprévues du



INSTALLATION D'UNE STATION MÉTÉOROLOGIQUE AUTOMATIQUE.

secteur »¹⁰⁹. L'établissement d'un service administratif dédié aux PPP en Afrique du Sud (p. 71) offre un bon exemple de cadre à prendre en considération.

- **Un personnel qualifié et bien formé.** Tel que souligné dans les sections précédentes, l'un des principaux défis auxquels sont confrontés de nombreux pays en développement réside dans leur difficulté à attirer et à retenir un personnel qualifié possédant l'expertise requise dans le domaine de la météorologie. Un éventail de compétences encore plus étendu est nécessaire pour concevoir et gérer les PPP. Forte de son expérience en matière de PPP, la SFI observe que la qualité des équipes est particulièrement importante compte tenu de la complexité technique, économique et politique qui caractérise généralement les PPP, et qu'il convient de trouver le juste équilibre entre l'expertise à l'échelle mondiale et la connaissance du terrain. Les experts mondiaux peuvent apporter des connaissances essentielles et des exemples de bonnes pratiques relevés dans d'autres secteurs ou zones géographiques, une expertise qu'il serait difficile

¹⁰⁶ David Rogers et Vladimir Tsirkunov, « Weather and Climate Resilience: Effective Preparedness through National Meteorological and Hydrological Services » (Washington, D.C., Banque mondiale, 2013), p. 112–117.

¹⁰⁷ Par exemple, dans la plupart des pays en développement, le secteur agricole devrait recevoir des informations en vue de soutenir les petites exploitations. Ibid., p. 114.

¹⁰⁸ Banque mondiale, « Public-Private Partnerships Reference Guide Version 2.0 », (Washington, D.C., Banque mondiale, 2014), p. 80–82.

¹⁰⁹ Forum économique mondial, *Rapport sur la compétitivité de l'Afrique 2015* : les cadres politiques favorables ont été déterminants pour la croissance réussie du service Safaricom au Kenya, et ont servi de base au développement rapide de plateformes d'argent mobile.

d'obtenir autrement. Toutefois, les capacités locales, ancrées sur le terrain, sont sans doute plus importantes encore. Les équipes de projet de la SFI ne cessent d'insister sur l'importance de disposer d'une expertise et d'une présence à la fois mondiale et locale¹¹⁰. Ainsi, de nombreux projets d'information climatologique à but non lucratif, comme le programme de Human Network International (p. 85) et l'Observatoire hydrométéorologique transafricain (p. 90), tirent parti des technologies mises au point par les universités et enrichies par les usagers (ainsi que du poids et du soutien de plusieurs institutions africaines, notamment des écoles) pour mettre en place des mécanismes solides de collecte des données et de diffusion de l'information.

- **Le soutien politique.** L'importance de bénéficier d'un soutien politique de haut niveau a été soulignée à maintes reprises dans les comptes rendus des enseignements tirés des PPP. Une étude récemment menée par la SFI a ainsi abouti à la conclusion suivante : tous les projets ont besoin d'une figure de proue, d'un individu capable d'articuler et d'affiner la vision du projet, de guider les efforts et de rallier le soutien autour de l'initiative. Dans le cas des PPP, le rôle de ces chefs de file dans le milieu politique est particulièrement concluant, compte tenu de l'importance de la contribution publique à ces partenariats. Les équipes de la SFI ont insisté sur l'influence majeure de ces chefs de file et sur le fait que les grands projets qui en sont dépourvus perdurent rarement. Un ou plusieurs défenseurs de poids peuvent faire toute la différence, comme l'a démontré récemment le succès d'un projet hospitalier en Afrique, où l'équipe a invoqué l'appui soutenu du ministre des Finances et du ministre de la Santé en tant que facteur clé de la réussite de l'initiative¹¹¹.
- **Un processus de passation des marchés concurrentiel et transparent.** Tel qu'indiqué précédemment, l'une des raisons qui vouent parfois les PPP à l'échec est le manque de transparence dans les appels d'offre et de passation de marchés. Comme le révèle l'étude de la SFI, il ne s'agit pas seulement d'une question de bonne pratique commerciale : le manque de transparence risque aussi de saper le soutien public à long terme en faveur du partenariat. Ce problème, qui est d'autant plus sérieux que le marché est important, a donné lieu à l'élaboration d'un certain nombre d'orientations de la part des organismes internationaux sur les bonnes pratiques à suivre¹¹². En effet, la perception que les processus de passation n'ont

pas été transparents et équitables constitue l'une des causes de problèmes les plus fréquentes dans la mise en œuvre des PPP. Comme évoqué plus haut dans la présente publication, les nouveaux accords à long terme du PNUD pour l'acquisition de matériel et de services météorologiques renforcent les occasions d'assurer la transparence des processus de passation de marchés et de les rationaliser.

- **Une répartition claire des risques et des responsabilités entre les partenaires du secteur public et du secteur privé.** L'un des enjeux majeurs dans la conception des PPP réside dans l'anticipation des risques et leur répartition entre le gouvernement et le partenaire privé. À cet égard, un principe fréquemment évoqué est celui consistant à attribuer chaque risque à la partie qui est la plus apte à l'assumer (une démarche simple en théorie mais difficile à mettre en pratique). Une formulation plus précise identifie la partie concernée comme étant celle qui est : (i) la plus apte à contrôler la probabilité de survenance du risque ; (ii) la plus apte à contrôler l'impact du risque sur le résultat du projet ; et (iii) capable d'absorber le risque au coût le plus bas¹¹³. Dans le contexte des services météorologiques, le plus grand risque est sans doute l'inaptitude à anticiper des tempêtes et autres phénomènes météorologiques violents et à transmettre les alertes correspondantes. La répartition des risques, bien souvent spécifique au pays et au programme, doit être étudiée au cas par cas. La façon dont les différents pays relèvent ce défi est expliquée plus en détail dans la section consacrée aux profils de pays à la fin du présent ouvrage.
- **Une surveillance et un examen continus pour détecter et pour résoudre les problèmes (y compris les procédures de règlement des différends).** Pour plusieurs raisons, il est important de disposer d'un programme officiel de suivi, de notification et d'évaluation des résultats du système. Cela vaut pour les services hydrométéorologiques en général, mais ce programme revêt une importance particulière dans le cas des PPP où les responsabilités sont réparties entre les partenaires publics et privés, et où il est nécessaire d'établir de nouvelles relations, notamment en ce qui concerne le partage des recettes¹¹⁴. En raison de la nature dynamique des technologies et des services météorologiques, il faut en outre rester en permanence aux aguets pour ne pas perdre une occasion d'améliorer les produits et services offerts dans ce domaine. Par conséquent, il est

¹¹⁰ Richard Florizone, Emile Joseph et Laurence Carter, « A Winning Framework for Public-Private Partnerships: Lessons from 60-Plus IFC Projects » (Washington, D.C., Banque mondiale, 2013), documents.worldbank.org/curated/en/2013/04/18197590/winning-framework-public-private-partnerships-lessons-60-plus-ifc-projects.

¹¹¹ Ibid.

¹¹² Voir, p. ex., Fonds monétaire international, Manuel sur la transparence des finances publiques, 2007, <https://www.imf.org/external/french/np/pp/2007/101907mf.pdf>.

¹¹³ « Public-Private Partnerships Reference Guide Version 2.0 », p. 150, résumé de Timothy Irwin, « Government Guarantees: Allocating and Valuing Risk in Privately Financed Infrastructure Projects » (Washington, D.C., World Bank, 2007).

¹¹⁴ Ibid., p. 207-210

INNOVATION 3-2-1

Le programme de Human Network International parcourt « le dernier kilomètre » pour intégrer son service d'alertes publiques sur les téléphones portables

David McAfee

Dans les pays développés, les gens tiennent généralement les bulletins météo hebdomadaires pour acquis. Dans leur vie de tous les jours, ils font souvent référence à plusieurs sources de données en temps réel et hautement localisées sur la température, la vitesse du vent, les précipitations et les prévisions pour les prochaines heures ou pour la semaine suivante. En cas de tempête imminente, des alertes sont lancées de façon automatique (et parfois tonitruante). De plus en plus souvent, certaines entreprises ayant besoin de données météorologiques spécifiques reçoivent des produits sur mesure et des communications adaptées sur téléphone portable.

En Afrique, toutefois, cela fait des années que les petits agriculteurs et les communautés vulnérables osent à peine espérer recevoir un bulletin météo quotidien et des annonces d'intérêt public. Imaginons un instant les répercussions que pourraient avoir de bonnes prévisions météorologiques, des informations sanitaires précises et des alertes en cas d'urgence, ainsi que des renseignements sur les financements et la protection des risques, pour les quelque 33 millions de petits exploitants agricoles d'Afrique subsaharienne...

Le service 3-2-1 offert par Human Network International (HNI) vise à relever ce défi en fournissant gratuitement des informations accessibles par téléphone portable (classique ou smartphone) : il suffit pour cela de composer le 3-2-1.

LE DÉFI

Le défi subsaharienne, une femme sur deux ne sait pas lire), il faut créer de nouvelles solutions pour tirer parti à la fois des nouvelles technologies et des données étendues provenant des prévisions météorologiques améliorées, des grandes bases de données sur la santé publique et l'agriculture, ainsi que des informations à jour sur les finances, l'agriculture, les assurances et plus encore.

Le téléphone portable est l'outil idéal pour diffuser ces informations. En Afrique, on en recense actuellement 720 millions en fonctionnement. Avec le service 3-2-1, les agriculteurs qui composent ce numéro sont ensuite invités à taper différents chiffres pour obtenir des informations sur un large éventail de sujets, allant des alertes de santé publique aux renseignements liés à la planification familiale ou la micro-finance. Nous nous assurons ainsi que ces informations soient accessibles à tous. Après plusieurs années d'expérience, nous savons que l'information est l'un des meilleurs outils pour favoriser l'autonomisation des populations et le développement économique.

MISE À L'ÉCHELLE ET ACCESSIBILITÉ

En travaillant en partenariat avec les entreprises de télécommunications locales, la ligne 3-2-1 offre un débouché certain et un service public précieux. Ce programme est d'ores et déjà opérationnel à Madagascar et au Malawi, où il a été très bien accueilli et a connu un essor impressionnant. Des contrats ont aussi été signés avec le Burkina Faso, le Ghana, le Mozambique, le Nigeria, l'Ouganda et la Tanzanie.

HNI œuvre aux côtés de plusieurs ONG et ministères pour élaborer des contenus localisés, portant sur toute une palette de thèmes liés au développement : la santé publique, l'agriculture, l'éducation, l'eau et l'assainissement, la planification familiale, la micro-finance, les alertes précoces et d'autres domaines d'intérêt. Les contenus actuels, qui englobent sept thèmes principaux et 40 thèmes secondaires, comprennent 400 messages différents. Pour pouvoir les diffuser aussi largement que possible, ces contenus sont ensuite remis aux sociétés de télécommunications qui acceptent de les transmettre gratuitement à leurs abonnés, à travers un système vocal (RVI), des SMS, des codes USSD et Internet.

L'objectif était d'atteindre 20 millions d'appels dans les 12 mois qui ont suivi le lancement et 100 millions d'appel au cours des trois premières années de fonctionnement. À la fin 2014, la ligne 3-2-1 répondait tous les mois à 200 000 appels vocaux, 800 000 demandes d'informations par SMS et 200 000 demandes par USSD. À Madagascar, 200 000 personnes effectuaient 1 million de demandes d'informations par mois... et ce, gratuitement.



LE SERVICE 3-2-1 PERMET DE DIFFUSER DES ALERTES LOCALES À DES MILLIONS DE PERSONNES. CRÉDIT PHOTO : IFAD/MWANZO MILLINGA.

D'après une enquête de suivi par téléphone menée auprès de 300 hommes et femmes qui avaient écouté des informations tenant compte de la notion de genre, ces contenus ont changé les vies et les comportements de 62 % des utilisateurs, amélioré la capacité de 91 % des répondants de prendre des décisions au sein du ménage, et apporté une valeur ajoutée à la vie de 96 % des personnes interrogées.

Les alertes météorologiques ne sont actuellement pas diffusées par ce service : il n'existe tout simplement pas de contenu disponible. Nous nous sommes donc penchés sur la manière de répondre à ce besoin et avons trouvé fort intéressante la discussion qui s'est tenue en mars 2015 à l'atelier du CIRDA, à Kampala. Avec de meilleures données météorologiques et des prévisions locales pertinentes, le service 3-2-1 et les partenariats public-privé entre les sociétés de télécommunications et les services météorologiques nationaux offrent une excellente occasion de fournir aux agriculteurs africains les plus démunis des informations précieuses susceptibles d'accroître leur productivité et de sauver des vies en cas de catastrophes naturelles subites et de phénomènes météorologiques localisés, tels que des crues soudaines, des vents violents et des épisodes de foudre.

DAVID MCAFFEE est PDG et co-fondateur de HNI. Fort de plus de 20 années d'expérience dans le secteur du développement, il a fait ses preuves dans le domaine de l'entrepreneuriat social. Il s'est engagé comme volontaire du Corps de la Paix au Gabon, de 1991 à 1994. En 1996, il a rejoint Population Services International (PSI), la principale organisation de marketing social au monde, où il a occupé plusieurs postes successifs, notamment celui de représentant de pays au Rwanda et à Madagascar et celui de directeur régional pour l'Afrique australe. En 2008, il a quitté PSI et a pris la tête de HNI avec pour mission de promouvoir l'utilisation des nouvelles technologies dans le développement. Il détient une licence en économie de l'Université de Chicago. Pour de plus amples informations sur HNI, consulter le site Internet à l'adresse suivante : www.hni.org.

extrêmement souhaitable d'élaborer des rapports réguliers sur les expériences vécues, contenant des paramètres clairs pour mesurer les succès et les échecs rencontrés. Dans l'idéal, un groupe d'experts neutre devrait également être formé à l'avance pour résoudre d'éventuels litiges.

ÉTABLIE DES STRATÉGIES COMMERCIALES POUR LES SERVICES HYDROMÉTÉOROLOGIQUE

L'argument avancé pour justifier le maintien du financement d'un SMHN (par des fonds publics ou privés) est que ce service est capable de produire des informations hydrométéorologiques de qualité en temps opportun. Ces informations (associées à d'autres services afférents) peuvent alors servir à étayer les prises de décisions, dans le secteur public et le secteur privé, visant à élaborer des stratégies intelligentes tenant compte des conditions météorologiques et climatologiques, en vue d'améliorer le bien-être de la population, d'accroître la valeur économique de l'État et du secteur privé, de renforcer globalement l'efficacité et de réduire les pertes associées aux aléas climatiques et météorologiques. Il n'existe aucune liste définitive des organismes gouvernementaux ou des entreprises commerciales, ni des décisions ou des débouchés économiques, qui pourraient bénéficier directement ou indirectement de l'amélioration et de la personnalisation des informations hydrométéorologiques. Chaque pays et ses secteurs économiques respectifs consomment ces informations et y réagissent différemment. Cependant, on peut affirmer que, dans les pays les moins avancés, les secteurs les plus souvent touchés par les phénomènes météorologiques violents sont ceux de la gestion des catastrophes (État) et de l'agriculture (entreprises privées et individuelles).

En dépit des directives claires énoncées dans la Résolution 40 de l'OMM¹¹⁵, les démarches de commercialisation des SMHN ont parfois été entreprises au détriment des efforts déployés pour honorer les engagements internationaux. Le relâchement de ces efforts se traduit par exemple par l'absence de diffusion des données météorologiques et climatologiques essentielles transmises par l'OMM, la rétention d'informations climatologiques provenant d'archives internationales de données, et le fait que des communautés de chercheurs ou d'enseignants ne reçoivent pas les informations qu'ils demandent ou doivent payer des sommes exorbitantes pour y avoir accès.

La pression exercée par les gouvernements pour la commercialisation des services des SMHN ne portera pas ses fruits tant que le contexte économique sera défavorable et que les politiques relatives à la concurrence seront appliquées de façon irrégulière. La pratique consistant à retenir les données météorologiques (dans l'objectif de « protéger » le marché pour un produit du SMHN) est aujourd'hui malheureusement très répandue. Pourtant, cette stratégie n'est pas forcément rentable, étant donné que la valeur des données retenues est déterminée par le SMHN sur la base du retour sur investissement souhaité et de leur rentabilité ultérieure, et non pas en fonction de leur caractère abordable ou de leur valeur sur le marché. Cette méthode de tarification représente souvent un obstacle à l'entrée des petites et moyennes entreprises sur le marché. Elle conduit à la stagnation de la clientèle nationale des services météorologiques privés et par conséquent, en fin de compte, à un manque à gagner pour le NHMS. Dans le cas des informations météorologiques, l'argument socioéconomique en faveur des politiques qui entraînent des coûts plus élevés et une base d'utilisateurs plus réduite n'a pas fait ses preuves.

En revanche, l'adoption de politiques prônant le partage libre des données peut donner lieu à des retombées économiques importantes pour la société. L'État, ainsi que le SMHN, est tenu de concilier l'intérêt du public et ses propres objectifs économiques. Avec des politiques et des lois appropriées à l'appui, les gouvernements peuvent tirer des gains financiers de plusieurs sources, en mettant dans la balance le bien public et les intérêts commerciaux. Ainsi, des approches équilibrées peuvent déboucher sur une augmentation des recettes fiscales indirectes issues de la vente des informations produites par le secteur public ou directes au titre de l'impôt sur le revenu, et d'une réduction du paiement des contributions sociales, avec des gains nets en matière d'emploi et une réduction des risques de crise économique.

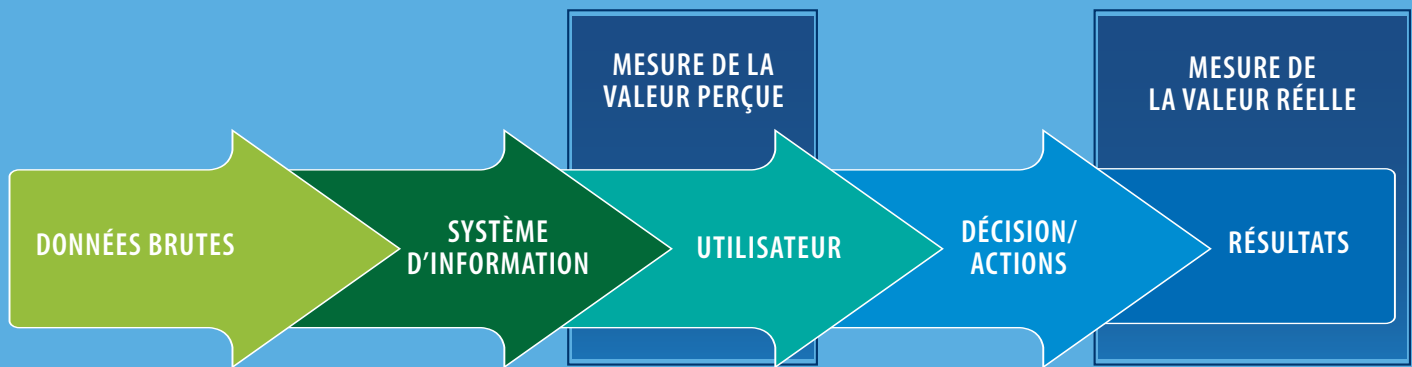
Valoriser les Informations Météorologiques

Entre la prestation des services hydrométéorologiques et la réalisation des avantages potentiels, il existe une chaîne complexe de communication, d'analyse, de compréhension et de prise de décisions. Si elle est bien orchestrée, cette chaîne d'approvisionnement peut avoir des répercussions positives pour les décideurs, le SMHN, les entreprises et la société dans son ensemble. Le problème est que chaque acteur de cette chaîne d'information perçoit la valeur des informations d'une façon différente. Le fournisseur de données brutes, généralement le SMHN, perçoit et évalue les informations avant qu'elles ne soient utilisées par les consommateurs en aval, tels que les banques, les sociétés

¹¹⁵ La résolution 40 de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) couvre la politique de l'organisation en ce qui concerne le partage de données et de produits météorologiques, y compris les directives en matière de relations commerciales dans le cadre d'activités météorologiques. http://www.wmo.int/pages/prog/www/oiis/Operational_Information/Publications/Congress/Cg_XII/res40_en.html.

FIGURE 6.1 Valeur perçue et valeur réelle de l'information, adaptée d'Ahituv, 1989.

Valorisation des informations météorologiques



d'exploitation des ressources et les compagnies aériennes. Dans cette optique, pour estimer correctement la valeur de l'information, il faut avant tout connaître ses résultats spécifiques et ses impacts quantifiables¹¹⁶.

En règle générale, les activités de développement commercial et de création de revenus des SMHN sont axées sur la vente de données brutes ou de services spécialisés, ce qui comprend la mise à disposition d'informations sur les conditions météorologiques passées (c'est-à-dire le registre historique) et l'état actuel de l'atmosphère, de l'océan, de la surface terrestre et des eaux de surface. Cela peut également inclure des prévisions sur les conditions futures (alertes en cas de phénomènes météorologiques et climatologiques violents, prévisions globales pour la collectivité en général et pour un éventail d'utilisateurs spécialisés), ainsi que des prévisions à long terme, telles que les évolutions saisonnières, interannuelles ou à plus long terme encore, ainsi que des projections relatives au changement climatique dû aux activités humaines.

Le facteur clé de la viabilité commerciale des SMHN consiste à améliorer la portée et l'impact des informations météorologiques en préparant les données brutes pour les offrir de manière adéquate à des secteurs particuliers. À l'échelle mondiale, les plus gros consommateurs d'informations météorologiques appartiennent généralement aux secteurs suivants : agriculture, aviation, banque et services financiers, construction, énergie, protection de l'environnement et gestion des catastrophes, pêche, foresterie, santé, assurance, loisirs, industrie manufacturière, armée, gestion portuaire, transport, sports, planification urbaine, et planification et gestion des ressources en eau. Chaque secteur estime la valeur de l'information fournie en fonction des caractéristiques de cette dernière (par exemple : accessibilité, contenu, résolution, validité, rapidité, coût, etc.) Il appartient au SMHN local de déterminer l'ordre des facteurs qualitatifs pour

chaque client. Cette tâche ne doit toutefois pas être prise à la légère. S'il existe déjà un prix de marché pour les informations hydrométéorologiques spécialisées, la détermination du prix équitable dépendra de l'emplacement géographique (et de l'application envisagée) et requerra sans doute l'avis de spécialistes du secteur concerné.

Ce processus doit donner lieu à une estimation réaliste de la valeur des informations destinées aux utilisateurs finaux, comprenant un impact mesurable et une utilité avérée pour les utilisateurs. Sur le plan social ou socioéconomique, l'impact de la performance du système hydrométéorologique doit être mesurable et quantifiable. Si l'industrie du transport a recours à des informations météorologiques pour mieux éclairer le comportement des conducteurs, des opérateurs ou des consommateurs, cette utilisation doit être quantifiable en termes de gains financiers ou de rentabilité (par exemple, diminution des accidents, diminution des pertes en vies humaines, amélioration de la ponctualité, etc.).

Conclusion

Les SMHN possèdent une proposition de valeur unique dans le contexte national, surtout dans la mesure où ils sont considérés comme des services publics. On peut difficilement quantifier les avantages combinés que supposent les infrastructures, les registres climatologiques ou les prévisions et alertes publiques fournis à la société en général. Sur le plan commercial, les bénéfices peuvent être quantifiés avec l'utilisateur final une fois que la logique de valorisation et les paradigmes de prises de décisions relatives aux informations hydrométéorologiques sont bien compris. Le bénéfice total pour le SMHN sera égal à la somme des bénéfices pour tous les utilisateurs finaux. Cette démarche peut être appliquée une fois par an en marge du processus national d'allocation budgétaire, afin de démontrer la contribution réelle des services hydrométéorologiques à l'économie nationale. Comme nous l'avons vu précédemment,

¹¹⁶ Pour plus d'informations sur la valorisation de l'information météorologique, veuillez vous référer à l'OMM, « Valuing Weather and Climate: Economic Assessment of Meteorological and Hydrological Services », OMM n° 1153 (2015), www.wmo.int/gfcs/sites/default/files/wmo_1153_en.pdf.

LE HACKATHON DU PNUD POUR L'ACTION CLIMATIQUE ACCELERE LA CREATION DE METHODES INNOVANTES POUR FOURNIR DES INFORMATIONS METEOROLOGIQUES AUX COMMUNAUTES VULNERABLES EN AFRIQUE

Le Hackathon du PNUD intitulé « Action pour le climat », qui s'est déroulé en 2016 à Livingstone, en Zambie, a réuni de jeunes développeurs de logiciel du monde entier en vue de mettre au point des technologies innovantes en matière de données et de communications, dans l'objectif de diffuser les informations météorologiques et climatologiques auprès des communautés et de les aider à mieux se préparer aux difficultés entraînées par le changement climatique.

« En mettant en relation des développeurs de logiciel jeunes et dynamiques, les services hydrométéorologiques nationaux et les unités régionales de gestion des catastrophes de toute l'Afrique subsaharienne, nous travaillons jusqu'à la dernière étape pour offrir des informations météorologiques utiles aux communautés vulnérables de la région », déclare Bonizella Biagini, gestionnaire du programme CIRDA du PNUD. « Dans la plupart des pays d'Afrique subsaharienne, l'évolution du climat pose un risque accru aux agriculteurs. Les phénomènes météorologiques violents, les crues soudaines et la foudre font régulièrement des victimes dans les rangs de ces agriculteurs. Les applications mises au point au cours de ce Hackathon offrent la possibilité de sauver des vies tout en protégeant les moyens de subsistance de ces agriculteurs ».

Une centaine de personnes ont déposé une demande de bourse pour pouvoir assister en personne au Hackathon « Action pour le climat ». Vingt-trois développeurs au total en ont bénéficié. Ne disposant que de trois jours pour apprendre à connaître les défis récurrents de la diffusion des informations météorologiques et climatologiques auprès des communautés africaines et pour élaborer eux-mêmes les applications, les participants ont travaillé sans relâche pour créer des prototypes et des outils de visualisation des données, ainsi que pour concevoir des produits de bout en bout.

Pour ce faire, les participants ont reçu des ensembles de données provenant de plusieurs organismes : aWhere, Earth Networks, Geonetcast, la bibliothèque de l'Institut international de recherche sur le climat et la société, Ubimet et le service météorologique de Zambie. Avec ces ensembles de données en main, les participants ont tenté de résoudre les problèmes soumis par les organisateurs.

Des experts venus du PNUD, du Brown Institute for Media Innovations des universités de Columbia et Stanford, ainsi que de l'Institut international de

recherche sur le climat et la société (IRI), se sont chargés d'animer les débats et ont aidé les participants à comprendre les approches nuancées à adopter, tout en faisant le lien entre les grands ensembles de données et les besoins particuliers des utilisateurs finaux.

« Le Hackathon vise à créer des solutions africaines de haute technologie pour relever les défis auxquels le continent est confronté sur la voie de l'adaptation au changement climatique. En misant sur les communications mobiles, les SMS et d'autres technologies de nouvelle génération, les nations africaines ont d'excellentes possibilités de diffuser des bulletins météorologiques auprès des communautés qui en ont le plus besoin », explique Catherine Vaughan, Chargée de recherche principale à l'IRI.

Les participants ont pu présenter le fruit de leur travail à des représentants de dix SMHN africains, dans le cadre de la journée de clôture d'un atelier international de plus grande envergure, soutenu lui aussi par le PNUD à travers le programme CIRDA et portant sur l'amélioration de la résilience grâce aux services d'information météorologique sur mesure.

Le logiciel le plus plébiscité par les représentants des pays africains est une application de conception simple et facile à utiliser, destinée à offrir aux agriculteurs un service téléphonique d'informations météorologiques en temps réel, à travers des messages vocaux fournis dans les langues locales. Parmi les autres applications à relever figurent un programme de visualisation et de gestion des risques que les vulgarisateurs agricoles pourraient utiliser pour analyser les données météorologiques en toute simplicité, un logiciel de cartographie auquel les communautés pastorales pourraient se connecter pour éviter certains dangers tels que les inondations et les feux de brousse, et une application textuelle qui permettrait aux vulgarisateurs agricoles d'inscrire les agriculteurs intéressés sur une liste de diffusion pour leur transmettre des messages sur mesure concernant les conditions météorologiques.

Pour de plus amples informations sur le Hackathon, consulter la page Internet à l'adresse suivante : www.adaptation-undp.org/climate-action-hackathon.



CRÉDIT PHOTO : VADIM PETRAKOV/SHUTTERSTOCK.COM



dans de nombreux pays en développement, la pénurie de données, de capacités et de technologies, associée à la faiblesse du soutien politique et financier, ont fini par créer un cercle vicieux pour les SMHN. Il est possible de briser ce cercle en mettant en avant la valeur de ce service public et en se tournant vers de nouveaux modèles de commercialisation et synergies avec le secteur privé.

QUELQUES PISTES POUR ALLER DE L'AVANT

Dans les pays africains, il peut s'avérer difficile de réunir la totalité des éléments décrits ci-dessus. Cependant, comme en témoigne les exemples de PPP dans d'autres secteurs, les conditions de départ ne doivent pas forcément être optimales, car il est possible de les améliorer au fil du temps. La difficulté réside dans la définition des modalités du PPP, qui doivent être adaptées aux contraintes juridiques et institutionnelles existantes. En effet, dans bien des cas, les possibilités d'appropriation privée des données météorologiques sont restreintes voire exclues, tandis que le secteur public ne peut pas non plus se lancer librement dans des activités de commercialisation pour en tirer des revenus durables.

Une autre condition *sine qua non* du progrès réside dans l'étude détaillée de toute la gamme de relations commerciales possibles avec les acteurs privés tels que les compagnies de téléphonie mobile, les sociétés d'installation d'antennes-relais, les organisations du secteur aérien, les sociétés agricoles, les banques, les sociétés minières, les opérateurs portuaires et d'autres acquéreurs potentiels de données météorologiques¹¹⁷. Force est de constater que, dans de nombreux pays africains, les services hydrométéorologiques ont de nos jours très peu de crédibilité aux yeux du secteur privé, pour la simple raison qu'ils n'ont pas su répondre aux besoins des utilisateurs, ce qui a contraint les entreprises à chercher d'autres sources d'information (souvent imparfaites), telles que les données générées par les pays développés ou des prestataires privés. La sensibilisation des milieux d'affaires devra donc répondre

à plusieurs objectifs, à commencer par un changement culturel visant à inverser la perception négative des NHMS. Plus précisément, la mobilisation du secteur privé contribuera à identifier l'éventail de besoins en information dans un pays donné et la manière dont ces besoins sont satisfaits actuellement. Ces renseignements sont essentiels pour déterminer le type de données qui pourraient être utiles, ainsi que pour évaluer les possibilités pratiques d'installer le matériel nécessaire à la collecte de ces données.

Il sera tout aussi important d'engager le dialogue avec les entreprises concernées afin de discuter de leurs besoins et de leurs intérêts, dans la mesure où elles peuvent fournir un appui et des informations utiles pour créer la vision d'un système plus moderne et plus fiable. Ce soutien peut être aussi bien politique que technique, étant donné que l'intérêt des grandes entreprises contribuera à faire avancer la cause du SMHN au sein du gouvernement. Enfin, il est possible d'aborder la question du partage des coûts pour les entreprises qui requièrent des informations météorologiques spécialisées, un organisme public étant plus apte à répondre efficacement à ces besoins.

Même si les organisations internationales, notamment la SFI, ont contribué à établir des PPP dans les secteurs de la santé et de l'éducation, la mise au point de tels partenariats pour les services hydrométéorologiques africains est associée à un certain nombre d'enjeux d'ordre technique et institutionnel. Par ailleurs, il n'existe aucun précédent en la matière sur le continent, exception faite de l'exemple d'EcoNet (p. 100). Le soutien d'organisations internationales compétentes et d'autres experts sera nécessaire pour étayer la conception de ces partenariats, mobiliser les acteurs du secteur privé et mettre en place de nouvelles dispositions institutionnelles. Compte tenu de l'importance des avantages potentiels des PPP, les donateurs devraient faire preuve d'un vif intérêt et se montrer enclins à les soutenir. Cependant, la réussite définitive de ces efforts dépendra du soutien et du leadership à l'échelle nationale pour trouver des solutions adaptées aux circonstances et aux besoins locaux.

¹¹⁷ Le projet CIRDA soutient une étude de marché régionale et plusieurs pays participants procèdent chacun à une étude de ce type.

UN BOND TECHNOLOGIQUE

L'Observatoire hydrométéorologique transafricain envisage d'installer 20 000 stations météorologiques en Afrique

John Selker



CRÉDIT PHOTO : ARTUSH / SHUTTERSTOCK.COM

L'Afrique est fin prête pour une nouvelle génération de solutions d'information météorologique, hydrologique et climatologique. L'Observatoire hydrométéorologique transafricain (TAHMO) s'est fixé pour mission d'installer 20 000 stations de détection sur le terrain aux quatre coins du continent. Il s'agit de mettre en place des stations météorologiques automatiques haute technologie pour enregistrer le niveau des précipitations, la température et d'autres données essentielles à l'aide de capteurs redondants solides et d'une liaison en temps réel avec des téléphones portables. Le TAHMO envisage de mettre gratuitement ces informations de haute qualité à la disposition des gouvernements, des chercheurs et des agriculteurs, en temps réel via Internet, grâce à des stations posées à 30 km d'intervalle.

Cette tâche est loin d'être facile, mais toutes les conditions favorables sont aujourd'hui rassemblées pour transformer cette idée longtemps utopique en réalité. En tirant parti d'une grande plateforme de télécommunications mobiles, d'une technologie enrichie par les utilisateurs, à la fois durable et rentable, et d'un réseau d'écoles rurales, le TAHMO a d'ores et déjà progressé vers la réalisation de son objectif.

Le TAHMO a lancé plusieurs projets pilotes, qui sont actuellement en cours d'exécution en Afrique du Sud, au Ghana, au Kenya, au Nigeria, en Ouganda, en République démocratique du Congo, au Sénégal et au Tchad, tandis que des stations seront bientôt prêtes à être installées au Malawi, au Rwanda et au Togo. Par ailleurs, le TAHMO a été sélectionné pour passer au deuxième rang des investissements du Global Resilience Partenariat Challenge, et œuvre actuellement à la création d'un système d'alerte précoce autour du lac Victoria aux côtés de Earth Networks, Human Network International, Climate Change Adaptation Innovation et African Centres for Lightning and Electromagnetics. Dans cette région, on estime que les aléas météorologiques font près de 5 000 victimes mortelles par an.

Le TAHMO a installé six stations météorologiques automatiques dans le sud de l'Ouganda avec le soutien de l'autorité météorologique nationale ougandaise. Ces stations mesurent plus d'une douzaine de paramètres météorologiques et sont autoalimentées au moyen de cellules photovoltaïques de la taille d'une boîte

d'allumettes. Elles transmettent ces données via un téléphone cellulaire intégré fonctionnant comme modem. Au prochain stade du projet, plus de 100 stations permettront de créer un réseau d'observation plus dense.

SCHOOL-2-SCHOOL

Les stations seront principalement posées dans les écoles et les universités. Le TAHMO fournira des supports pédagogiques scientifiques et assurera la liaison entre les écoles et les différents membres du réseau. Les stations seront placées sous la responsabilité des professeurs de sciences qui recevront des fonds pour assurer leur gardiennage. Les données recueillies par les stations serviront donc aussi à étayer les cours de sciences.

Ainsi, en mars 2015, le TAHMO a installé une station météorologique dans une école située à proximité du lac Victoria, dans le cadre de son programme School-2-School. Cette école est jumelée avec un autre établissement qui se trouve aux États-Unis, dans l'Idaho, et les élèves des deux centres pourront comparer les données qu'ils recueillent. Cette activité encourage la collecte de données météorologiques précises en temps réel, tout en contribuant à stimuler une nouvelle génération de chercheurs et en sensibilisant le public au changement climatique et à la bonne intendance de l'environnement.

L'INNOVATION PAR LE CROWDSOURCING OU L'EXTERNALISATION OUVERTE

Sous les auspices de la Delft University of Technology (un consortium public-privé composé de 14 universités et de plusieurs petites et grandes entreprises), le TAHMO cherche à mettre en place des solutions enrichies par les utilisateurs en vertu du principe de crowdsourcing pour fournir à faible coût des capteurs hydrologiques et météorologiques.

Ces deux dernières années, il a ainsi organisé une compétition senior de conception de programmes, qui visait à réunir les meilleurs cerveaux du moment pour créer des solutions durables de nouvelle génération, très poussées mais à moindre coût. D'après The Guardian, « le TAHMO ouvre la perspective de stations de mesure hydrométéorologiques rentables et facile à entretenir. Ces stations, qui ne coûtent que 500 dollars, seront innovantes du point de vue technologique car elles seront dotées de capteurs à bas coût (comme ceux que l'on trouve dans les machines à laver, les voitures ou encore les smartphones) adaptés pour faire office de capteur météorologique ou hydrologique. Par exemple, un simple buzzer piézoélectrique (vendu 1 dollar), qui est habituellement utilisé dans les alarmes incendie, pourra servir à mesurer l'intensité des précipitations »¹¹⁸.

Le TAHMO a mis au point un prototype de disdromètre acoustique (pluviomètre) qui peut être produit pour 10 euros, soit moins de 1 % du coût de son équivalent commercial présentant les mêmes caractéristiques. Le projet de cet appareil, mis au point au Pays-Bas et testé en Tanzanie, a coûté 5 000 euros au total.

JOHN SELKER est professeur d'hydrologie à l'Université d'État de l'Oregon et codirecteur de l'Observatoire hydrométéorologique transafricain (TAHMO). Ses travaux de recherche-développement sur les systèmes de télé-détection sont appliqués à l'irrigation, à l'hydrologie et aux réseaux d'approvisionnement en eau. Pour de plus amples informations sur le TAHMO, consulter le site Internet à l'adresse suivante : www.tahmo.org.

¹¹⁸ Nick van de Giesen, « To strengthen Africa's green revolution, look to the skies », The Guardian, 22 août 2013, www.theguardian.com/global-development-professionals-network/2013/aug/22/weather-stations-agriculture-data-africa.

PROMOUVOIR LA VIABILITÉ FINANCIÈRE

La pénurie de moyens est un problème généralisé qui sous-tend et exacerbe la plupart des difficultés auxquelles sont confrontés les services hydrométéorologiques en Afrique, à savoir notamment : des équipements inadaptés et mal entretenus, une incapacité à attirer et à retenir le personnel spécialisé et l'absence de programmes de communication publique efficaces. Le financement public est encore et demeurera toujours nécessaire mais, en raison de l'existence d'autres priorités concourantes parfois plus importantes, comme la santé publique, et des problèmes de recouvrement des recettes, il ne sera presque jamais suffisant. Quant au soutien des donateurs, même s'il est le bienvenu, il ne peut pas être considéré comme une source de financement régulier.

Les expériences relevées en plusieurs points du globe, notamment les modèles choisis dans des pays comme les Pays-Bas, le Royaume-Uni, le Brésil et l'Afrique du Sud, témoignent du potentiel qu'offrent les PPP au-delà du secteur aérien (source de revenus pour les services météorologiques de nombreux pays), pour contribuer de manière beaucoup plus variée et conséquente au budget des SMHN à travers

des accords de services rémunérés. Pour ce faire, il va de soi que les SMHN doivent pouvoir répondre de manière fiable et cohérente aux besoins en informations météorologiques personnalisées, une hypothèse de plus en plus réaliste du point de vue technique, mais qui exige des institutions et une gestion efficaces. Ces accords ne verront donc pas le jour si facilement ni rapidement, étant donné que le manque de crédibilité est un problème qui ne s'estompe pas du jour au lendemain. Cet argument plaide en faveur du recours aux services météorologiques privés en tant que passerelle pour générer des revenus, améliorer la fiabilité, et renforcer la confiance et la crédibilité.

Les attentes en termes de revenus ne doivent pas non plus être utopiques. Il est peu probable que le financement des services météorologiques nationaux repose un jour davantage sur les apports privés que sur les fonds publics. Cependant, le soutien des entreprises peut jouer un rôle décisif en consolidant la reconnaissance et la crédibilité des SMHN dans le cadre des processus budgétaires nationaux, car il met au jour la valeur économique de ces services et l'importance de leur rôle dans le développement. En fin de compte, la revalorisation de ces services est sans doute la pierre angulaire de leur pérennité.



LES ANTENNES-RELAIS DE TÉLÉPHONIE MOBILE IMPLANTÉES DANS LES ZONES RURALES DU CONTINENT AFRICAÏN FOURNISSENT SÉCURITÉ, ÉNERGIE ET MOYENS DE COMMUNICATION AUX ÉQUIPEMENTS DE SURVEILLANCE MÉTÉOROLOGIQUES. CRÉDIT PHOTO : SOLOMON MANGENI



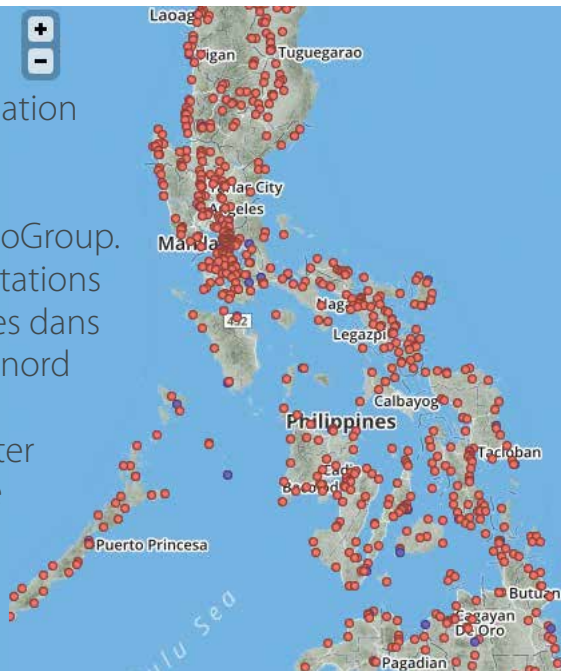
EXEMPLES CONCRETS

DE NOMBREUX PÊCHEURS UTILISENT DE PETITS BATEAUX SUR LA CHAÎNE DES GRANDS LACS D'AFRIQUE DE L'OUEST. CES EMBARCATIONS RÉSISTENT MAL AUX GRANDES VAGUES FORMÉES PAR LE VENT.

La vision esquissée dans la présente publication donne un aperçu des modalités de travail possibles, où les intérêts du secteur public entrent en phase avec le savoir-faire et l'expertise technologique du secteur privé, pour créer des synergies durables en faveur du déploiement et de la maintenance de systèmes hydrométéorologiques intégrés. Ces nouvelles modalités sont étudiées sous plusieurs angles par les pouvoirs publics et le secteur privé en différents points du globe. Il sera nécessaire de les adapter afin de répondre aux besoins particuliers de l'Afrique à l'heure actuelle, ainsi qu'à ses défis et opportunités spécifiques. Les exemples présentés dans ce chapitre relatent la mise en place, aux Philippines, d'un réseau composé de 1 000 stations météorologiques automatiques (SMA), les possibilités inédites qui s'offrent aux agriculteurs africains à travers les partenariats avec les fournisseurs de services de télécommunications, et le travail des sociétés météorologiques privées au Brésil qui cherchent à déployer un vaste réseau de détection de la foudre totale pour protéger à la fois les biens publics et les intérêts privés.

FIGURE 7.1

Image tirée du portail philippin d'information météorologique localisée, mis au point par la Weather Philippine Foundation (weather.com.ph/) et exploité par MeteoGroup. Cette carte montre quelques-unes des stations météorologiques automatiques installées dans le groupe d'îles de Luçon, dans la partie nord du pays. Chaque point est interactif : en cliquant dessus, l'utilisateur peut consulter les observations les plus récentes et une prévision à cinq jours pour la station correspondante.



LE SYSTÈME WEATHER WISER AUX PHILIPPINES : UN RÉSEAU DE 1 000 STATIONS MÉTÉOROLOGIQUES AUTOMATIQUES

Grâce à ses centaines de stations météorologiques automatiques réparties dans le pays, à l'instauration de partenariats public-privé innovants et à l'élaboration de stratégies de sensibilisation et de mobilisation systématiques des communautés, la Weather Philippine Foundation (WPF) est en mesure de fournir gratuitement aux 100 millions d'habitants de la République des Philippines des informations météorologiques précises et localisées. Ce vaste réseau de stations météorologiques automatiques est l'un des piliers du modèle de système d'alerte précoce qui peut sauver des vies, renforcer la résilience et améliorer les moyens de subsistance.

La mise en place d'un réseau de stations météorologiques automatiques d'une telle envergure aux Philippines est une tâche titanesque. Le pays s'étend sur un archipel d'une superficie d'environ 300 000 km² qui regroupe 7 100 îles. La plupart des îles habitées sont montagneuses, couvertes de forêts tropicales et parsemées de volcans en activité. Néanmoins, en raison de leur vulnérabilité avérée aux phénomènes météorologiques extrêmes, les Philippines ont effectivement besoin d'informations météorologiques localisées et de systèmes d'alertes en cas d'urgence.

La plupart du pays est frappée par des orages violents tout au long de l'année, qui sont accompagnés de vents forts et de pluies torrentielles. Ces précipitations provoquent à leur tour

des inondations et entraînent souvent des glissements de terrain. Les Philippines se trouvent également sur la trajectoire habituelle des typhons dans le Pacifique occidental. Au cours d'une année moyenne, 19 typhons passent à proximité des îles et six à neuf d'entre eux finissent par frapper durement l'archipel, avec leur lot de vents, de pluies et d'inondations encore plus prononcés.

Même si la plupart des typhons qui touchent les Philippines, marginalement ou de plein fouet, frappent le groupe d'îles septentrionales de Luçon, les phénomènes recensés dernièrement montrent qu'aucune partie du pays n'est à l'abri. Au nombre des plus grandes catastrophes récentes figurent le super-typhon Bopha/Pablo, qui a fait 1 901 décès signalés et 1 milliard de dollars US de dégâts début décembre 2012 dans le groupe d'îles méridionales de Mindanao, ainsi que le super-typhon Haiyan/Yolanda qui, début novembre 2013, a eu des conséquences dramatiques, entraînant 6 241 morts et plus de 2 milliards de dollars US de dégâts dans le groupe d'îles centrales des Visayas.

Ces dernières années, la prestation de services d'urgence pour faire face au cycle annuel des typhons et aux autres catastrophes liées aux conditions météorologiques a accaparé les ressources du gouvernement des Philippines. En conséquence, le service hydrométéorologique national (Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration, PAGASA) a eu bien des difficultés à moderniser ses systèmes d'observation météorologique et ses mécanismes de prévision, ainsi qu'à retenir son personnel clé et à lui offrir des promotions. Ainsi, les Philippines n'ont pas été en mesure d'adopter les systèmes modernes d'observation et de prévision météorologiques localisées utilisés dans d'autres pays en développement qui sont pourtant beaucoup moins exposés aux phénomènes météorologiques à fort impact.

La Weather Philippines Foundation

La Weather Philippines Foundation (WPF), fondation à but non lucratif, a été créée en 2012 par AboitizPower (un fournisseur d'énergie majeur aux Philippines), en partenariat avec UnionBank, en vue de répondre en partie aux besoins du pays en matière d'observations météorologiques de terrain, de prévisions localisées et d'alertes précoces en cas de phénomènes météorologiques et climatologiques à risque dans l'archipel¹¹⁹. La WPF s'est fixé pour objectif de diffuser gratuitement des informations météorologiques précises et localisées pour permettre aux Philippins de prendre des décisions éclairées en cas de phénomènes météorologiques dangereux, mais aussi dans leur vie de tous les jours pour tout ce qui a trait aux conditions météorologiques.

La WPF a pour mission de travailler avec le secteur privé, les citoyens et l'administration au niveau central, régional, provincial et local pour mettre au point et exploiter des systèmes d'observation et de prévision météorologiques aux Philippines, ainsi que d'alerte précoce sur une base non gouvernementale. Compte tenu du caractère novateur de la WPF, la procédure de délivrance de sa licence d'exploitation s'est heurtée dès le départ à des problèmes d'ordre juridique et politique. Toutefois, ces problèmes ont été rapidement réglés en faveur de la WPF qui, depuis lors, n'a cessé d'élargir sa gamme de services et son champ d'action.

L'un des objectifs annoncés de la WPF est la mise en place de près d'un millier de stations météorologiques automatiques et de détecteurs de foudre (à plusieurs endroits choisis) afin d'assurer la surveillance à l'échelle nationale des conditions météorologiques aux endroits où la population vit et travaille. La WPF a dans un premier temps (en 2012) posé 82 stations, soit une par province, puis elle a continué à mettre en place de 200 à 250 SMA par an. À la fin 2015, la WPF avait installé quelque 750 SMA et prévoyait de franchir la barre du millier de stations d'ici juin 2016.

Depuis sa création, la WPF a mis l'accent sur la collecte de fonds par secteur pour soutenir le développement du réseau et son fonctionnement, ainsi que sur le resserrement des liens avec l'administration régionale, provinciale et locale. Dans cette optique, plusieurs donateurs ont promis de lui offrir 2,5 millions de pesos philippins (soit environ 54 000 dollars US, ce qui suffirait à financer 20 SMA), sur une période de 10 ans. D'autres entreprises se sont engagées à apporter des sommes plus réduites. Parmi ces donateurs figurent de grandes sociétés industrielles et commerciales, telles que SM Supermalls, Vista Land, LBC, Nickel Asia Corp. et International Container Terminal Services, Inc. Certains de ces donateurs ont également offerts des sites pour la pose des SMA. L'appartenance de la WPF à la League of Corporate Foundations lui a par ailleurs permis de rallier le

soutien d'autres sponsors. De nombreuses administrations locales offrent également de petites sommes et un soutien en nature pour la mise en place des stations. La WPF assure le maintien de ses activités à travers des accords innovants fondés sur le troc. Par exemple, elle fournit gratuitement des informations météorologiques détaillées à Cebu Pacific Airlines en échange de billets d'avion pour son personnel technique chargés d'installer et d'entretenir des SMA dans des lieux reculés.

Pour mener à bien sa mission, la WPF a établi des partenariats solides avec des organismes du secteur public et les organisations faitières de ces organismes aux niveaux régional, provincial et municipal, notamment la League of Provinces, la League of Cities et le Presidential Assistant for Rehabilitation and Recovery. Ces partenaires du secteur public aident la WPF à identifier les municipalités qui sont appelées à bénéficier gratuitement d'une SMA.

La WPF a également mis au point de vastes programmes de sensibilisation du public, visant à améliorer la prise de conscience de la population des Philippines au sujet des informations météorologiques qu'elle peut obtenir de la WPF, et à lui faire comprendre comment utiliser ces données dans un éventail de situations et à prendre les mesures appropriées d'après ces renseignements, en particulier en cas d'intempéries. Ces programmes de sensibilisation cherchent notamment à former les leaders et les membres de la communauté aux préparatifs d'urgence sur le terrain, à promouvoir la planification de la continuité des opérations en cas de catastrophe, à soutenir un projet d'apprentissage météorologique parmi les étudiants, à transmettre des informations lors des foires locales, des rencontres des clubs sociaux et d'autres événements, et à gagner du poids dans les réseaux sociaux. Une application logicielle de Weather Philippines a été mise au point dans cette optique et peut être téléchargée gratuitement sur les iPhone d'Apple.

Assurer le fonctionnement d'un service météorologique non gouvernemental

La WPF a conclu un accord à long terme avec MeteoGroup Philippines, Inc., en tant que partenaire d'exploitation et fournisseur de contenus. MeteoGroup est chargé de déployer, d'entretenir et d'exploiter le réseau de SMA du pays et d'élaborer des prévisions hautement localisées pour chaque site correspondant à une SMA. MeteoGroup procure à la WPF la technologie requise pour le bon fonctionnement du système d'alerte précoce et possède un portail Web interactif (géré par Google Analytics pour obtenir des données sur ses utilisateurs) servant à divulguer

¹¹⁹ La Weather Philippines Foundation a reçu de nombreux prix pour ses travaux à ce jour, notamment : premier finaliste, Innovation de produit – Sommet et prix « Corporate Sustainability » 2014 de l'ASEAN ; prix « Accounting for Climate Change CSR » – CMO Asia 2014 ; et prix « Yahoo! Internet for Good » – Gold Standard Awards, Public Affairs Asia.

FIGURE 7.2

Image en arrière-plan de la page Facebook de la Weather Philippines Foundation (<https://www.facebook.com/weather.com.ph>).



les informations météorologiques auprès de la population philippine. Le portail Web indique les conditions actuelles relevées par chaque SMA (mises à jour toutes les heures), fournit des prévisions locales et nationales sur cinq jours, et diffuse des alertes en cas de phénomènes météorologiques violents, par code postal. Le portail offre aussi d'autres services gratuits : études détaillées par satellite, clips vidéo, accès aux webcams et chaîne météo télévisée. En vertu de cet accord avec la WPF, MeteoGroup conserve des données plus détaillées en vue de les utiliser dans le cadre de son entreprise météorologique commerciale mondiale.

Pour recueillir les informations nécessaires, MeteoGroup a choisi de recourir principalement à un système de capteurs compact « tout-en-un » : le Lufft WS502-UMB. Un pluviomètre installé séparément vient compléter l'ensemble de capteurs météorologiques de chaque SMA. Le système d'enregistrement des données, le logiciel de télécommunications basé sur SMS et le matériel de montage ont été conçus et fabriqués aux Philippines. L'assemblage final se fait lui aussi aux Philippines. D'après la WPF, le coût de chaque station une fois assemblée s'élève actuellement à environ 2 500 dollars US. Ce montant comprend les coûts d'exploitation et d'entretien prévus pour toute la durée de vie de la station (soit une dizaine d'années).

Chaque station relève sept paramètres météorologiques distincts : volume des précipitations, vitesse du vent (vitesse moyenne et rafales), direction du vent, rayonnement solaire global, pression, humidité et température. Les SMA sont alimentées à l'énergie solaire et possède une batterie auxiliaire pour fonctionner pendant la nuit et en cas de temps couvert prolongé. Dans des conditions normales, des relevés sont envoyés toutes les dix minutes à un serveur situé dans les

FIGURE 7.3

Exemple d'informations fournies sur iPhone par l'application de la Weather Philippines Foundation.

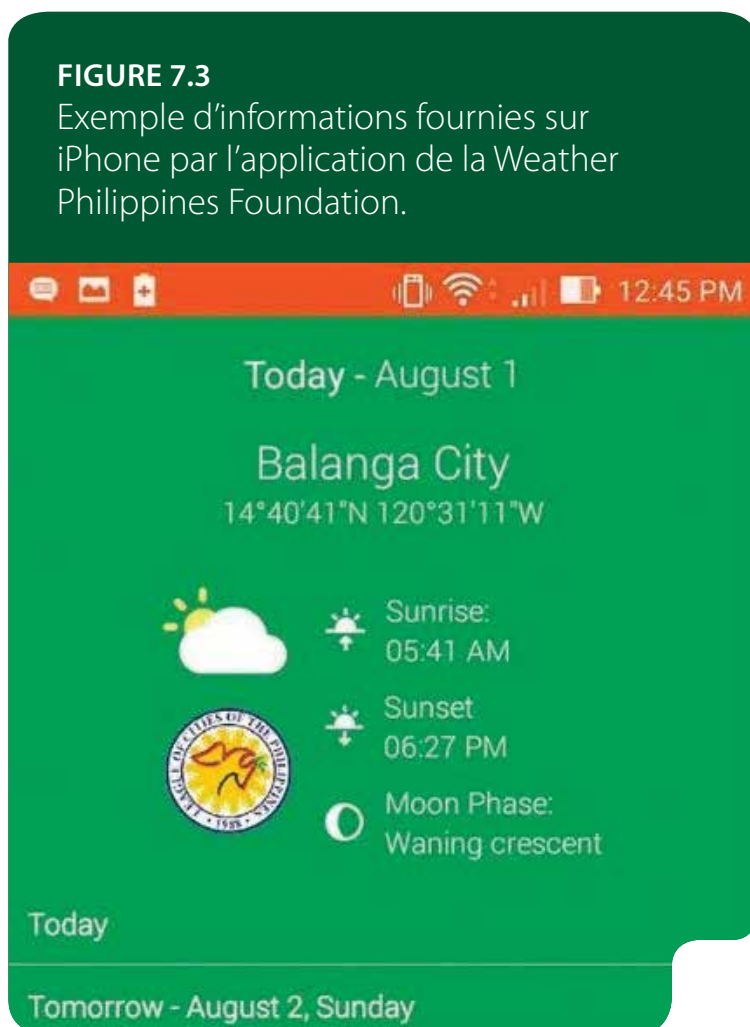


FIGURE 7.4

Exemple des conditions relevées à 8 h le lundi 21 septembre 2015 par la SMA et le système de prévision météorologique localisée du site de Caramoan-Tawog, appartenant au réseau de SMA de Weather Philippines. Les données sur la situation actuelle, les prévisions et la mise en page sont élaborées par MeteoGroup (les prévisions s'étendent sur cinq jours mais ont été tronquées à des fins de lisibilité.)



bureaux de MeteoGroup à Manille, à travers le réseau de téléphonie mobile. La qualité des données entrantes est contrôlée par un météorologue pour s'assurer que tous les dispositifs fonctionnent correctement. Une fois traitées, les informations météorologiques résultantes sont publiées sur le portail Web, l'application iPhone et les réseaux sociaux.

En cas de coupures de courant et de pannes du réseau téléphonique, les SMA continuent à recueillir des données comme d'ordinaire et les stockent localement. Les données accumulées seront retransmises une fois les communications rétablies.

Répartition des rôles et de la propriété des systèmes

La WPF est propriétaire de toutes les SMA mises en place. Chaque collectivité locale ou entité commerciale/industrielle qui reçoit une SMA signe un protocole d'accord par lequel elle s'engage à protéger et à entretenir la station qui lui est confiée, en assurant une maintenance de premier niveau. Avant l'installation, la WPF demande à l'organisme bénéficiaire une description de l'emplacement envisagé et de ses environs, ainsi que des photos à 360° du site proposé. La WPF assure la formation du personnel de l'organisme bénéficiaire, qui participe ensuite à la pose de « sa » station, afin de créer un sentiment d'appropriation au niveau local pour chaque SMA. Les dirigeants municipaux jouent également un rôle important en veillant à l'intégrité de leur SMA.

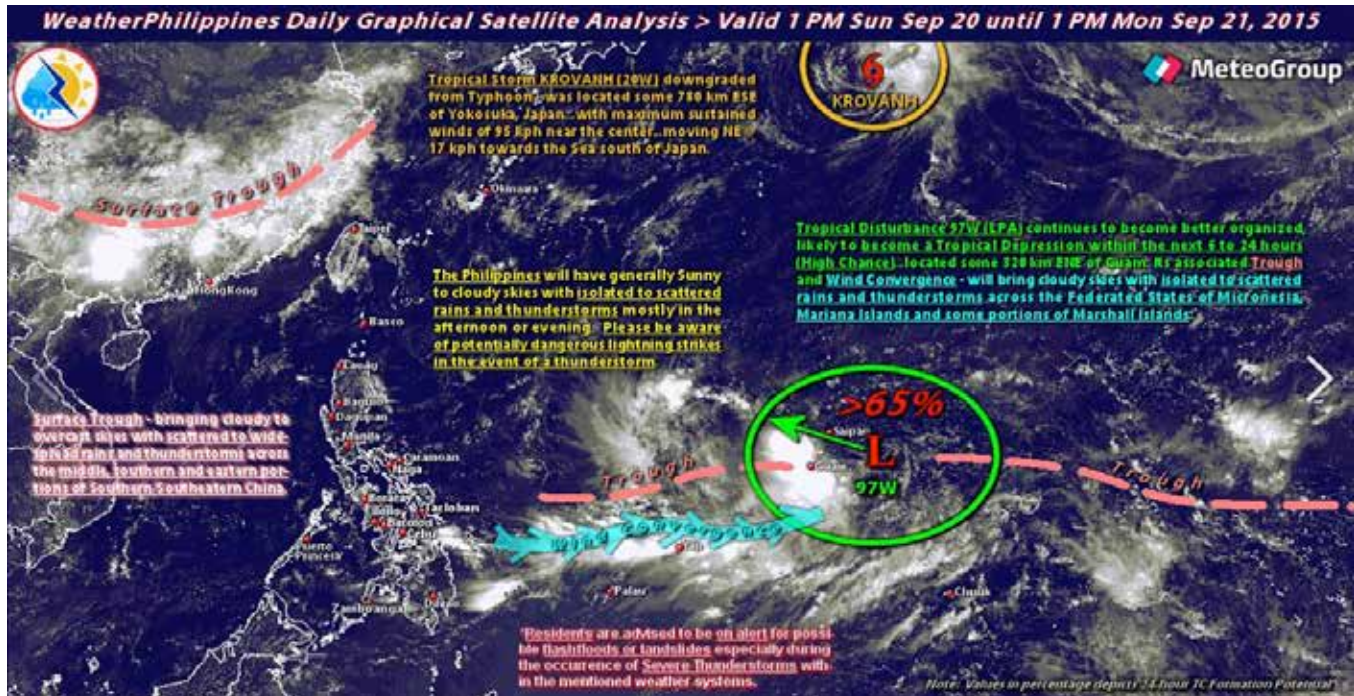
Au cours de la formation du personnel de l'organisme bénéficiaire, ainsi que dans ses communiqués publics, la WPF insiste toujours sur le fait que ses interventions viennent compléter les efforts déployés par le gouvernement pour réduire, à l'échelle nationale, les risques de catastrophes liées aux conditions météorologiques, et permettent de réagir rapidement aux conditions météorologiques instables afin d'éviter les dégâts humains et matériels. Par ailleurs, la WPF tient à ce que les communautés locales comprennent les notions de base, le processus de formation et les effets des différentes perturbations météorologiques et des phénomènes météorologiques associés aux précipitations, de sorte à ce que la population sur le terrain puisse se préparer et élaborer ses propres plans de prévention des catastrophes afin d'atténuer les effets des intempéries à l'avenir. La WPF prend également soin d'indiquer que ses services et ses alertes ne sont pas « officiels » et s'en remet au PAGASA en tant que source de données et d'alertes formelles.

Enseignements tirés pouvant éventuellement être appliqués au contexte africain

Pour en savoir plus sur le réseau de SMA actuellement en cours d'installation aux Philippines, le Programme de renforcement de l'information climatique et d'un développement résilient en Afrique (CIRDA) du PNUD y a dépêché cinq représentants de trois pays africains participants (Ouganda, Tanzanie et Zambie) en vue d'étudier de plus près les démarches de la WPF et de MeteoGroup. D'après le rapport de suivi de la mission de coopération Sud-Sud et suite à l'examen de publications en ligne concernant ces deux organismes, des enseignements de haut niveau ont été tirés du cas philippin, notamment :

FIGUR 7.5

Image satellite visible avec analyse et commentaires superposés en date du 20 septembre 2015, tirée du portail Web de la WPF (également publiée sur la page Facebook de la fondation). Cette image visible est accompagnée de l'image infrarouge correspondante (non présentée ici). L'image visible, son analyse et ses commentaires, ainsi que l'image infrarouge correspondante, sont préparées par MeteoGroup.



- Dans l'état actuel de la technologie, il est possible de fournir des informations météorologiques très localisées, que ce soit des observations sur les conditions actuelles, des prévisions sur le temps à venir ou des alertes précoces en cas de phénomènes extrêmes. Ces renseignements permettent à la population de prendre des décisions plus avisées en cas de phénomènes à haut risque, mais aussi dans leur vie de tous les jours pour tout ce qui a trait aux conditions météorologiques.
- Le succès du déploiement à l'échelle nationale d'un système d'alerte précoce très localisé, comme celui géré par WPF/Meteogroup, repose sur une planification minutieuse de bout en bout et sur une mise en place étroitement contrôlée : du choix des capteurs au fournisseur de services de télécommunications, en passant par les mécanismes de diffusion des informations auprès des utilisateurs.
- Il est possible de mettre en place un vaste réseau d'observation locale en utilisant un équipement de bonne qualité à un coût relativement modeste. Des économies d'échelle pourraient être obtenues si les dispositifs à installer sont nombreux. Pour réduire encore davantage les coûts, il est préférable de fabriquer les composants sur place, d'assembler les stations en interne à partir de ces composants et de recourir à une main-d'œuvre issue des communautés d'accueil (après une formation) pour installer les stations et en assurer l'entretien.
- Il est essentiel de sensibiliser les diverses communautés d'utilisateurs afin de s'assurer un soutien politique et financier, ainsi que d'atteindre les populations les plus touchées par les phénomènes particulièrement violents.
- Aux Philippines, une fondation à but non lucratif (établie par de grandes entreprises industrielles et commerciales) et une société météorologique du secteur privé ont mis au point ensemble un modèle (non gouvernemental) de système d'alerte précoce pour l'archipel. Cela a été rendu possible grâce à la synergie produite entre le soutien fourni à l'échelle locale par la fondation, d'une part, et les connaissances et compétences techniques apportées par la société météorologique privée, d'autre part. Serait-ce un modèle à suivre pour l'avenir ?

UN RÉSEAU DE DÉTECTION DE LA Foudre TOTALE AU BRÉSIL

Les efforts déployés par le Brésil pour créer un réseau de détection de la foudre totale à travers des partenariats public-privé fournissent un modèle de travail illustrant comment mettre sur pied des PPP efficaces afin de répondre aux besoins des SMHN, des partenaires du secteur privé, des partenaires industriels et des utilisateurs finaux de systèmes d'alerte précoce.

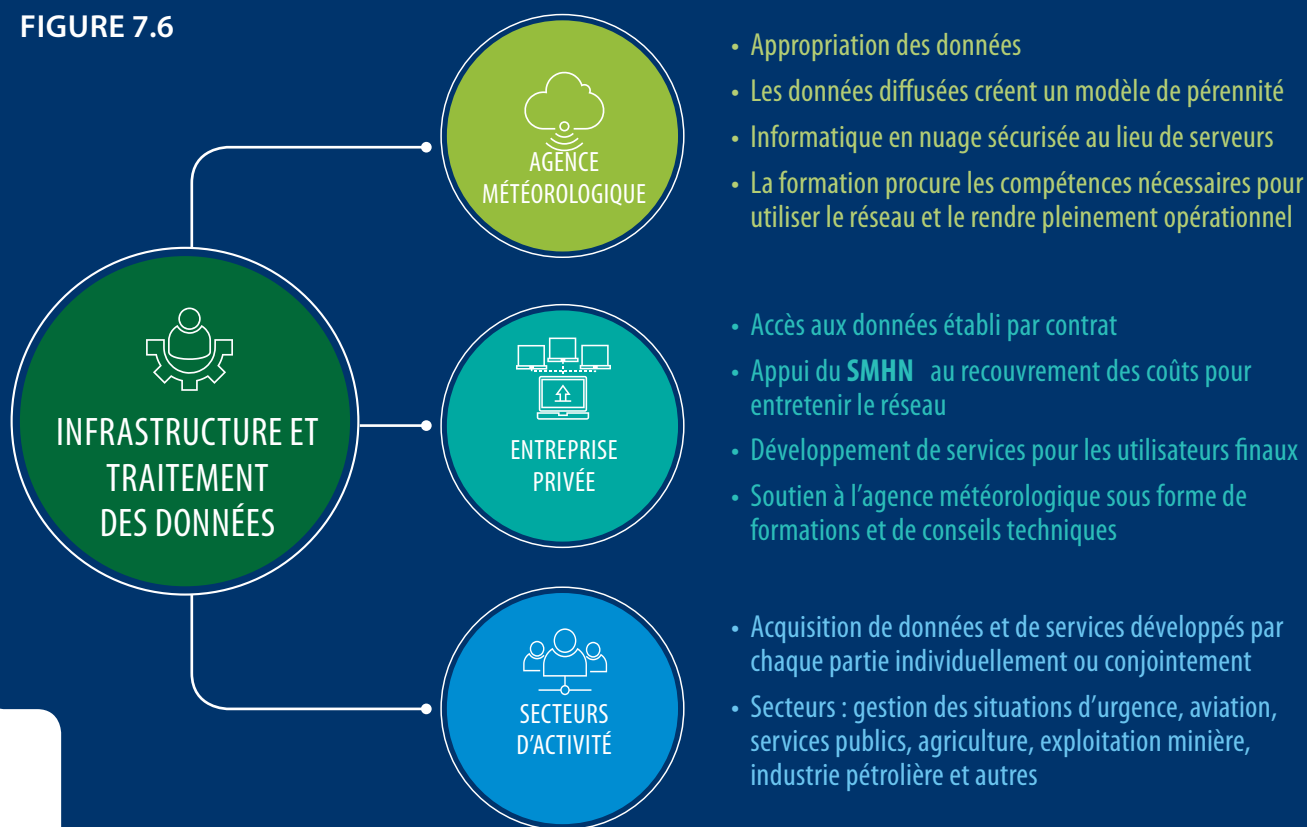
Le Brésil connaît souvent des orages très violents, avec des épisodes de foudre concentrés sur des zones densément peuplées au sud du pays, comme São Paulo et Rio de Janeiro. Les inondations qui en résultent peuvent déclencher des coulées de boue meurtrières. En janvier 2011, plus de 900 personnes ont péri suite à des inondations et des glissements de terrain, tandis que des milliers d'individus se sont retrouvés sans logis. Un an plus tard, en janvier

2012, d'autres inondations ont fait plus de 250 victimes mortelles. Le lancement d'alertes météorologiques au bon moment est capital pour prévenir ce genre de tragédies à l'avenir. La prévalence de la foudre, qui précède souvent des phénomènes météorologiques violents, couplée à la nécessité d'améliorer le suivi et d'avertir la population en cas de gros orages, ont conduit à la création de BrasilDAT (Sistema Brasileiro de Detecção de Descargas Atmosféricas), le réseau brésilien de détection de la foudre.

Ce réseau de détection de la foudre est le fruit d'un partenariat public-privé. En décembre 2010, Earth Networks, un fournisseur privé de services météorologiques, a conclu un partenariat de recherche et d'évaluation avec l'Institut brésilien de recherche spatiale (INPE). Aux côtés de Simtech, l'entreprise partenaire locale, Earth Networks et l'INPE ont mis en place un réseau dense de capteurs de foudre dans l'ensemble du Brésil ¹²⁰.

Ce réseau a un impact global substantiel et de grande envergure. Le contenu des informations météorologiques de pointe étant transversal par définition, les produits et services qui en découlent présentent une utilité variée pour le public

FIGURE 7.6



¹²⁰ Le réseau BrasilDAT poursuit son expansion dans l'ensemble du pays en installant des capteurs supplémentaires pour détecter à la fois les impacts de foudre au sol et les éclairs inter-nuages, deux phénomènes regroupés sous l'appellation de « foudre totale ». L'immense majorité des décharges correspond aux éclairs inter-nuages qui, lorsqu'ils sont très nombreux, précèdent souvent des phénomènes météorologiques violents. Leur détection, qui constitue l'un des piliers des procédures de suivi et d'avertissement, peut donc donner lieu à des alertes précoces efficaces. Actuellement, près de la moitié du territoire brésilien est couvert par le réseau BrasilDAT.

et presque tous les secteurs de l'économie, notamment le transport, l'agriculture, l'énergie, la gestion des ressources en eau, l'assurance et la gestion des situations d'urgence. En somme, une large gamme d'avantages sont attendus de ce système, aussi bien sur le plan national que régional :

- **Protection des populations et des biens matériels** — dans la lignée de la mission globale du SMHN et des services afférents.
- **Adaptation au changement climatique** — alertes liées à l'incidence croissante des aléas climatiques à fort impact.
- **Réduction des risques de catastrophe** — possibilité de lancer des alertes automatiques en temps réel sur le terrain.
- **Sécurité alimentaire** — alerte précoce de dégâts importants causés par les intempéries pour la production agricole.
- **Alertes de crue et de sécheresse** — relevé des précipitations totales à long terme dans les régions reculées dépourvues de radar.
- **Gestion des ressources en eau** — suivi des répercussions des orages sur le niveau d'eau en aval ;
- **Sécurité énergétique** — stabilité du réseau électrique, gestion des pannes de courant, satisfaction de la demande

- **Hydroélectricité** — exploitation des centrales, relevé des précipitations totales localisées en temps réel sans radar.
- **Développement des infrastructures** — prise en compte, dans la planification, des statistiques localisées relatives aux précipitations et aux orages.
- **Transport aérien régional** — sécurité aérienne, contrôle du trafic aérien, sécurité du personnel au sol dans les aéroports.
- **Exploitation viable** — revenus issus de la transmission d'informations aux partenaires pour le développement durable.

Le modèle commercial utilisé pour déployer et maintenir le système d'alerte précoce se décline en plusieurs volets pour garantir sa viabilité à long terme : investissement initial partagé avec financement de démarrage, partage des compétences opérationnelles et des droits relatifs aux données, partage des recettes issues de la prestation continue de services d'information sur le marché cible, et financement alloué pour assurer le fonctionnement sans écueil du réseau. Un plan d'affaires et une étude du marché potentiel total ont été mis au point pour s'assurer de la viabilité à long terme du système d'alerte précoce. Au Brésil, cette nouvelle infrastructure génère environ un million de dollars US de chiffre d'affaires par an pour les partenaires.

Figure 7.7 Segments du marché brésilien des données, du suivi et des applications météorologiques spécialisées.

PRODUIT	SEGMENT DE MARCHÉ								
	Pétrole et gaz	Énergies renouvelables	Services publics	Aviation	Mines	SMHN	Sécurité publique	Consommateurs	Other
Flux de données									
Foudre	⊗	⊗	⊗	⊗		⊗		⊗	⊗
Alertes d'orages dangereux	⊗	⊗	⊗	⊗		⊗		⊗	⊗
PulseRad			⊗	⊗		⊗		⊗	⊗
ENcast	⊗	⊗	⊗			⊗		⊗	⊗
Outils professionnels de visualisation	⊗	⊗	⊗		⊗	⊗	⊗		
Diffusion d'alertes sur téléphone portable	⊗	⊗	⊗		⊗	⊗	⊗		⊗
Lancement d'alertes sur le terrain	⊗				⊗		⊗		
Applications pour les consommateurs			⊗				⊗	⊗	⊗

Avantage de la surveillance pour les SMHN et les secteurs de l'énergie, de l'aviation et de l'exploitation minière

Au Brésil, les consommateurs de données météorologiques et climatologiques et de services d'information comprennent les principaux producteurs-distributeurs d'électricité du pays, à savoir EDP, Coelba, CELG et plusieurs autres. Ces sociétés ont plusieurs bonnes raisons d'investir dans la production et l'utilisation de données météorologiques liées aux phénomènes extrêmes. Cela les aide en effet à accroître la qualité de l'alimentation électrique, à prévenir et à gérer les pannes, ainsi qu'à perfectionner leurs activités en général. Alors que le Brésil poursuit son essor sur le plan économique et technologique, les grands acteurs industriels tels que les sociétés de services publics adoptent peu à peu des applications associées aux réseaux de distribution d'électricité intelligents, et les données météorologiques font désormais partie intégrante de ce processus.

Partout dans le monde, les agences météorologiques et les instituts de recherche bénéficient du soutien d'un autre secteur clé : celui de l'aviation. Ainsi, dans l'Union européenne et aux États-Unis, une grande partie des budgets d'exploitation des agences météorologiques nationales repose sur ce secteur. Il s'agit en outre du principal moteur de la prestation de services de pointe dans les pays d'Afrique francophone, membres de l'Agence pour la sécurité de la navigation aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA). Le secteur de l'aviation est extrêmement dépendant des informations relatives à l'évolution des conditions météorologiques et à l'augmentation des risques à fort impact induits par les conditions climatiques, notamment l'incidence croissante des tempêtes soudaines de grande ampleur dans la région.

Au Brésil et dans le monde entier, les informations ayant trait à la foudre sont utilisées par les aéroports, les compagnies aériennes, les autorités de l'aviation civile, l'armée de l'air et d'autres organismes. Elles sont utiles à plus d'un titre, notamment pour assurer la sécurité de base du personnel au sol grâce à des applications d'alerte de proximité, mais aussi pour alimenter les systèmes de pointe en matière de contrôle aérien avec des applications de suivi et d'alerte en cas de phénomènes météorologiques violents. Par exemple, la compagnie pétrolière brésilienne Petrobras utilise ces données pour ses flottes d'avions et d'hélicoptères qui transportent des marchandises et du personnel entre ses plateformes offshore et ses bases sur le continent.

L'exploitation minière est un autre secteur très sensible aux conditions météorologiques et aux risques afférents, car les intempéries et les épisodes de foudre revêtent une importance particulière pour ces sociétés. En effet, certaines de leurs activités fréquentes (comme les actions de dynamitage) doivent cesser immédiatement si des phénomènes

météorologiques violents sont annoncés, car ceux-ci peuvent mettre l'équipement en danger, mais aussi l'intégrité physique du personnel et, en fin de compte, occasionner des pertes financières. Les sociétés minières interviennent sur de nombreux sites épars et ont régulièrement recours à des services d'alerte de proximité en temps réel.

Par ailleurs, au Brésil, les données météorologiques ont permis aux fournisseurs de services commerciaux locaux d'améliorer leurs prestations auprès du secteur public et du secteur privé par le biais d'applications SIG, mais aussi auprès du grand public à travers des applications mobiles et les médias audiovisuels. Des entreprises telles que Climatempo ont lancé leurs propres marques et instauré un certain climat de confiance au sein de la population.

Même si le contexte politique, économique et juridique du Brésil est distinct de celui qui caractérise de nombreux pays d'Afrique, les enseignements tirés de ce grand pays à revenu intermédiaire révèlent qu'il est nécessaire de partager les risques et de définir des modalités spécifiques de création de revenus, tout en offrant un modèle unique de système d'alerte précoce efficace créé grâce à un partenariat public-privé.

ECONET AU ZIMBABWE

Au Zimbabwe, le principal fournisseur de télécommunications sur le marché, EcoNet Wireless, assure le conditionnement et la distribution d'informations précieuses telles que des conseils de nature agricole, des conseils sur la santé, des informations météorologiques et des possibilités de services bancaires mobiles pour mobiliser les consommateurs ruraux, les fidéliser et soutenir l'image globale de la société. Cette dernière a lancé toute une palette de marques offrant des fonctionnalités adaptées aux smartphones, comme EcoCash, EcoHealth, EcoSchool et EcoFarmer.

D'après le site Web de la plateforme, EcoFarmer vise à révolutionner les méthodes agricoles grâce à la technologie mobile. Il s'agit du premier produit de micro-assurance du Zimbabwe, conçu pour assurer les recettes et les récoltes face aux épisodes de sécheresse ou de pluies excessives. En outre, l'agriculteur assuré reçoit chaque jour des informations météorologiques, des conseils agricoles et des renseignements pour savoir quand et où vendre ses produits au meilleur prix.

La plateforme EcoFarmer comprend les informations suivantes :

- Données météorologiques quotidiennes provenant de la station associée à l'exploitation de l'agriculteur Conseils de nature agricole et commerciale.
- Conseils quotidiens gratuits relatifs aux précipitations.
- Relevé hebdomadaire gratuit des meilleurs prix agricoles.
- Données hebdomadaires gratuites relatives aux récoltes.
- Relevé mensuel gratuit des demandes relatives aux prix du marché.
- Informations sur les cultures.

DES INFORMATIONS CIBLÉES ET LOCALISÉES RELATIVES AUX PLANTATIONS ET AUX RÉCOLTES POUR LES PRODUCTEURS DE BLÉ CANADIENS

Même si la plupart des PMA africains présentent encore un modèle d'agriculture de subsistance, à faible productivité et dépendant des précipitations, le secteur agricole continue à dominer l'économie dans toute la région. Par conséquent, la mise en place d'améliorations, aussi infimes soient-elles, visant à accroître l'efficacité ou le rendement des méthodes et des techniques agricoles, est appelée à avoir des répercussions immédiates sur le développement économique.

Les principaux efforts de développement dans le secteur agricole africain se sont centrés sur les produits financiers, à travers la création d'assurances-récoltes ou d'assurances indexées destinées aux agriculteurs ou de produits liés au risque souverain pour les gouvernements à l'échelle nationale, mais des efforts supplémentaires pour mettre au point des méthodes plus efficaces sur le plan de l'exploitation au niveau local pourraient eux aussi contribuer à un développement économique durable.

Alors que les politiques de mécanisation et de gestion des terres sont allées de pair avec une hausse rapide de la productivité agricole dans le monde entier, les pays développés ont également commencé à mettre au point des ensembles de données météorologiques et climatologiques plus fournis et pertinents pour améliorer plus encore le rendement de leurs cultures. L'adoption de techniques similaires en Afrique pourrait aussi avoir un impact sur la sécurité alimentaire et les moyens de subsistance en milieu rural.

Le service Weatherfarm illustre bien ce point. Exploité pour le compte des agriculteurs de l'Ouest canadien par la société Weather Innovations Consulting and Glacier Media, il procure à ces derniers des données météorologiques en ligne et des liens vers d'autres

informations agricoles. Conçu à l'origine comme un partenariat public-privé entre la Commission canadienne du blé (un organisme public relevant du gouvernement fédéral canadien) et WeatherBug (un cabinet privé de services météorologiques), Weatherfarm a mis en place un réseau de plus de 1 000 stations météorologiques fournissant des informations en temps réel aux producteurs de blé du Canada. Grâce à ce réseau bon marché de stations météorologiques automatiques, les producteurs de l'Ouest canadien ont pu obtenir des observations météorologiques beaucoup plus proches de leurs exploitations, avec une précision inégalée. Par ailleurs, cet ensemble de données très fourni a permis d'améliorer la qualité des prévisions météorologiques et d'étayer les modèles élémentaires servant à la prise de décision en matière de plantation, d'irrigation et de récolte, ainsi que les modèles plus poussés liés au traitement des insectes nuisibles et des maladies.

Actuellement, chaque station météorologique automatique du réseau Weatherfarm est gérée par un agriculteur ou une organisation qui a un intérêt économique direct à assurer la diffusion des informations auprès de la communauté au sens large. La communauté bénéficie d'un soutien financier renforcé pour la vente de commandites aux fournisseurs d'intrants agricoles, qui contribuent à leur tour à maintenir et à améliorer les produits, les services et les activités de Weatherfarm. Ce modèle communautaire de création et de distribution des informations météorologiques pourrait être un moyen pour les PMA africains et leurs SMHN respectifs d'établir des réseaux météorologiques et climatologiques durables, ainsi que de renforcer la croissance économique du secteur agricole et de l'économie nationale en général.

- Cote de crédit.
- Publicités gratuites et liens marketing.
- Liens vers des offres financières.

Il existe trois possibilités d'abonnement génériques : les agriculteurs en général reçoivent gratuitement des informations élémentaires, les agriculteurs inscrits au service apportent certaines données (un atout monnayable pour les sociétés de télécommunication) et bénéficient d'informations plus poussées, tandis que les agriculteurs assurés reçoivent l'intégralité des informations, et bénéficient d'une politique d'assurance à l'appui. En souscrivant aux services pour 8 cents par jour pour 125 jours, les agriculteurs assurés se voient offrir une récolte garantie ou au moins 100 dollars US pour 10 kg de graines plantées. Dans le cadre d'un partenariat évident avec le sponsor parrainant les services, ces graines doivent être de la marque SeedCo. Cette micro-assurance est fournie « quelles que soient les conditions météorologiques ». Il ne s'agit donc pas d'une véritable assurance indexée, mais plutôt d'un mécanisme marketing intelligent conçu pour conquérir des clients. Toutefois, il a fait ses preuves et représente une possibilité intéressante dans d'autres pays africains. Le nombre d'abonnés s'élèverait actuellement à 300 000 personnes. En 2015, le service EcoFarmer a été scindé pour lancer un nouveau service indépendant baptisé « Dial-A-Mudhumeni », conçu en partenariat avec le ministère de l'agriculture du Zimbabwe pour mettre en contact les petits agriculteurs et les vulgarisateurs agricoles.

D'où les informations météorologiques proviennent-elles ? EcoNet a lancé un réseau de stations montées sur des antennes-relais de téléphonie mobile pour faire le suivi des conditions météorologiques, notamment des précipitations, de la température et de l'humidité. Plus précisément, l'opérateur zimbabwéen EcoNet a signé un accord de partenariat avec le Département de Météorologie (MSD) en vue de fournir des informations météorologiques aux petits agriculteurs. Le MSD publie les prévisions météorologiques destinées au public, tandis qu'EcoNet fournit la plateforme requise pour leur distribution. La nouvelle station météorologique du MSD relève automatiquement les données voulues et les transmet par SMS aux stations distantes du MSD et à ses bureaux à Harare. Les données reçues par MSD à Harare sont ensuite transmises au ministère de l'Agriculture, de la Mécanisation et du Développement de l'Irrigation, en vue d'élaborer les politiques pertinentes. Le nouveau système de mesure et de surveillance météorologique sera mis en place dans l'ensemble du pays pour aider les petits agriculteurs à accéder aux informations¹²¹. Les agriculteurs sont repérés à l'aide d'une application intelligente associée aux semences. En effet, le paquet de semences contient un petit récipient en plastique sur lequel est apposé un numéro de référence, que l'agriculteur doit envoyer au réseau par SMS. Sur réception de ce numéro, le site de l'agriculteur est enregistré et le suivi des précipitations commence à être assuré dans la zone.

¹²¹ « Econet Zimbabwe launches weather data platform », *Telecompaper*, 15 octobre 2015, disponible sur : www.telecompaper.com/news/econet-zimbabwe-launches-weather-data-platform--972950.



CONCLUSIONS

LES SYSTÈMES D'ALERTE PRÉCOCE POURRAIENT PROTÉGER LES PÊCHEURS DANS TOUTE L'AFRIQUE.

Poursuivre sur la bonne voie : tel est aujourd'hui le défi généralisé. Même si le présent rapport se veut un catalyseur de changement, modelant une nouvelle vision pour l'acquisition, la distribution et l'utilisation d'informations hydrométéorologiques fiables dans toute l'Afrique, il incombe aux gouvernements africains, aux bailleurs de fonds, aux leaders d'opinion et aux entrepreneurs de tirer parti de ces constatations pour créer des solutions sur mesure, personnalisées, intégrées et pérennes, capables de faire avancer le plan d'action du développement et d'avoir une incidence positive sur les conditions de vie et les moyens de subsistance des quelque 3 milliards de personnes qui vivent dans la pauvreté à travers le globe.

Ce rapport a, dans un premier temps, décrit les défis auxquels sont actuellement confrontés les services hydrométéorologiques africains, en soulignant les multiples conséquences néfastes de ces enjeux pour l'ensemble du continent, des paysans les plus démunis aux grandes entreprises. Chaque année, de nombreux décès pourraient être évités s'il existait des systèmes d'alerte efficaces en cas de foudre ou de phénomènes météorologiques violents. Quant aux entreprises (des petits exploitants aux grandes sociétés agricoles, en passant par les compagnies de transport et d'électricité), elles doivent de nos jours se contenter d'informations météorologiques incomplètes, au grand détriment de la productivité, qui est pourtant fort nécessaire au développement économique, à la réactivité du marché et à la viabilité à long terme. Cette incapacité à produire des informations essentielles est un fait, en dépit du soutien considérable fourni depuis des années par les bailleurs de fonds et les banques multilatérales de développement, sans oublier les efforts et le dévouement de bon nombre de fonctionnaires consciencieux au sein des organismes publics. Elle est également à l'origine d'un cercle vicieux, au sein duquel les services météorologiques publics sont finalement perçus comme peu fiables et les soutiens financiers publics à leur endroit diminuent, aggravant leur incapacité à maintenir ces systèmes, sans parler de la possibilité de les améliorer.

En revanche, les nouvelles technologies et les partenariats décrits dans le présent rapport offrent toutes les promesses d'un cercle vertueux. À mesure que les services s'amélioreront, le soutien du secteur public et du secteur privé augmentera et les arguments en faveur d'un renforcement du financement public (en partie compensé par les recettes obtenues grâce aux services privés) gagneront progressivement du poids. Ce processus ne mettra pas nécessairement beaucoup de temps à se réaliser, étant donné que les technologies requises sont modulaires et qu'elles peuvent être mises en place en quelques jours seulement, même si la formation du personnel et l'intégration des informations au sein des systèmes existants exige un peu plus de temps. En outre, dans la mesure où d'autres organismes, tels que ceux en charge de la planification des catastrophes, de l'agriculture, du tourisme, de l'énergie, etc., pourraient tirer profit d'informations météorologiques fiables et fournies à temps, il est probable que le soutien budgétaire en faveur des SMHN se renforce en conséquence.



L'INSTALLATION DE TECHNOLOGIES DE SURVEILLANCE MÉTÉOROLOGIQUE AMÉLIORÉES CONSTITUE LE PREMIER PAS VERS LA MISE EN PLACE D'UNE APPROCHE INCLUSIVE, GLOBALE ET SYSTÉMATIQUE.

Il devrait ressortir clairement que la vision encourageante évoquée dans le présent rapport est aujourd'hui à portée de main, mais sa réalisation a encore du chemin. Les financements de démarrage ont été bouclés, la collaboration avec les 11 pays du Programme de renforcement de l'information climatique et d'un développement résilient en Afrique (CIRDA) du PNUD a débuté, des études de marché mettent en évidence de nouvelles opportunités, et un soutien technique est assuré par le biais d'ateliers et d'une équipe d'appui technique¹²². De nombreux autres organismes internationaux de développement se joignent aux efforts déployés au niveau des pays pour accroître la résilience, ce qui se traduit par une augmentation continue des fonds destinés à améliorer les mesures d'adaptation au changement climatique. Toutefois, les changements nécessaires ne pourront pas se produire sans l'engagement inconditionnel et le leadership appuyé des dirigeants africains, étayé par des débats soutenus menés par les leaders d'opinion et les courtiers en connaissances, et une bonne dose de flexibilité, d'adaptabilité et d'humanité.

¹²² Les lecteurs désireux d'obtenir des renseignements plus détaillés sont invités à visiter régulièrement le site Web du CIRDA (www.undp-alm.org/projects/cirda) pour consulter les rapports d'étape et des informations plus précises sur les techniques et les programmes spécifiques aux pays. Ils peuvent faire part de leurs commentaires et de leurs réflexions à travers le blog du CIRDA, à l'adresse suivante : www.undp-cirda.blogspot.com.



PROFILS

DE PAYS

La mise en œuvre d'une nouvelle vision des services hydrométéorologiques en Afrique nécessitera le concours de plusieurs facteurs : adaptabilité, flexibilité, ingéniosité et capacité de personnalisation. Les différents cadres juridiques, économiques, environnementaux et politiques, propres à chaque pays, traceront les grandes lignes de la mise en place de nouveaux services météorologiques, hydrologiques et climatologiques dans les différents pays africains. La description succincte des profils des pays en annexe du document souligne les forces, les faiblesses, les opportunités et les défis propres aux 11 services météorologiques et hydrologiques nationaux soutenus par le Programme de renforcement de l'information climatique et d'un développement résilient en Afrique (CIRDA) du PNUD. Les informations contenues dans les profils sont issues d'une étude de marché réalisée dans les 11 pays bénéficiaires du CIRDA, ainsi que des résultats fournis par les indicateurs de progrès et d'autres activités de suivi et d'évaluation pertinentes conduites par le PNUD dans le cadre des projet de renforcement de l'information climatologique et des systèmes d'alerte précoce (SAP-IC) soutenus par le PNUD. Les profils ont également été examinés par les équipes de pays et par des experts en développement.



Chaque profil fournit un indicateur de synthèse sous la forme d'un index de viabilité des partenariats public-privé élaboré par C4 EcoSolutions, le cabinet qui a réalisé l'étude de marché. L'index de viabilité utilise un code de couleur dont la signification est comme suit : rouge pour « moins bien préparé », orange pour « en progrès » et vert pour « préparé au mieux ». La réalisation d'une analyse de marché et d'un examen des difficultés existantes est une première étape utile pour identifier les marchés, le soutien politique et les cadres juridiques favorables à la poursuite des partenariats public-privé dans le domaine des services climatologiques et météorologiques. Il reviendra toutefois aux différents gouvernements africains d'identifier les principaux domaines dans lesquels des partenariats public-privé peuvent être exploités de manière efficace afin de soutenir la pérennité générale des systèmes d'information climatologique et d'alertes précoces, et de tirer parti des opportunités créées par cette nouvelle vision.

BÉNIN

Le Bénin est l'une des démocraties les plus stables d'Afrique de l'Ouest. Il se classe 166^e sur 188 pays selon l'Indice de développement humain du PNUD (2015). Cependant, des difficultés économiques persistantes demeurent, tout comme sa vulnérabilité aux changements climatiques et aux événements météorologiques violents. Dans un pays où 70 pour cent de la main-d'œuvre dépend de l'agriculture, tout changement dans les précipitations pourrait avoir de graves répercussions à la fois sur la sécurité alimentaire et les revenus. L'élévation du niveau de la mer menace les activités de pêche, touristiques et portuaires du pays, et les inondations cycliques affectent les vies humaines, les cultures, le bétail et les infrastructures de production.

Le projet de renforcement de l'information climatique et des systèmes d'alerte précoce (SAP-IC) soutenu par le PNUD vise à améliorer significativement les services climatologiques au Bénin. En adaptant les prévisions de génération de revenus aux différents secteurs socio-économiques, le projet vise à jeter les bases d'une surveillance financièrement durable des conditions météorologiques et climatiques au Bénin. Avec l'imagerie satellitaire utilisée pour l'aménagement et la surveillance du territoire, des produits climatologiques adaptés apporteront des avantages environnementaux

significatifs au niveau local, par exemple en détaillant les meilleures pratiques de gestion des zones côtières en vue de contribuer à la lutte contre l'érosion du littoral au Bénin.

Les équipements de surveillance des conditions météorologiques et climatiques ont été achetés et remis en état, notamment des pluviomètres, des débitmètres Doppler, des bouées océanographiques et des stations météorologiques synoptiques. Une combinaison de stations manuelles et automatiques est utilisée à l'appui d'une transition progressive vers un système de collecte d'informations entièrement automatisé. Des équipements de surveillance du niveau de la mer et de l'érosion du littoral ont également été achetés, notamment des pièces de rechange et des outils permettant de faciliter la future maintenance. Les établissements techniques bénéficient de formations sur le stockage et l'analyse des données, ainsi que sur la façon de gérer et de budgéter correctement le réseau d'observation élargi et les coûts récurrents associés.

Le projet facilite également le partage de données transfrontalier et inter-organisation. Ceci est particulièrement important pour le Bénin, étant donné que l'ensemble de ses bassins hydrologiques traversent les pays voisins. Afin de construire des

modèles de prévision hydrologiques et météorologiques efficaces, l'échange de données depuis l'amont est nécessaire.

Le pays dispose du cadre juridique nécessaire pour monétiser les données météorologiques et climatiques mais il a connu un succès très limité à ce jour en matière de présentation des informations pertinentes en vue de leur utilisation par le secteur privé.

Le Bénin a émis des alertes précoces d'inondation par le biais d'un comité multi-agences en 2014 et 2015 en recourant à une surveillance manuelle du niveau des rivières, au traitement des données et à l'analyse des informations. Le pays a également adopté une procédure d'exploitation standard pour la diffusion des alertes via l'Agence nationale de gestion des catastrophes. En outre, le Bénin dispose des cadres techniques et institutionnels nécessaires à la modélisation du climat.

Télécommunications et partenariats public-privé

Le Bénin compte 10,8 millions d'abonnés à la téléphonie cellulaire, soit un téléphone par habitant. Cela ne signifie pas que chaque personne au Bénin dispose d'un téléphone ; certaines personnes peuvent en posséder deux

VUE D'ENSEMBLE

PIB par habitant (2014) : 810 dollars US

Taux de pauvreté (2011) : 36,2 %

Difficultés persistantes : empiètement sur le littoral et élévation du niveau des mers, alimentation électrique insuffisante, recours à l'agriculture de subsistance, inondations cycliques, économie volatile due à une dépendance à l'égard de secteurs sensibles au climat qui sont insuffisamment adaptés.

PPP DANS LE DOMAINE DE L'HYDROMÉTÉOROLOGIE

Politiques favorables : oui, sous la forme d'un projet de loi permettant au SMHN de facturer des services et d'un projet de loi récemment approuvé concernant la météorologie (2015) visant à encourager les PPP à développer des services météorologiques.

Cadre juridique en vigueur : oui

Indice de viabilité C4 EcoSolutions : orange

DÉFIS POUR LES SMHN

- faible densité du réseau de stations d'observation ;
- transmission lente des données provenant des stations hydrométéorologiques manuelles ;
- mauvaise planification à long terme des budgets ;
- ressources humaines qualifiées insuffisantes ;
- collaboration limitée entre les différentes initiatives d'alerte précoce localisées ;
- incohérence du partage et de la diffusion des données intersectorielles ;

- adaptation limitée des informations météorologiques et climatiques aux besoins des utilisateurs.

GÉNÉRATION DE REVENUS

Budget météo national : 50 000 dollars US

Génération de revenus actuelle : il existe des réglementations permettant au service météorologique de vendre des données, toutefois les revenus générés par ces ventes ne couvrent pas les coûts de fourniture des informations.

Utilisation de données météorologiques privées : aucune.

UTILISATION DES DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

Le Bénin n'utilise pas de radars et son système est entièrement composé de SMA. L'installation de systèmes d'alerte précoce (SAP) à base de capteurs de foudre pourrait renforcer les nouveaux efforts déployés pour surveiller et suivre les alertes précoces et avoir des incidences économiques et sociales positives. Les agriculteurs disposent désormais de meilleures informations pour la plantation, et ils reçoivent des alertes leur permettant de déplacer leur bétail pour le mettre hors de danger. Le secteur privé a amélioré l'information destinée à la prise de décision, et le gouvernement dispose d'une nouvelle agence qui modélise les impacts du changement climatique. Les partenariats permanents entre le Service météorologique et le secteur agro-alimentaire sont en cours d'évaluation par un projet dénommé Programme d'Action Nationale d'Adaptation (NAPA).

ou trois. Le Bénin compte cinq entreprises actives de téléphonie mobile. Avec 45 pour cent de parts du marché, MTN est la plus importante d'entre elles. Les autres principales entreprises de télécommunications sont Bell Bénin Communications, Bénin Télécoms, Libercom, Globacom et Moov. Le projet vise à développer des relations avec les fournisseurs de télécommunications et a mis un accent particulier sur la présentation des données à destination du secteur privé. Les prévisions seront adaptées aux différents secteurs, tels que l'agriculture pluviale à petite échelle et la culture du coton à grande échelle, afin d'améliorer la production et de réduire la vulnérabilité à l'insécurité alimentaire.

Les industries susceptibles de bénéficier d'une information météorologique sur mesure sont les suivantes :

- **Agriculture.** L'agriculture, en particulier la production de coton, représente une grande partie de la production économique du Bénin. Des rapports de culture, des alertes d'inondation et de sécheresse, et des rapports sur mesure pour la production de coton pourraient être bénéfiques pour ce secteur. Les industries du karité et de l'ananas pourraient aussi en tirer profit.
- **Élevage.** Des alertes d'inondation et de sécheresse pourraient réduire les pertes.
- **Pêche.** Des alertes de vents violents et de mer agitée permettraient de protéger des vies humaines.
- **Banque et assurance.** Des rapports sur mesure pourraient être fournis pour l'assurance fondée sur les indices climatiques.
- **Transports.** Des informations pourraient guider la prise de décision concernant les fermetures de routes.

- **Tourisme.** Il s'agit d'un secteur en expansion qui pourrait bénéficier à la fois des prévisions saisonnières et des alertes sur mesure sur la haute mer et les vents violents.

Structure institutionnelle

Le Service météorologique du Bénin est le seul fournisseur d'informations météorologiques et climatologiques du pays. Les alertes climatiques sont également produites par le Service de l'eau, l'agence régionale de l'aviation (ASECNA) et l'Institut océanographique. L'Agence de gestion des catastrophes, conjointement avec un comité inter-fonctionnel, émet des bulletins d'alerte.

Conclusion

Afin d'accroître les revenus générés par les produits et les services, le Service météorologique du Bénin devrait procéder à des évaluations des besoins des utilisateurs. Avec les Stations Météorologiques Automatiques (SMA) acquises dans le cadre du projet CIRDA, un réseau relativement dense d'observation locale est désormais en place, mais les données recueillies ne sont pas encore utilisées pour générer les données de grande valeur nécessaires à la commercialisation des informations produites par le Service Météorologique. Bien que des difficultés dans les domaines des ressources humaines, des contrôles fiduciaires efficaces et du partage interservices puissent entraver les progrès, l'émission de récentes alertes précoces, la disponibilité de cadres juridiques et réglementaires favorables à la vente des données, ainsi que de



SMA OCÉANOGRAPHIQUE AU BÉNIN

récentes tentatives d'engagement du secteur privé sont autant d'indicateurs d'un progrès général.

BURKINA FASO

Le Burkina Faso se classe 183^e sur 188 pays selon l'Indice de développement humain du PNUD (2015). Le niveau de pauvreté persistante du pays est aggravé par la propagation de maladies transmises par les moustiques et par une exposition aux événements climatiques à fort impact tels que les inondations et les sécheresses récurrentes, entre autres facteurs.

Les inondations de septembre 2009, avec les précipitations les plus importantes jamais enregistrées, ainsi qu'en août 2015 et juillet 2016, ainsi que les troubles civils, ont eu des conséquences néfastes sur la capacité de la nation à établir des priorités et à assurer la maintenance des systèmes d'observation hydrométéorologiques.

Avec le projet de renforcement de l'Information Climatique et des Systèmes d'Alerte Précoce (SAP-IC) soutenu par le PNUD, le gouvernement du Burkina Faso vise à améliorer ses systèmes de surveillance, à développer des Partenariats Public-Privé (PPP) en vue d'accroître les revenus du Service Météorologique et Hydrologique National (SMHN), à développer des partenariats avec des entreprises de télécommunications, à développer davantage encore les activités liées à l'assurance basée sur un indice climatique, à créer des stratégies de mobilisation des fonds à partir

du budget national, à élaborer des stratégies de communication intégrées pour contribuer à l'émission d'alertes précoces, et à améliorer le partage des données climatiques globales avec les pays voisins.

Le pays ne dispose d'aucun cadre juridique en vigueur pour la monétisation des données météorologiques et climatiques et il a connu un succès très limité à ce jour en matière de présentation des informations pertinentes en vue de leur utilisation par le secteur privé.

Le service météorologique a acquis 150 stations météorologiques automatiques (10 synoptiques, 40 agro-climatiques, et 100 pluviométriques) ; ce qui porte la couverture nationale de 25 à 75 % pour les pluviomètres. Le Service d'hydrologie a acquis 16 stations hydrologiques, 3 profilers de courant à effet Doppler, 100 mires MIST, 1 serveur de données et 1 logiciel pour les Systèmes d'Alerte Précoce (SAP), la transmission et le traitement des données. Le RADAR (Radio Detection and Ranging) est en cours de réhabilitation à Ouagadougou afin de soutenir les prévisions immédiates du service météorologique. Le projet vise à établir un protocole d'exploitation standard pour l'émission d'alertes précoces.

Télécommunications et partenariats public-privé

L'industrie des télécommunications est concurrentielle au Burkina Faso, les trois principaux opérateurs se disputant les faveurs des quelques 12,5 millions d'abonnés nationaux.

Le projet SAP-IC au Burkina Faso cherche activement à établir des PPP avec Telmob Burkina, Airtel Burkina et Telecel Faso. Il cherche à créer un système d'alerte précoce par SMS en utilisant des données météorologiques similaires au service 3-2-1. Un projet pilote sur la collecte et la diffusion des informations relatives à la foudre est en cours de finalisation par la Direction Générale de la Météorologie (DGM).

Les industries susceptibles de bénéficier d'une information météorologique et climatique sur mesure sont les suivantes :

- **Coton :** représente 1/3 du PIB. Ce secteur constitue un pilier de l'industrie. L'humidité du sol, de l'air, le nombre de journées ensoleillées et les températures nocturnes affectent tous la qualité globale de la production de coton.
- **Exploitation minière :** bien que l'industrie minière soit relativement modeste, les mines pourraient bénéficier d'alertes précoces localisées,

VUE D'ENSEMBLE

PIB par habitant (2014) : 710 dollars US

Taux de pauvreté (2009) : 46,7 %

Difficultés persistantes : Forte exposition aux conditions météorologiques extrêmes, aux changements climatiques, aux inondations, aux sécheresses, aux maladies transmises par les moustiques et le virus Ebola, aux troubles civils.

PPP DANS LE DOMAINE DE L'HYDROMÉTÉOROLOGIE

Politiques favorables : non

Cadre juridique en vigueur : il n'existe aucune unité dédiée aux PPP au Burkina Faso. Cependant, le secteur privé peut approcher la chambre de commerce pour indiquer qu'il est intéressé par un partenariat.

En outre, si le secteur privé approche directement le SMHN et peut parvenir à un accord, ce processus n'est pas nécessaire. Le secteur privé et le SMHN peuvent élaborer un protocole d'accord.

Indice de viabilité C4 EcoSolutions : vert

DÉFIS POUR LES SMHN

- équipements de surveillance hydrométéorologique limités ;
- stations météorologiques automatiques limitées, en particulier les stations synoptiques et agrométéorologiques ;
- budget limité pour la maintenance des équipements ;
- diffusion en temps opportun des informations météorologiques dans la langue locale ;

- accessibilité des données du SMHN pour les utilisateurs potentiels.

GÉNÉRATION DE REVENUS

Budget météo national : N/A

Génération de revenus actuelle : la principale source de revenus pour les services météorologiques au Burkina Faso est le secteur de l'aviation. Ce revenu est utilisé pour assurer la maintenance du réseau de stations d'observation et payer le personnel de la DGM. Les produits et services qui génèrent des bénéfices pour la DGM sont les bases de données climatologiques et les cartes indiquant les précipitations moyennes.

Utilisation de données météorologiques privées : aucune.

UTILISATION DES DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

Le Burkina Faso dispose d'un réseau d'environ 150 stations d'observation météorologique. Depuis 1980, les données générées à partir de ces stations ont été numérisées. Ces données sont utilisées afin de produire des bulletins agrométéorologiques sur 10 jours contenant des informations sur l'humidité, l'évapotranspiration et le rayonnement solaire. Ces données, ainsi que les paramètres relatifs aux précipitations, aux températures et aux vents, sont présentés dans des graphiques et des tableaux. En outre, la DGM fournit des prévisions sur les précipitations et les températures au début et à la fin de la saison des pluies.

Les données produites par les stations météorologiques sont utilisées pour générer des prévisions et des alertes qui sont transmises périodiquement par le biais de la radio et de la télévision. Cependant, la faible densité des stations météorologiques suggère que la précision et la qualité des prévisions doivent être améliorées.

de prévisions relatives à la foudre et d'une surveillance visant à protéger les routes.

- **Infrastructures :** le Burkina Faso dispose d'un réseau routier relativement correct et d'un réseau ferré qui s'étend vers le sud jusqu'à l'océan atlantique. La protection de cette infrastructure de production opérationnelle à l'aide de systèmes de surveillance peut faire l'objet d'une proposition de valeur au sein du gouvernement.

Structure institutionnelle

Structure de l'Agence météorologique : la DGM du Burkina Faso est chargée de superviser toutes les questions météorologiques. La DGM est chargée de réglementer, de planifier et de mettre en œuvre la politique du Burkina Faso en matière d'activités météorologiques et climatiques. La Direction générale des ressources en eau (DGRE) a pour mandat de surveiller les ressources en eau. Elle est en charge de la mise en œuvre des politiques relatives aux ressources en eau au Burkina Faso. Le Secrétariat permanent du Conseil national de secours d'urgence et de réhabilitation (SP-CONASUR) a pour mandat d'assurer la diffusion de l'information dans le domaine des alertes précoces en collaboration avec la Direction générale de la protection civile (DGPC) et le Service d'information du gouvernement (SIG).

Conclusion

S'il est capable de résister aux troubles civils, ainsi qu'aux difficultés actuelles liées à la pauvreté endémique, le Burkina Faso est bien placé pour devenir une présence importante en Afrique de l'Ouest en termes de partenariats public-privé dans les secteurs météorologiques et climatiques. Le plus grand défi sera de créer une véritable proposition de valeur. La demande pour ces produits et services peut être renforcée en améliorant leur qualité ainsi que par une sensibilisation accrue des services météorologiques et une participation accrue du gouvernement.

Les prochaines étapes comprendront la finalisation de l'installation des stations météorologiques automatiques (SAP) et leur utilisation en vue d'améliorer les systèmes de prévision et d'alerte précoce, et la poursuite du dialogue entre les directions hydrométéorologiques et les opérateurs de télécommunication avec l'objectif d'établir un partenariat gagnant-gagnant.



CRÉDIT PHOTO : JOOST HOEDJES

ÉTHIOPIE

L'Éthiopie occupe la 173^e place sur 187 pays (2013) selon l'Indice de développement humain du PNUD. En apportant la sécheresse dans la région en 2015, El Niño a engendré l'un des problèmes de sécurité alimentaire les plus graves auxquels la nation ait été confrontée depuis les années 1980. Dans un pays sujet aux sécheresses, l'absence de systèmes de surveillance météorologique et climatologique efficaces empêche toute prise de décisions à long terme et fait peser une menace supplémentaire sur les petits agriculteurs de la nation.

Le pays dispose actuellement d'un financement multilatéral axé sur l'adaptation d'un montant de 26,4 millions de dollars US et bénéficie de plusieurs projets multilatéraux financés par le Fond de partenariat pour le carbone forestier, l'Alliance mondiale pour la lutte contre le changement climatique, le Fonds pour les Pays les Moins Avancés (FPMA), le Fonds pour la réalisation des OMD, le Programme de valorisation à grande échelle des énergies renouvelables dans les pays à faible revenu (SREP), et le Fonds spécial pour les changements climatiques. L'Éthiopie est aussi un pays pilote pour le projet de développement de la résilience au changement climatique (CCRD, Climate Change Resilient Development) soutenu par l'USAID.

Le projet de renforcement de l'Information Climatologique et des Systèmes d'Alerte Précoce (SAP-IC) mis en place en Éthiopie et soutenu par le PNUD a pour objectif global de renforcer la capacité des services hydrométéorologiques du pays à surveiller et à prévoir les événements météorologiques et les changements climatiques.

Le projet vise à renforcer la capacité des entités nationales et infranationales d'Éthiopie, à surveiller les changements climatiques, à générer des informations hydrométéorologiques fiables (notamment des prévisions), et à combiner ces informations avec d'autres données environnementales et socio-économiques en vue d'améliorer les prises de décisions fondées sur des données probantes concernant les systèmes d'alerte précoce et les mesures d'adaptation ainsi que la planification.

Le projet a permis de renforcer les capacités de l'Agence météorologique nationale (AMN) et de la Direction de l'hydrologie et de la qualité de l'eau du ministère de l'Eau, de l'Irrigation et de l'Électricité par : la commande, l'acquisition et l'installation, entre autres instruments de 40 stations météorologiques automatiques (SMA) et de 60 stations de jaugeage hydrologique automatiques,

afin de surveiller les événements météorologiques extrêmes et les changements climatiques. En outre, les informations hydrométéorologiques et environnementales pour les alertes précoces et l'adaptation à long terme ont été améliorées grâce à la mise en place d'équipements et d'autres instruments qui permettront d'accroître l'efficacité et l'efficacé des systèmes d'alerte précoce.

Ce projet a permis à l'AMN de mettre au point des produits sur mesure pour des secteurs spécifiques grâce à : (i) la création d'un environnement favorable permettant à l'AMN de produire et d'utiliser des prévisions météorologiques et climatiques ; (ii) l'identification de marchés pour les produits d'alerte précoce sur mesure ; (iii) le renforcement des capacités du pays à intégrer les données climatologiques et météorologiques dans sa Stratégie de Résilience Climatique d'Economie Verte et dans son Plan II de transformation et de développement ; (iv) la mise en place de canaux de distribution des alertes précoces auprès des communautés ; et (v) la formation de partenariats entre les secteurs public et privé afin de soutenir le financement des systèmes d'information climatologique et d'alerte précoce. Les efforts récemment déployés par l'AMN ont permis d'améliorer la

VUE D'ENSEMBLE

PIB par habitant (2015) : 691 dollars US

Taux de pauvreté (2010/2011) : 29,6 %

Difficultés persistantes : sécheresses et inondations ; insécurité alimentaire, hydrique, énergétique et économique.

PPP DANS LE DOMAINE DE L'HYDROMÉTÉOROLOGIE

Politiques favorables : actuellement, le SMHN facture certaines données, mais il doit restituer ce revenu au ministère des Finances et de la Coopération économique, qui contrôle la répartition des revenus. En vue de modifier ce fonctionnement, le SMHN a déposé une proposition de loi permettant de former des partenariats public-privé (PPP).

Cadre juridique en vigueur : non

Indice de viabilité C4 EcoSolutions :
orange

DÉFIS POUR LES SMHN

- absence de réseau de stations météorologiques représentatives dans le pays ;
- budget limité pour la gestion et l'administration d'un réseau de stations ;
- capacités et budget restreints pour le développement et le maintien du réseau de stations météorologiques actuel ;
- canaux inadéquats pour la communication des données météorologiques et climatologiques ;
- capacités techniques limitées du personnel de la NMA ;
- capacités limitées pour la mise en place de technologies modernes ;
- communications réseau défaillantes entre le bureau principal et les bureaux secondaires ;

- lacunes dans les données ;
- équipements défectueux et services de maintenance lents, avec un budget limité pour améliorer les instruments et fournir une formation au personnel ;
- numérisation limitée des données climatologiques historiques ;
- capacités insuffisantes pour la fourniture de prévisions météorologiques, de bulletins météorologiques pour l'aviation et pour le développement du service de météorologie.

GÉNÉRATION DE REVENUS

Budget météo national : N/A

Génération de revenus actuelle : N/A

Utilisation de données météorologiques privées : aucune.

UTILISATION DES DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

Actuellement, l'AMN dispose de plus de 1.000 stations météorologiques conventionnelles, de 70 stations météorologiques automatisées (SMA), d'une station d'observation de la haute atmosphère et de systèmes d'observation météorologique automatiques situés dans les différents aéroports d'Éthiopie. En outre, l'AMN reçoit toutes les 15 minutes des images du satellite Meteosat Second Generation (MSG) lancé par l'UE. Les produits générés par l'AMN sont diffusés par radiodiffusion, sur des supports imprimés et en ligne. En outre, les données issues des observations de l'AMN sont diffusées auprès des pays membres de l'OMM avec lesquels elle échange des informations.

Grâce à un projet mis en œuvre par le Programme alimentaire mondial en 2010, l'AMN a reçu 37 autres SMA. Ces SMA collectent des données sur les variables environnementales, notamment la température de l'air, les précipitations, l'humidité relative, le rayonnement solaire, la vitesse et la direction des vents. Ces données sont transmises à une station de base centrale toutes les 15 minutes, supprimant ainsi la nécessité d'effectuer des visites sur le terrain. Les prévisions sont livrées tous les jours, tous les trois jours, tous les 10 jours, mensuellement et chaque saison. En outre, les risques associés aux événements météorologiques dangereux et extrêmes sont prévus, permettant ainsi aux communautés agricoles de se préparer aux effets négatifs des événements climatiques et météorologiques dangereux.

sécurité alimentaire en fournissant aux agriculteurs des informations météorologiques utiles, en reliant les agriculteurs à l'assurance, et en produisant des bulletins de santé.

Télécommunications et partenariats public-privé

Ethio Telecom est l'entreprise d'État qui a le monopole de la gestion à la fois des télécommunications fixes et mobiles. On compte environ 30,5 millions d'utilisateurs de téléphones cellulaires dans le pays, mais la saturation globale est faible, avec environ 32 téléphones pour 100 habitants. Les entreprises privées qui installent des stations météorologiques sont légalement tenues de partager les données recueillies avec l'AMN. Cependant, cette loi est rarement appliquée, ce qui limite l'accès de l'AMN aux données météorologiques recueillies par le secteur privé. L'investissement du secteur privé dans l'AMN pourrait accroître la densité des réseaux d'observation météorologique.

Les industries susceptibles de bénéficier d'une information météorologique sur mesure sont :

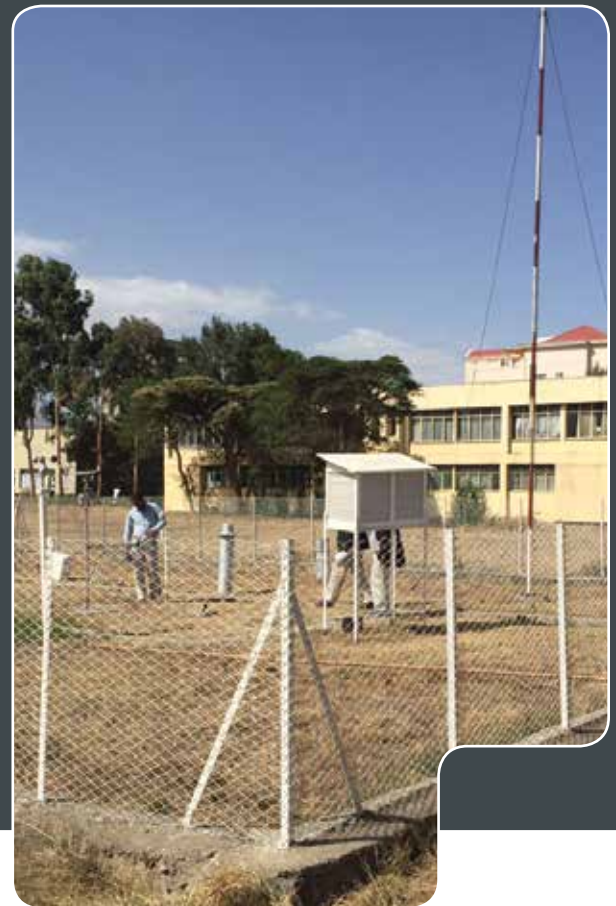
- **Énergie.** Alors que l'agriculture est toujours le principal moteur économique du pays, le gouvernement éthiopien tente une diversification vers la fabrication, le textile et la production d'énergie. Les

entreprises du secteur de l'énergie pourraient donc tirer profit de la modélisation du climat à long terme pour équilibrer les coûts et les avantages.

- **Agriculture.** Bien que la monétisation de l'information agricole représente un défi dans un pays de petits agriculteurs, la possibilité de tirer parti d'une meilleure information sur le climat pour les besoins de l'assurance basée sur un indice climatique et d'utiliser des rapports personnalisés pour les entreprises exportatrices en pleine croissance, telle que l'industrie du café, peut offrir certaines opportunités à cet égard.

Structure institutionnelle

La mission de l'Agence Météorologique Nationale (AMN) est de recueillir, d'analyser et d'étudier les données climatologiques en vue de fournir des prévisions météorologiques et des alertes précoces concernant les effets négatifs des conditions météorologiques et climatiques en Éthiopie. Pour réaliser sa mission, l'AMN a développé les objectifs stratégiques suivants : (i) répondre aux besoins nationaux et aux obligations internationales relatives à la météorologie ; et (ii) établir et exploiter un réseau national de stations météorologiques. En outre, l'AMN est chargée de la préparation et de la diffusion de bulletins agrométéorologiques consultatifs en



UN EXEMPLE DE STATION D'OBSERVATION SYNOPTIQUE BIEN ORGANISÉE ET BIEN ENTRETENUE, FAISANT APPEL À DES INSTRUMENTS DE MESURE TRADITIONNELS ET À DES OBSERVATEURS HUMAINS POUR ENREGISTRER LES DONNÉES.

appui aux planificateurs, aux décideurs et aux agriculteurs. L'AMN fournit également des bulletins climatiques mensuels, saisonniers et annuels ainsi que des bulletins hydrométéorologiques annuels. Le gouvernement éthiopien a toujours soutenu le Service Météorologique et Hydrologique National (SMHN) et le SMHN ne rencontre de ce fait aucun problème de financement. Il n'y a donc aucune urgence pour le SMHN de coopérer avec le secteur privé afin d'accroître ses revenus.

Conclusion

Il existe une possibilité de générer des revenus grâce à la vente de produits météorologiques et climatologiques aux entreprises du secteur privé. Les revenus générés par l'AMN augmenteront avec une meilleure sensibilisation du secteur privé aux avantages liés aux informations météorologiques et climatologiques. Par exemple, le secteur de l'assurance a besoin de données météorologiques pour évaluer les demandes d'indemnisation déposées par les petits agriculteurs. Toutefois, les frais de recouvrement actuels ne couvrent pas le coût du service.

GAMBIE

Ce petit pays (qui occupait le 175^e rang de l'Indice de développement humain du PNUD en 2015) fait face à des difficultés en termes de facteurs économiques et de changement climatique. Compte tenu de sa situation géographique, l'érosion du littoral et la salinisation peuvent être aggravés par des pluies plus abondantes, des tempêtes côtières plus intenses et des sécheresses. Le pays est fortement tributaire des envois de fonds et de l'aide internationale, avec un nombre limité d'industries développées. Le secteur agricole emploie les trois quarts de la population et représente près d'un cinquième du PIB. L'agriculture possède un potentiel inexploité dans la mesure où seulement la moitié des terres arables du pays sont actuellement cultivées, mais elle est menacée par l'absence d'informations météorologiques et climatologiques correctes et par l'évolution des conditions météorologiques. Le tourisme constitue un autre moteur économique présentant un potentiel de croissance.

Des partenariats public-privé existent déjà entre les services hydrométéorologiques nationaux (SMHN) et des annonceurs, et une proposition de loi ouvrirait la voie à davantage de partenariats avec le secteur privé, notamment dans les secteurs de la pêche, de la marine,

de la construction et de l'aviation. La Chambre de commerce et d'industrie de Gambie est le chef de file en matière d'implication du secteur privé sur les questions de changement climatique, et un forum sur le changement climatique a été créé afin de réunir les partenaires nationaux. Une analyse de marché planifiée, une politique de recouvrement des coûts et un plan d'affaires global sont quelques unes des actions proposées dans le cadre du projet visant à renforcer la durabilité et à générer des revenus.

L'objectif du projet de renforcement de l'information climatique et des systèmes d'alerte précoce (SAP-IC) soutenu par le PNUD est de renforcer les systèmes d'alerte précoce et les capacités de la Gambie en matière de surveillance du climat et d'adaptation. Pour atteindre cet objectif, le projet encouragera les mesures suivantes : (i) soutien à la transition du SMHN vers la viabilité financière ; (ii) installation, mise à niveau et maintenance de l'infrastructure hydrométéorologique de la Gambie pour répondre aux besoins d'un système d'alerte précoce présentant des performances optimales ; (iii) formation du personnel pour exploiter les systèmes d'alerte précoce, ainsi que pour planifier l'adaptation au climat à moyen et à long terme ; et (iv) communication efficace des informations climatiques

aux communautés locales et autres parties prenantes. Outre le renforcement de la capacité de la Gambie à surveiller et prévoir les conditions climatiques extrêmes et les changements climatiques à long terme, ce projet permettra d'accroître les capacités techniques du personnel du SMHN. La capacité des institutions de prévision à surveiller et à s'acquitter de leurs mandats sera également renforcée.

Le projet SAP-IC a jusqu'à présent acheté neuf stations météorologiques automatiques (SMA) dont l'installation est prévue dans un avenir proche. Le processus d'achat pour l'acquisition de deux systèmes PILOTSONDE est en cours. Un système d'alerte précoce est également en cours d'acquisition.

Télécommunications et partenariats public-privé

Quatre opérateurs de téléphonie mobile sont présents en Gambie, dont Gambia Telecommunications (partiellement privatisé en 2007), Africell, Comium et Qcell. Avec 2,3 millions d'utilisateurs de téléphones mobiles (soit 119 abonnements pour 100 habitants), la saturation mobile est élevée. Une loi est en cours d'examen qui permettra au SMHN d'établir un partenariat avec les

VUE D'ENSEMBLE

PIB par habitant (2014) : 440 dollars US

Taux de pauvreté (2010) : 48,4 %

Difficultés persistantes : érosion du littoral et salinisation, sécheresses, inondations, tempêtes, ressources naturelles limitées, dépendance à l'égard des envois de fonds, contrôles fiduciaires.

PPP DANS LE DOMAINE DE L'HYDROMÉTÉOROLOGIE

Politiques favorables : une loi est en cours d'examen qui permettra au SMHN d'établir un partenariat avec les secteurs halieutique et maritime, ainsi qu'avec les entreprises de téléphonie cellulaire. Ce partenariat aidera le SMHN à améliorer la qualité de ses produits et services.

Cadre juridique en vigueur : non

Indice de viabilité C4 EcoSolutions : orange

DÉFIS POUR LES SMHN

- capacité limitée à développer des services et des produits spécifiques à chaque secteur ;
- capacité limitée du SMHN à communiquer les produits aux utilisateurs finaux, en particulier dans les communautés rurales ;
- infrastructures de surveillance du climat obsolètes et insuffisantes, limitant ainsi la collecte des données ainsi que leur analyse et la fourniture de services météorologiques ;
- manque de personnel qualifié, ce qui réduit la capacité du SMHN à prévoir des événements climatiques futurs ;

- les informations climatiques ne sont pas organisées, traduites ou diffusées en fonction des demandes des utilisateurs ;
- utilisation limitée des informations sur le climat et des alertes au niveau communautaire.

GÉNÉRATION DE REVENUS

Budget météo national : N/A

Génération de revenus actuelle : es annonceurs paient la diffusion en faisant la publicité de leur produit avant et après les prévisions météo.

Utilisation de données météorologiques privées : aucune.

secteurs halieutiques et maritimes, ainsi qu'avec les entreprises de téléphonie cellulaire. Ce partenariat aidera le SMHN à améliorer la qualité de ses produits et services.

Les acteurs et les parties prenantes qui nécessitent des données météorologiques et climatiques en Gambie sont les suivants :

- Les **entreprises de génie civil** sous contrat, pour construire des routes et des ponts, ont besoin d'informations sur la distribution des précipitations, les températures et les vents.
- Le **Conseil de gestion du tourisme** a besoin d'informations sur les fluctuations des températures, les précipitations et l'arrivée des tempêtes.
- L'**Autorité de l'aviation civile (GCAA)**, pour les services aéronautiques, a besoin d'informations pour les principaux utilisateurs de données météorologiques et climatiques afin d'assurer la sécurité de la navigation aérienne.
- L'**Autorité portuaire de Gambie (GPA)**, pour la navigation maritime, a besoin d'informations sur l'arrivée des tempêtes, les marées hautes et basses, l'amplitude des vagues (mer agitée) et la vitesse des vents.
- Les **entreprises du bâtiment** ont besoin d'informations sur la distribution des précipitations, la direction et la vitesse des vents, et le régime des températures.
- La **Compagnie nationale des eaux et d'électricité de Gambie (NAWEC)** a besoin d'informations sur la quantité et la distribution des précipitations pour chaque région pour les forages de puits et pour mesurer les nappes phréatiques en vue de leur exploitation.
- La **Fédération de football de Gambie (GFF)** a besoin d'informations sur l'arrivée des tempêtes.
- Les **associations populaires de pêcheurs** ont besoin d'informations sur les tempêtes de vent afin d'éviter toutes pertes de vies et de biens.
- Les **associations d'agriculteurs et d'éleveurs** ont besoin d'informations sur la date de début des pluies, les quantités de pluie et la date de fin des pluies.
- Les **éleveurs de volailles** ont besoin d'informations sur les variations de température, pour la production, et sur les quantités de précipitations, pour l'eau potable.
- Les **compagnies d'assurance** ont besoin d'informations sur les variables météorologiques pour déterminer le montant des remboursements.
- Les **banques commerciales** ont besoin d'informations sur les prévisions saisonnières afin de déterminer les accords de prêt avec les agriculteurs.

Structure institutionnelle

Bien que le Service météorologique national de Gambie (SMNG) soit financé par le gouvernement, le SMNG soutient actuellement une loi qui en fera une organisation semi-autonome. Cela permettra au SMNG de coopérer avec le secteur privé et d'accroître les revenus du SMHN, étant donné qu'actuellement les services fournis au secteur privé sont supervisés par le gouvernement central et que le SMNG ne reçoit qu'une petite partie des revenus.

Conclusion

Bien que le SAP-IC n'ait pas encore vraiment pris son envol, compte tenu des mesures nécessaires à la création de PPP, de l'absence de cadre réglementaire favorable et de volonté politique de générer des revenus grâce à des partenariats public-privé, la Gambie dispose de nombreuses éléments déjà en place pour commencer à établir une stratégie efficace de PPP. La capacité limitée du SMNG à communiquer efficacement avec les communautés locales peut conduire à une utilisation inadéquate des produits du projet et réduire sa viabilité. Toutefois, des partenariats ont été développés avec



FLEUVE GAMBIE, PARC NATIONAL DU NIKOLO KOBA.
CRÉDIT PHOTO : ANTPUN

les fournisseurs actuels de réseau tels que Q Cell, ainsi qu'avec les stations-service Elton, pour faciliter la collecte de données d'alerte précoce ainsi que leur diffusion auprès des utilisateurs. En outre, des dispositions ont été prises avec des radios communautaires et des groupes d'écoute radiophonique dans certaines régions du pays sur la manière la plus efficace de diffuser des informations climatiques auprès des communautés locales et d'autres parties prenantes. Néanmoins, il est nécessaire d'étendre ces services à d'autres parties du pays pour atteindre une couverture nationale.

LIBÉRIA

Le Libéria a résisté à de nombreuses difficultés au fil des années. Il se classe 177^e sur 188 pays selon l'Indice de développement humain du PNUD (2015). Une succession de troubles civils a détruit une grande partie de son infrastructure et la crise du virus Ebola a épuisé ses ressources jusqu'à l'extrême limite, les fonds et les ressources ayant été réaffectés vers des problèmes plus urgents.

Septembre 2015, a marqué la fin d'Ebola dans le pays, à l'exception de quelques flambées soudaines l'année suivante ; le pays travaille à la reconstruction de son infrastructure météorologique détériorée pendant les années de conflit. De nombreux Libériens vivent sur la côte, et l'élévation du niveau de la mer pourrait accroître la vulnérabilité socio-économique et physique du pays. La migration depuis les côtes pourrait exercer des pressions sur les terres arables. L'élévation du niveau de la mer pourrait entraîner également une inondation directe des basfonds, une érosion des plages, une salinisation des terres avec des incidences sur les nappes phréatiques côtières, et une perturbation des activités socio-économiques. Le pays dispose de richesses naturelles, composés essentiellement de fer, d'or, les diamants et de bois. Environ 60

pour cent de la population travaille dans le secteur de l'agriculture (2014), ce qui signifie que les risques liés à des conditions météorologiques plus rigoureuses ou à la concurrence pour les ressources exercées par l'augmentation du flux migratoire en provenance des zones côtières pourraient affecter leurs moyens de subsistance.

Le projet de renforcement de l'information climatique et des systèmes d'alerte précoce (SAP-IC) vise à promouvoir un suivi du climat et des systèmes d'alerte précoce efficaces. Les objectifs du projet sont les suivants : (i) développer un système d'alerte précoce rationalisé, personnalisé et consolidé, et renseigné par des informations climatiques précises ; (ii) accroître la distribution géographique des stations de suivi météorologique ; et (iii) établir des canaux de communication permettant de diffuser les informations sur le climat et les alertes précoces.

Dans le cadre du projet, un réseau national composé de 11 stations météorologiques automatiques (SMA) et de 11 systèmes de détection de la foudre a été acquis et dont l'installation est prévue pour août 2016. L'implantation de ces SAP et de ces détecteurs de foudre sur les tours de téléphonie cellulaire contribuera à assurer la fiabilité

et le fonctionnement ininterrompu du réseau d'observation et, à terme, sa durabilité. Dès que les équipements seront installés, les prévisions basées sur le cloud et les systèmes d'alerte précoce (SAP) fourniront au service de météorologie des prévisions précises, et les SAP l'informeront des risques météorologiques. Grâce aux SAP développés par ce projet, les petits exploitants agricoles, les propriétaires d'entreprises et les communautés vulnérables seront en mesure de se préparer aux effets néfastes des événements climatiques et météorologiques dangereux.

Les Services météorologiques et hydrologiques nationaux (SMHN) du Libéria ont été limités dans leurs possibilités de commercialisation de produits d'information météorologiques et climatiques sur mesure. Le projet de création d'une Agence météorologique nationale ouvrira la voie à une approche davantage axée sur le marché. Les premières discussions engagées avec des entités privées en vue d'évaluer les besoins et d'établir les mandats potentiels de l'Agence météorologique nationale ainsi proposée indiquent qu'il existe un besoin pour de tels produits d'information dans le secteur privé.

VUE D'ENSEMBLE

PIB par habitant (2014) : 370 dollars US

Taux de pauvreté (2007) : 63,8 %

Difficultés persistantes : un passé marqué par les troubles civils et le virus Ebola, une dépendance vis-à-vis de l'aide extérieure, des précipitations imprévisibles, une érosion du littoral.

PPP DANS LE DOMAINE DE L'HYDROMÉTÉOROLOGIE

Politiques favorables : un projet de loi portant création d'une Agence météorologique nationale (AMN) a été validé par les parties prenantes et est en cours d'examen en vue de sa promulgation.

Cadre juridique en vigueur : non

Indice de viabilité C4 EcoSolutions : rouge

DÉFIS POUR LES SMHN

- accès limité aux modèles et technologies climatiques ;
- faible coordination institutionnelle ;
- absence de bases de données environnementales pour l'évaluation des risques liés à la variabilité des conditions météorologiques et aux changements climatiques ;
- absence d'institution/entité nationale désignée pour le suivi et l'observation systématiques de l'atmosphère et pour la fourniture de services hydrométéorologiques ;
- absence d'installations de traitement des données et de prévision ;

- absence de services météorologiques publics ;
- absence de formation et de sensibilisation aux conditions météorologiques et au climat ;
- absence d'installations informatiques (TIC) pour le traitement des données ;
- absence d'installations de communication ou de liens.

GÉNÉRATION DE REVENUS

Budget météo national : 277 000 dollars US

Génération de revenus actuelle : aucune

Utilisation de données météorologiques privées : aucune.

UTILISATION DES DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

Lorsque les nouvelles stations météorologiques automatiques et le système de détection de la foudre, associés aux prévisions basées sur le cloud et aux services d'alerte précoce, deviendront opérationnels, le SMHN du Libéria aura, pour la première fois depuis le début du conflit à la fin des années 1980, la capacité de fournir des prévisions météorologiques précises et des alertes précoces concernant les risques météorologiques. Cela aidera les collectivités vulnérables et les entreprises à s'adapter aux événements météorologiques dangereux et réduira les effets négatifs de ces derniers. Grâce à la fourniture de produits d'information précis et en temps opportun au public et au secteur privé, les SMHN du Libéria ont réaffirmé leur utilité.



Télécommunications et partenariats public-privé

Le Libéria compte 3,2 millions d'abonnés à la téléphonie cellulaire, soit 79 abonnements pour 100 habitants. Il existe quatre compagnies de téléphonie cellulaire, notamment Lonestar Cell, Cellcom, Libercell et Comium. L'implantation des SAP sur des antennes-relais de téléphonie mobile est une option qui offrirait sécurité, puissance et communications.

L'industrie minière est également l'une des principales activités économiques du Libéria. Cela présente un certain nombre d'opportunités intéressantes pour les partenariats public-privé. Pour les compagnies minières, les prises de décision au jour le jour concernant l'exploitation dépendent fortement des conditions météorologiques et du niveau des rivières. Cela représente une opportunité de commercialisation importante pour les produits d'information météorologique et hydrologique, et des discussions ont d'ailleurs été engagées à ce propos avec le géant du secteur minier Arcelor Mittal.

Structure institutionnelle

Le Service météorologique national du Libéria a été créé en 1952 ; à sa création, celui-ci relevait dans le cadre du ministère des travaux publics, avant d'être ensuite transféré au ministère des transports. La longue guerre civile du Libéria (1989-1997 ; 1999-2003) a eu pour conséquences la limitation des capacités institutionnelles et techniques pour mener des recherches sur les conditions météorologiques et le climat.

Le projet de loi portant création d'une Agence météorologique nationale (AMN) a été validé par les parties prenantes et est en cours d'examen en vue de sa promulgation. Grâce à cette loi, l'AMN sera chargée de surveiller et d'observer l'atmosphère, ainsi que de fournir des informations météorologiques et climatologiques et des services.

Le Service hydrologique du Libéria (SHL) quant à lui relève du ministère des terres, des mines et de l'énergie. Le SHL offre des services hydrologiques opérationnels, collecte et gère les données hydrologiques, et analyse la qualité de l'eau. Le suivi de la qualité de l'eau est particulièrement important car la plupart des grands fleuves affluent au Libéria depuis les pays limitrophes (Côte d'Ivoire et Guinée), et les activités d'exploitation minière menées à grande échelle dans ces pays présentent un risque pour la qualité des eaux au Libéria.

Conclusion

Le fait de disposer d'un système de suivi opérationnel et d'une capacité effective à analyser, organiser et traiter les informations météorologiques et climatiques constituent des étapes initiales importantes pour le Libéria. Afin de fournir efficacement des services météorologiques aux utilisateurs commerciaux, de nouvelles lois autorisant la vente d'informations devraient être mises en place. Étant donné que le pays part pratiquement de zéro, le réseau d'observation locale rentable et innovant, associé à des prévisions basées sur le cloud et à des services d'alerte précoce, fournit un tremplin important au SMHN du Libéria pour fournir un service précieux et consolider la pertinence retrouvée des services hydrométéorologiques pour la communauté.



STATION SYNOPTIQUE TRADITIONNELLE AU LIBÉRIA. CRÉDIT PHOTO : JOOST HOEDJES

MALAWI

Le Malawi est un pays densément peuplé présentant un niveau élevé de vulnérabilité aux changements climatiques. Il est classé 173^e selon l'Indice de développement humain du PNUD (2015). En début 2015, des inondations massives ont déplacé un quart de million de personnes, augmentant le risque de maladie et de malnutrition.

L'économie du Malawi est dépendante de la production agricole pluviale qui est dominée par l'agriculture familiale. L'agriculture contribue à hauteur d'environ 30 pour cent du produit intérieur brut du Malawi et assure la subsistance de plus de 77 pour cent de la population. Le changement climatique a engendré des précipitations irrégulières, une pénurie d'eau accrue, une hausse des températures, et des événements météorologiques extrêmes tels que des vagues de chaleur, des inondations et des sécheresses qui causent des centaines de victimes chaque année. Des diminutions dans la production agricole et une dégradation de l'environnement en raison du changement climatique menacent l'économie et le bien-être de la population. Le changement climatique contribue également à la faiblesse des stocks de poissons, à l'instabilité de la production hydroélectrique, ainsi qu'à une déforestation rapide.

Le Malawi a bénéficié d'un soutien important de la part des bailleurs de fonds dans le domaine des services

d'information climatique. En novembre 2015, le Fonds vert pour le climat a ainsi approuvé un programme de 12,3 millions USD pour « l'intensification de l'utilisation de systèmes modernisés d'information climatique et d'alerte précoce au Malawi ». Le projet *Climate Services for Action Africa* est également actif au Malawi et fait partie du Cadre mondial pour les services climatologiques (CMSC).

Le projet de renforcement de l'information climatique et des systèmes d'alerte précoce (SAP-IC) soutenu par le PNUD vise à renforcer les capacités du Malawi en matière de suivi des conditions météorologiques, climatiques et hydrologiques, à renforcer ses systèmes d'alerte précoce et sa capacité à fournir des informations disponibles en vue de faciliter la planification de l'adaptation et les réponses rapides à mettre en œuvre face aux conditions météorologiques extrêmes. Pour atteindre cet objectif, le projet a aidé à acquérir et à mettre en service 10 stations météorologiques automatiques (SMA) synoptiques et le modèle de prévision COSMO avec une infrastructure de traitement, et a renforcé les capacités du personnel météorologique en matière de techniques de prévision. En outre, les résultats du projet comprennent (i) l'amélioration de la capacité du ministère du changement climatique et des services météorologiques et du ministère des ressources en eau

à surveiller et prévoir les conditions météorologiques extrêmes, l'hydrologie, et les changements climatiques ; et (ii) l'utilisation efficace et efficace des informations hydrométéorologiques et des informations liées à l'environnement afin d'assurer des alertes précoces et de concevoir des plans de développement à long terme. Grâce à ces résultats, le projet devrait permettre de réduire l'insécurité alimentaire et la vulnérabilité climatique au Malawi.

La création d'une nouvelle unité dédiée aux partenariats public-privé indique qu'il existe de bonnes perspectives dans le domaine de l'information climatique. Notamment, la mise en place d'un réseau de stations météorologiques automatisées facilitera la diffusion d'alertes précoces efficaces, permettant ainsi aux petits exploitants agricoles, aux propriétaires d'entreprises et aux communautés vulnérables de se préparer aux événements climatiques dangereux. Les données provenant de ces stations et les produits d'information sont actuellement diffusés via le service mobile 3-2-1 du réseau *Human Network International* (HNI). On compte actuellement 1,5 millions d'accès par mois à ces informations, ce qui représente près de 60 pour cent du volume total d'appels à ce service. Le service est en train d'être étendu à des produits agricoles spécifiques ciblant le secteur de l'agriculture à petite échelle.

VUE D'ENSEMBLE

PIB par habitant (2014) : 250 dollars US

Taux de pauvreté (2010) : 50,7 %

Difficultés persistantes : croissance démographique, pression sur les terres agricoles, contrôles fiduciaires, VIH/SIDA, insécurité alimentaire, pénurie d'eau, dégradation de l'environnement.

PPP DANS LE DOMAINE DE L'HYDROMÉTÉOROLOGIE

Politiques favorables : oui, mais aucune loi relative à la météorologie.

Cadre juridique en vigueur : oui, une unité dénommée « Commission sur les partenariats public-privé ».

Indice de viabilité C4 EcoSolutions : orange

DÉFIS POUR LES SMHN

- absence de loi relative à la météorologie ;
- budget limité, ce qui entraîne un manque d'équipements modernes pour l'amélioration de l'information, des produits et des services ;
- pénurie de personnel qualifié ;
- capacités inadéquates en matière de technologique et de commercialisation pour adapter les produits et les services aux secteurs public et privé ;
- absence de recherche et d'activités d'observation systématique ;

- systèmes inadéquats de prévision, de post-traitement et de production de services ;

- installation d'étalonnage des instruments limitée et installation de gestion des bases de données climatologiques limitée.

GÉNÉRATION DE REVENUS

Budget météo national : N/A

Génération de revenus actuelle : aucune

Utilisation de données météorologiques privées : oui.

UTILISATION DES DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

Le Malawi est un membre de l'OMM et suit donc les normes de l'OMM en matière d'observation météorologique. Actuellement, le Malawi dispose de 22 stations météorologiques, de 21 stations agrométéorologiques secondaires et de plus de 400 stations pluviométriques. Dans les stations météorologiques, les observations météorologiques sont effectuées sept fois par jour en semaine, et deux fois par jour le week-end par des assistants météorologiques parfaitement formés. Ces données météorologiques sont diffusées par l'intermédiaire de la radio, de la télévision, de sites Internet, de courriels et de SMS. Les services météorologiques et les entreprises météorologiques privées se livrent actuellement une concurrence car une grande proportion de la population utilise des sources en ligne pour obtenir des informations sur les conditions météorologiques et climatiques. Il est possible que la collaboration avec le secteur privé améliore les produits et services proposés par le SMNM. Par exemple, le secteur privé peut contribuer à renforcer la valeur ajoutée des services météorologiques et à améliorer les canaux de communication destinés aux informations climatologiques. En outre, étant donné que certaines organisations du secteur privé possèdent et exploitent leurs propres stations météorologiques, il est possible de partager des données. En effet, de nombreuses organisations du secteur privé sont ouvertes à une collaboration avec le gouvernement dans la mesure où elles fournissent déjà des services au gouvernement.



UN VILLAGE ISOLÉ SOUS LES EAUX LORS DES INONDATIONS DE 2015 AU MALAWI.
CRÉDIT PHOTO : UNDP

Télécommunications et partenariats public-privé

Le Malawi compte 5,1 millions d'abonnés à la téléphonie mobile. Cela signifie qu'il y a 30 abonnements pour 100 habitants, ce qui représente un taux relativement faible en Afrique. Le réseau cellulaire mobile est en grande partie déployé autour des zones urbaines, bien que les sociétés Bharti Airtel (anciennement Zain) et Telekom Networks Malawi (TNM) cherchent à moderniser leurs réseaux.

Le Malawi a créé un environnement favorable aux partenariats public-privé (PPP) via des politiques et une loi du parlement qui ont facilité la création d'une unité dédiée aux PPP au Malawi, dénommée « Commission de partenariat public-privé ».

Les secteurs susceptibles de bénéficier d'une information météorologique sur mesure sont les suivants :

- **Agriculture.** La grande industrie du tabac pourrait tirer profit de rapports spécifiques. Des informations sur la protection des cultures, l'assurance et la gestion devraient également être fournies.
- **Infrastructures.** Des données présentées de manière spécifique pourraient être utiles aux projets hydroélectriques et de gestion de l'eau, ainsi qu'à la maintenance des

bâtiments, des routes et des voies ferrées, et au secteur du bâtiment.

- **Santé.** Des rapports spécialisés pour prévoir l'apparition de maladies, et une aide sous forme d'alerte aux inondations et aux cyclones tropicaux contribueraient à la protection des vies et des biens de production.

Structure institutionnelle

Les services météorologiques nationaux du Malawi (SMNM) sont administrés par le département du changement climatique et des services météorologiques (DCCMS) qui relève du ministère des ressources naturelles, de l'énergie et des mines. Le SMNM est chargé de la surveillance, de la prévision et de la fourniture d'informations concernant les conditions météorologiques, le climat et les changements climatiques afin de promouvoir le développement socio-économique au sein du pays. Les services météorologiques fournis par le SMNM sont mis à la disposition de tous les secteurs socio-économiques au niveau local, national et régional. La mission du SMNM est de fournir des services météorologiques et climatologiques en vue de remplir ses obligations nationales, régionales et internationales via la diffusion en temps opportun de données et d'informations météorologiques précises.

Conclusion

Afin d'accroître la demande du secteur privé, le SMNM améliore la connaissance de ses produits et services ainsi que la qualité et la résolution de l'information produite. Avec l'amélioration de la précision et de la fiabilité des services météorologiques et climatologiques, des revenus supplémentaires pourraient être générés pour le SMNM grâce à la fourniture de produits et de services. L'utilisation constante des données météorologiques fournies par le biais des services mobiles démontre la nécessité de disposer d'informations spécifiques à chaque secteur et de qualité, notamment dans les secteurs à faible revenu. Le SMNM élargit actuellement sa gamme de produits pour y inclure (i) des données climatologiques ; (ii) des résumés climatologiques ; (iii) des produits agrométéorologiques ; (iv) des bulletins météorologiques pour les demandes d'indemnisation ; (v) l'étalonnage des équipements pour d'autres institutions ; (vi) la location de matériels ; et (vii) la formation des observateurs météorologiques d'autres institutions.

SAO TOMÉ- ET-PRINCIPE

Petite nation insulaire, Sao Tomé-et-Principe est menacée par l'élévation du niveau des mers et par des tempêtes côtières régulières. Les précipitations irrégulières pourraient réduire la production agricole, et affecter particulièrement l'industrie du cacao. Le pays se classe 143^e selon l'Indice de développement humain du PNUD (2015).

Les plans nationaux d'adaptation illustrent la volonté du gouvernement d'adopter une approche plus proactive qui passe de la simple réponse aux catastrophes à la prévention et à la gestion des risques. Cependant, le manque d'infrastructures hydrométéorologiques, conjugué à l'absence de système d'alerte précoce, limite la capacité du pays à émettre et à diffuser des prévisions météorologiques et climatologiques correctes. Actuellement, les stations d'observation hydrométéorologiques couvrent 20 pour cent du pays, et l'objectif est d'élargir cette couverture à 60 pour cent ; les plans d'achat et de remise en état pourraient créer un réseau de 28 stations hydrométéorologiques automatiques (SMA), dont 14 stations automatiques

d'enregistrement du niveau des eaux, 12 stations agrométéorologiques et deux stations synoptiques.

Le projet de renforcement de l'information climatique et des systèmes d'alerte précoce (SAP-IC) soutenu par le PNUD comporte des activités de sécurisation, de transfert et d'installation de technologies critiques, ainsi que de développement des systèmes nécessaires afin de permettre une meilleure utilisation de l'information climatique dans les processus de prise de décision. En outre, l'amélioration des systèmes d'alerte précoce (SAP) offre également des avantages pour la planification à long terme et aide l'Institut national de météorologie (INM), la Direction générale des ressources naturelles et de l'énergie (DGRNE) et d'autres institutions à renforcer leurs capacités au service d'autres besoins, par exemple, pour l'aménagement du territoire et la planification agricole, l'énergie hydroélectrique, etc. Grâce à un programme de communication considérable, la création et la formation de comités locaux de prévention des catastrophes et des risques au niveau local contribuent,

en coopération avec d'autres projets, à éloigner de la mer les communautés exposées et à former des journalistes sur les questions de gestion des risques de catastrophes liées à la fois aux secteurs public et privé. Le projet ambitionne de mettre en place des partenariats public-privé et de développer des possibilités de transfert de connaissances Sud-Sud.

Le pays n'est pas encore au stade de la production d'informations pertinentes à même d'être utilisée par le secteur privé.

Grâce au projet SAP-IC, le pays a amélioré la couverture de son réseau, et le personnel impliqué dans la réduction des risques de catastrophe ainsi que les membres des communautés locales ont été équipés et formés à la communication dans le cadre du plan d'alerte précoce. En outre, le personnel de l'INM a été formé à l'installation et à la maintenance des équipements hydrométéorologiques, et le poste de travail SADIS a été acquis et installé afin d'améliorer les prévisions météorologiques au profit de l'aviation.

VUE D'ENSEMBLE

PIB par habitant (2014) : 1 670 dollars US

Taux de pauvreté (2009) : 61,7 %

Difficultés persistantes : érosion du littoral, inondations, agriculture à faible productivité, irrégularité des précipitations, glissements de terrain, lignes de grains, déforestation, régime foncier et instabilité politique.

PPP DANS LE DOMAINE DE L'HYDROMÉTÉOROLOGIE

Politiques favorables : non

Cadre juridique en vigueur : non

Indice de viabilité C4 EcoSolutions : rouge

DÉFIS POUR LES SMHN

- faiblesse du réseau de suivi des conditions météorologiques, climatiques et hydrologiques ;
- limitation des infrastructures, compétences et capacités à produire efficacement des prévisions précises ;
- faible capacité à émettre, diffuser et répondre aux alertes potentielles ;
- absence de base de données environnementales et absence de cadre national pour le partage de données.

GÉNÉRATION DE REVENUS

Budget météo national : 500 000 dollars US

Génération de revenus actuelle : par le secteur de l'aviation

Utilisation de données météorologiques privées : aucune.

UTILISATION DES DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

L'Institut national de météorologie est responsable de la gestion et de la coordination des activités de météorologie et de géophysique. Il fournit également des informations météorologiques techniques nécessaires à la navigation aérienne et maritime, à l'agriculture et à la pêche.

La Direction générale des ressources naturelles et de l'énergie est responsable de la gestion des ressources en eau et de toutes les activités scientifiques et économiques liées aux conditions météorologiques au sein du pays.

Télécommunications et partenariats public-privé

On dénombre environ 128.000 abonnés au téléphone mobile dans cette nation insulaire, soit environ 67 abonnements pour 100 habitants. CST conserve une grande partie de la part de marché de la téléphonie mobile, tandis que l'opérateur angolais Unitel a démarré ses activités en 2014.

On constate un intérêt accru pour la création d'un environnement favorable aux PPP depuis 2014. Toutefois, le cadre juridique des PPP est fragile. En outre, des difficultés en matière de propriété foncière ont été hostiles à la création de partenariat entre les entreprises agricoles et le secteur public. Pourtant, un tel partenariat est susceptible de contribuer fortement à l'amélioration de la sécurité alimentaire du pays en fournissant des alertes précoces d'événements météorologiques dangereux.

Les secteurs susceptibles de tirer profit d'informations sur mesure sur les conditions météorologiques et climatiques sont les suivants :

- **La Pêche et le secteur maritime.** Pour l'entretien des ports et la protection des pêches, et des alertes précoces de mauvais temps.
- **L'Exploitation des ressources.** Pour la protection des plates-formes pétrolières dans le Golfe de Guinée par la production de rapports spécialisés. Le secteur de l'industrie du bois et de la transformation du poisson pourrait en tirer profit en optimisant leur écoulement sur le marché.
- **Tourisme.** Des rapports saisonniers pourraient être mis à profit pour la promotion du tourisme.
- **Agriculture.** L'appui à l'agriculture artisanale et commerciale permettrait de réduire le risque d'insécurité

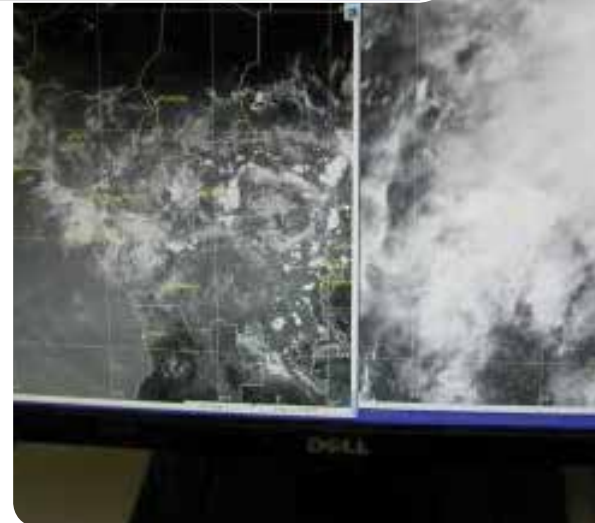
alimentaire due à la variabilité induite par le changement climatique. Récemment, la production de cacao a diminué au plan national. Des informations sur les sols et les régimes de précipitations pourraient améliorer et renforcer la productivité.

Structure institutionnelle

Le ministère des infrastructures, des ressources naturelles et de l'environnement coordonne les travaux du Service des eaux, basé à la Direction générale des ressources naturelles et de l'énergie, et de l'Institut national de météorologie. Le budget est fourni par les allocations budgétaires de l'Etat, tandis que l'institution a pour mandat d'être financièrement autonome. Les revenus sont générés par les services fournis au secteur de l'aviation, toutefois il est possible d'accroître ces revenus en collaborant avec les autres secteurs tels qu'haliéutique, portuaire (navigation maritime), bancaire et d'assurance.

Conclusion

La monétisation des informations climatiques sera la clé de la viabilité à long terme de l'Institut national de météorologie. Le projet a réalisé des progrès importants pour combler le dernier kilomètre, avec la création de comités de gestion des risques de catastrophe, et des formations sur ce qu'il convient de faire en cas d'urgence et sur la façon de recevoir et de diffuser des alertes. Les engagements initiaux avec l'un des fournisseurs de services de télécommunications ont produit des résultats positifs. L'accent mis sur la fourniture d'informations de qualité pour combler le dernier kilomètre, notamment en ce qui concerne les produits de la pêche, sera l'une des principales approches mises en œuvre pour assurer la durabilité. Pour l'avenir, les prochaines étapes consistent à améliorer le système



EN HAUT : UNE IMAGE SATELLITE MONTRANT UNE INTENSE CONVECTION (ORAGES). UN TEL EXEMPLE ILLUSTRE L'IMPORTANCE D'UTILISER DES INFORMATIONS PRODUITES PAR SATELLITE AFIN D'AVOIR UNE « VISION D'ENSEMBLE » DE L'ACTIVITÉ MÉTÉOROLOGIQUE AU DESSUS D'UNE RÉGION DONNÉE.

EN BAS : ANALYSE D'UNE CARTE MÉTÉOROLOGIQUE SYNOPTIQUE DU CONTINENT AFRICAÏN FAISANT APPARAÎTRE LES PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES MÉTÉOROLOGIQUES À L'ÉCHELLE DU CONTINENT.

national de prévision et à veiller à l'utilisation efficace des équipements hydrométéorologiques pour la mise en place des systèmes d'alerte précoce.

SIERRA LEONE

La République de Sierra Leone a été déclarée exempte d'Ebola le 7 novembre 2015, avec des foyers de flambées circonscris en 2016. Cette crise humanitaire, associée à des difficultés persistantes telles que les impacts à long terme de la guerre civile, l'urbanisation galopante et non planifiée, et la faiblesse des capacités de collecte de données et des systèmes de suivi et la production d'informations d'alerte précoce ainsi que le manque de priorité et le peu de soutien qui leur sont généralement accordés, ont entravé les efforts du pays visant à réhabiliter ses infrastructures d'information climatique et d'alerte précoce.

Le pays occupe le 181^e rang de l'Indice de développement humain du PNUD (2015), ce qui est révélateur d'une pauvreté persistante et des difficultés liées à la sécurité alimentaire, ainsi que d'une vulnérabilité considérable aux conditions météorologiques extrêmes, aux inondations, aux maladies à transmission vectorielle et par l'eau, et d'autres contraintes qui remettent en question les efforts de lutte contre la pauvreté.

Les conditions météorologiques extrêmes ont déjà laissé leur empreinte sur les secteurs des infrastructures et du développement du pays, dont l'agriculture, l'industrie de la pêche, la gestion des ressources en eau, et la production d'énergie hydroélectrique.

La Sierra Leone est vulnérable à la variabilité des précipitations, aux fortes précipitations, aux tempêtes de vent et aux vagues de chaleur. De fortes précipitations faisant suite à des périodes de sécheresse se traduisent souvent par de vastes inondations qui occasionnent des pertes en vies et de biens. Les effets de ces régimes de températures et de précipitations apparemment courants sur l'agriculture, l'approvisionnement en eau et l'assainissement ont été ressentis à travers diverses régions de la Sierra Leone au cours des dernières années. L'irrégularité des précipitations entraîne souvent des perturbations des périodes de semis qui, à leur tour, affectent la production agricole et la sécurité alimentaire du pays.

Le projet de renforcement de l'information climatique et des systèmes d'alerte précoce (SAP-IC) soutenu par le PNUD vise à améliorer les capacités du Département météorologique de la Sierra Leone (DMSL), du Département de gestion des catastrophes du Bureau Sierra Léonais de sécurité nationale, de l'Unité agrométéorologique du Ministère de l'agriculture, des forêts et de la sécurité alimentaire, du Secrétariat du changement climatique de l'Agence Sierra Léonaise de protection de l'environnement (EPA-SL), et de la direction de l'eau du Ministère des ressources en eau, à produire et à utiliser des informations climatiques

dans la planification et la gestion des dangers/risques induits par le climat. Le projet SAP-IC vise à atteindre cet objectif par la modernisation des réseaux d'observation météorologiques et hydrologiques, le renforcement de la capacité du DMSL, et en apportant un soutien au développement des prévisions météorologiques et des systèmes d'alerte précoce.

Le DMSL, avec un financement du Fonds pour l'environnement mondial (FEM) et le soutien du Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) en Sierra Leone, a acquis huit stations météorologiques automatiques (SMA) et cinq détecteurs de foudre. Ces derniers feront partie d'un réseau élargi de détection de la foudre qui s'étend sur la Guinée et le Libéria voisins et fournira au DMSL une capacité d'alerte précoce indispensable pour anticiper les risques météorologiques. Un système précis de prévision basé sur le cloud fournira au DMSL la capacité de fournir aux secteurs public et privé des produits hydrométéorologiques de haute qualité, et en même temps de former ses météorologues à l'utilisation des nouveaux systèmes d'observation et des flux de données en temps réel. La direction de l'eau est en train de se procurer des réseaux de stations hydrologiques automatiques.

VUE D'ENSEMBLE

PIB par habitant (2014) : 710 dollars US

Taux de pauvreté (2011) : 52,9 %

Difficultés persistantes : Répercussions de la crise d'Ebola, de la guerre civile, de l'urbanisation rapide, des effets du changement climatique sur les secteurs de l'eau et de la santé, du manque de cohérence du contrôle fiduciaire.

PPP DANS LE DOMAINE DE L'HYDROMÉTÉOROLOGIE

Politiques favorables : Plan stratégique pour les services météorologique de la Sierra Leone (2011–2015).

Cadre juridique en vigueur : aucun

Indice de viabilité C4 EcoSolutions : rouge

DÉFIS POUR LES SMHN

- pénurie de personnel qualifié pour le SMHN ;
- non-fonctionnement et nombre limité des stations synoptiques et des équipements de suivi connexes ;
- absence d'infrastructures appropriées pour le suivi des alertes précoces ;
- absence de cadre national pour l'intégration des informations climatiques dans d'autres secteurs ;
- absence d'information standardisée et de stratégie de communication pour la diffusion d'informations climatiques fiables

et nécessaires ;

- faiblesse de l'investissement dans l'information climatique ;
- absence de mécanismes de financement durables pour la fourniture à long terme des informations climatiques auprès des utilisateurs finaux.

GÉNÉRATION DE REVENUS

Budget météo national : N/A

Génération de revenus actuelle : aucune

Utilisation de données météorologiques privées : en cours d'étude.

UTILISATION DES DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

Le DMSL s'efforce de produire des prévisions aéronautiques (des prévisions sur 30 heures qui seront validées toutes les six heures), et des prévisions de tendances pour l'aviation (des prévisions sur deux heures) pour les besoins du trafic aérien intérieur et international. Le DMSL participe également à un forum régional (forum régional PRESAO 11) pour les prévisions saisonnières (trois à six mois). Les prévisions quotidiennes destinées à l'aviation serviront également au grand public mais, du fait que les alertes d'événements extrêmes sont données avec peu ou pas de préavis, il devient très difficile de disposer d'un délai suffisant pour prendre des mesures préventives appropriées.

Télécommunications et partenariats public-privé

On estime à 4,8 millions le nombre d'abonnés à la téléphonie mobile en Sierra Leone, soit environ 83 abonnements pour 100 habitants.

Grâce à l'organisme de réglementation des télécommunications du pays, la Société nationale des télécommunications (NATCOM), le DMSL et le Bureau de sécurité nationale (BSN) travaillent ensemble à la création de partenariats officiels avec le gouvernement et des entreprises privées de télécommunications pour la diffusion d'informations climatiques et d'alertes précoce auprès des utilisateurs finaux sur une base coût/utilisateur.

Un certain nombre de secteurs pourraient tirer profit d'informations spécialisées sur les conditions météorologiques et climatiques, et notamment les suivants :

- **Le secteur de l'eau.** Des informations spécialisées sur le débit des rivières, les précipitations, les sécheresses et les inondations seraient utiles pour l'entretien des installations hydroélectriques, et la protection des vies humaines contre les risques d'inondation.
- **L'agriculture et la pêche.** Plus des deux tiers de la population du Sierra Leone pratique l'agriculture de subsistance.
- **L'extraction minière.** Les conditions météorologiques sur les sites miniers, ainsi que le débit des cours d'eau à proximité, ont un impact important sur les opérations minières, et des prévisions météorologiques et hydrométriques fluviales exactes et actuelles sont donc essentielles pour la gestion quotidienne de ces sites.

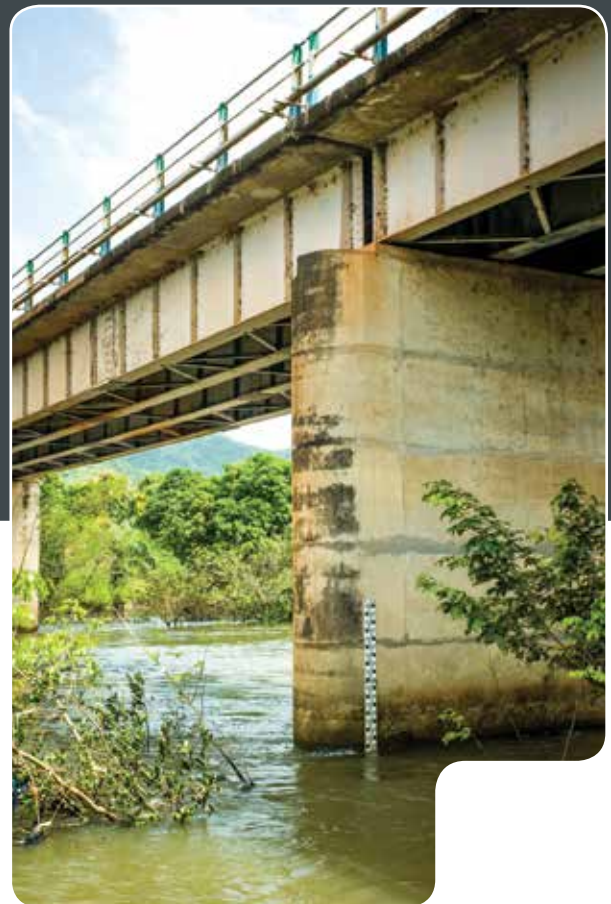
- **L'énergie.**
- **La santé.** Les processus de planification dans le secteur de la santé pourraient également tirer profit d'informations climatiques à plus long terme susceptibles de contribuer à la prévention et à la lutte contre la propagation des maladies liées au climat et aux précipitations (par exemple : le choléra et le paludisme).
- **Les transports.** Le secteur des transports a besoin de produits météorologiques détaillés pour sa planification, ainsi que pour la prise de mesures de protection des infrastructures et d'autres ressources.
- **Les communications.** Outre l'utilisation des informations météorologiques dans la prévention des problèmes de causés par les mauvaises conditions météorologiques, le secteur des communications lui-même joue également un rôle important dans la diffusion des informations météorologiques et climatologiques.

Structure institutionnelle

La mission du DMSL est de fournir des services météorologiques et climatiques rentables par la collecte, le traitement, l'archivage et la diffusion des informations météorologiques et climatiques.

L'Unité agrométéorologique (UA), qui relève du ministère de l'agriculture, des forêts et de la sécurité alimentaire, a pour mission de fournir des avis agrométéorologiques aux agriculteurs de la Sierra Leone.

La Direction de l'eau, créée en 2008, a été placée sous la tutelle du ministère des ressources en eau en 2013. Ses mandats comprennent la gestion des ressources en eau ; l'approvisionnement



ÉCHELLE LIMNIMÉTRIQUE TRADITIONNELLE.

en eau en milieu rural et urbain (par le biais d'entreprises parapubliques) ; et la définition des mesures, la recherche et la planification en matière de ressources en eau.

Conclusion

Alors que le pays se remet à peine du choc de la crise d'Ebola, des mesures sont prises pour renforcer le DMSL, l'UA, le DGC, le BSN et la Direction de l'eau en tant qu'institutions, et pour améliorer leurs réseaux d'observation par l'acquisition de capteurs rentables et novateurs, dont les données sont susceptibles d'être utilisées pour améliorer la fiabilité de leurs produits d'informations météorologique et climatique. Cela leur permet de conclure des partenariats avec des acteurs publics et privés, y compris des entreprises de télécommunications, pour la diffusion et la vente de produits et d'informations d'alerte précoce auprès des utilisateurs finaux, et d'accroître leurs sources de revenus grâce aux ventes des produits climatologiques et d'information précoce utilisés pour soutenir les activités du DMSL.

TANZANIE

Avec une histoire politique relativement stable, des ressources naturelles et une économie en expansion, la Tanzanie est bien positionnée pour poursuivre son développement et créer des systèmes opérationnels d'information sur le climat. Le pays est classé 159^e selon l'Indice de développement humain du PNUD (2013). Les inondations et les précipitations irrégulières menacent les vies humaines et les infrastructures de production de ce pays où 74 pour cent de la population active travaille dans le secteur de l'agriculture (essentiellement des petites exploitations pratiquant l'agriculture pluviale), ce qui signifie que les risques présentés par l'évolution des régimes climatiques et météorologiques extrêmes sont élevés.

L'objectif du projet de renforcement de l'information climatique et des systèmes d'alerte précoce (SAP-IC) soutenu par le PNUD est de renforcer la capacité des autorités nationales et infranationales à surveiller les changements climatiques, à générer des données hydrométéorologiques fiables, à produire des alertes précoces et à comparer ces informations avec d'autres données environnementales et socio-économiques afin d'améliorer la prise de décision fondée sur des données probantes. Le projet vise à accroître la couverture nationale du réseau hydrométéorologique de 50 à 75 pour cent. Cela implique l'élargissement du réseau en ajoutant 36 stations météorologiques automatiques (SMA), 25 stations hydrologiques, 130 jauges de rivière, et 35 pluviomètres automatiques, ce

qui porterait la couverture nationale du réseau à 75 pour cent. Dans le cadre de cette initiative, 16 SAP ont été installés et 20 SAP supplémentaires ont été achetés. En outre, l'installation est en cours et devrait être achevée en août 2016. Quinze stations hydrologiques, 80 jauges de rivière et 15 pluviomètres automatiques ont été installés, et l'installation de 10 stations hydrologiques, 50 jauges de rivière et 20 pluviomètres automatiques supplémentaires est en cours et devrait également être achevée en août 2016. Le projet vise à investir dans la modernisation des infrastructures de surveillance des conditions météorologiques, climatiques, hydrologiques et environnementales, et à intégrer l'information climatique dans les plans de développement et les systèmes d'alerte précoce. Grâce aux interventions de ce projet, et en particulier l'amélioration des alertes précoces, les dommages aux infrastructures physiques, les réductions de la production agricole et les perturbations des moyens de subsistance seront réduits.

Avec les investissements réalisés dans les systèmes automatiques d'observation hydrométéorologiques, l'Agence météorologique de Tanzanie (AMT) a commencé à recevoir des observations météorologiques en temps réel couvrant l'ensemble du pays, mais le système serait encore renforcé par la finalisation de l'installation des équipements restants. En assimilant ces données dans ses prévisions, la qualité des prévisions s'en trouvera grandement

améliorée, formant ainsi une base solide pour le développement ultérieur des produits.

De même, les commissions des bassins du ministère de l'eau qui sont en charge des deux bassins pilotes sont en train d'installer des stations hydrométéorologiques automatiques. En utilisant des données en temps réel, leur gestion intégrée des ressources en eau deviendra beaucoup plus efficace et permettra aux commissions des bassins de travailler plus efficacement. Entre autres résultats, cela permettra de procéder à une planification beaucoup plus pratique de la répartition de l'eau.

Télécommunications et partenariats public-privé

On compte 31,9 millions d'abonnés à la téléphonie mobile en Tanzanie, soit environ 64 abonnements pour 100 habitants. La Tanzanie possède un marché des télécommunications très concurrentiel. Les opérateurs de télécommunications comprennent Airtel, Tigo, Tanzania Telecommunications Company, Vodacom, Zantel et Halotel.

Les secteurs qui pourraient bénéficier d'informations spécialisées sur les conditions météorologiques et climatiques sont les suivants :

- **Agriculture.** Représentant environ un quart du PIB et 85 pour cent des exportations, les produits concernés comprennent le café, le sisal, le thé,

VUE D'ENSEMBLE

PIB par habitant (2014) : 930 dollars US

Taux de pauvreté (2011) : 28,2 %

Difficultés persistantes : gestion efficace des ressources naturelles, dépendance à l'égard de l'agriculture pluviale, inondations, réforme agraire.

PPP DANS LE DOMAINE DE L'HYDROMÉTÉOROLOGIE

Politiques favorables : une stratégie nationale est en cours d'élaboration concernant l'échange d'informations météorologiques et climatologiques.

Cadre juridique en vigueur : oui, il existe un cadre juridique en vigueur pour les PPP, ainsi qu'une unité dédiée aux PPP (le Centre d'investissement de la Tanzanie).

Indice de viabilité C4 EcoSolutions : vert

DÉFIS POUR LES SMHN

- nombre limité de stations d'observation météorologiques et hydrologiques ;
- canaux inefficaces pour communiquer les informations concernant les conditions météorologiques et climatiques et les alertes précoces ;
- les intervenants et les utilisateurs du système de surveillance du climat

manquent de coordination dans leur exploitation, entretien et utilisation du système et des informations.

GÉNÉRATION DE REVENUS

Budget météo national : 3 963 415 dollars US par an

Génération de revenus actuelle : oui

Utilisation de données météorologiques privées : non.

UTILISATION DES DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

L'AMT a entamé le processus de développement d'une base de données intégrée afin d'accueillir des données climatiques et hydrologiques, a cartographié les stations météorologiques dans l'ensemble du pays, a facilité le partage interinstitutionnel des données et a soutenu la numérisation des données.

L'AMT a développé une stratégie nationale de partage des données et travaille actuellement sur le protocole d'accord relatif au partage des données climatiques au sein du ministère de l'eau et de l'irrigation.

L'AMT fournit des prévisions météorologiques quotidiennes, des avis et des alertes ; des perspectives sur dix jours, mensuelles et saisonnières ; et des projections de changement climatique. Ces services contribuent à l'efficacité des activités de différents secteurs tels que l'agriculture, la santé et les transports. L'AMT fournit des prévisions à court terme sur les conséquences d'événements météorologiques spécifiques, ainsi que des prévisions saisonnières. Elle fournit également des services météorologiques pour la navigation aérienne internationale ; administre des réseaux de stations d'observation en surface et en altitude qui sont nécessaires à l'obtention d'informations précises ; et fournit des services et des alertes météorologiques et climatiques au grand public et à différents utilisateurs pour des raisons de sécurité et pour la protection des biens, y compris dans les domaines de l'environnement marin, de l'agriculture et de la sécurité alimentaire, des ressources en eau, de la gestion des catastrophes, de la santé, de la construction, dans les secteurs de l'industrie et pour des institutions de recherche.

le coton, la noix de cajou, le tabac, les clous de girofle, le maïs et le blé, entre autres. Les éleveurs de bovins, moutons et chèvres pourraient bénéficier de rapports spécialisés afin de protéger leur bétail.

- **Exploitation minière.** Les compagnies minières exploitant le diamant, l'or, la tanzanite et le fer bénéficieraient d'alertes à la foudre.
- **Marine et pêche.** Les pêcheurs basés sur la côte de l'océan Indien et sur les rives des lacs Victoria, Tanganyika et Nyassa bénéficieraient d'alertes précoces ; et les ports et pêcheries situés à la fois sur les côtes continentales et insulaires bénéficieraient de politiques climatiques intelligentes.

Structure institutionnelle

L'Agence météorologique de Tanzanie (AMT) est autonome depuis 1997 et est membre du Comité exécutif de secours en cas de catastrophe en Tanzanie (TANDREC). L'Agence météorologique est le seul fournisseur d'informations météorologiques en Tanzanie. Le rôle de l'AMT est de fournir des services météorologiques de qualité, fiables

et rentables, contribuant ainsi à la protection des personnes et des biens, ainsi qu'à l'objectif national de réduction de la pauvreté.

Le ministère de l'eau et de l'irrigation, opérant par le biais de neuf commissions de bassins, est responsable du développement et de la gestion durables des ressources en eau dans l'ensemble du pays. Le ministère élabore et met en œuvre la politique nationale de l'eau. Les commissions de bassins sont responsables de la gestion intégrée des ressources en eau au sein de leurs bassins respectifs et relèvent directement du ministère.

Conclusion

Les services hydrométéorologiques nationaux (SMHN) de Tanzanie sont principalement financés par le gouvernement. Bien qu'une partie des coûts soit récupérée auprès du secteur privé, les prix payés pour ces services ne reflètent pas la valeur réelle des produits. En améliorant les infrastructures d'observation, la qualité des produits et des services s'en trouvera considérablement améliorée, ouvrant ainsi la voie à de nouvelles opportunités de marché. Si l'on ajoute à cela un environnement propice à la



UNE SÉRIE D'ÉCHELLES LIMNIMÉTRIQUES UTILISÉES POUR OBSERVER MANUELLEMENT LE NIVEAU DES COURS D'EAU.

vente d'informations, l'avenir semble prometteur pour les SMHN du pays. Des produits d'information sur les conditions météorologiques et climatiques, meilleurs et plus précis, généreront davantage de revenus, assurant ainsi la pérennité des systèmes modernisés d'observation et de traitement des données.

OUGANDA

L'Ouganda a continué d'enregistrer une croissance économique soutenue, avec des ressources naturelles importantes, des sols fertiles, et du pétrole découvert récemment. Il se classe 163^e selon l'Indice de développement humain du PNUD (2015).

Néanmoins, avec plus des deux tiers de la population active travaillant dans le secteur de l'agriculture, le pays reste vulnérable aux chocs climatiques. Au cours des trois dernières décennies, la hausse des températures, l'évolution des tendances liées aux précipitations, les sécheresses prolongées, les inondations et les tempêtes violentes ont sapé le développement social et économique du pays. Les conditions météorologiques extrêmes ont eu des effets néfastes sur les moyens de subsistance des populations et continuent de causer des pertes humaines, notamment dans les zones exposées aux catastrophes naturelles. L'impact économique des aléas climatiques sur le secteur agricole est estimé à plus de 46,9 millions de dollars US par an.

Le projet de renforcement de l'information climatique et des systèmes d'alerte précoce (SAP-IC) soutenu par le PNUD est destiné à renforcer les capacités en Ouganda en matière de surveillance des conditions météorologiques, climatiques et hydrologiques ; en matière de systèmes

d'alerte précoce ; de fourniture d'informations pour répondre aux conditions météorologiques extrêmes ; et de planification de l'adaptation au changement climatique. Pour atteindre cet objectif, le projet, via ses partenaires d'exécution, a installé 20 stations météorologiques automatiques (SMA), 5 stations météorologiques automatiques tout-en-un (SMATEU), et 40 stations hydrologiques, dont 16 automatiques. En outre, grâce aux interventions du projet, les capacités techniques de l'autorité météorologique nationale ougandaise (AMNO) et de la direction de la gestion des ressources en eau (DGRE) à surveiller et prévoir les conditions météorologiques extrêmes, l'hydrologie et les changements climatiques sont en cours d'amélioration grâce à des programmes de formation et de renforcement des capacités en partenariat avec les fournisseurs d'équipements et les organismes régionaux de formation accrédités.

En tant que partenaire clé de mise en œuvre du programme, l'AMNO dirige les initiatives visant à développer et mettre en œuvre des systèmes d'alerte précoce et, notamment, à améliorer la précision des prévisions météorologiques. Sur la base des besoins commerciaux en services météorologiques personnalisés, l'AMNO envisage des partenariats avec des sociétés d'information commerciales

existantes afin de fournir des services d'information météorologique et, éventuellement, d'alertes en temps réel.

C'est dans le bassin du lac Victoria (Anyah, 2004) que l'on enregistre le plus grand nombre d'occurrences de foudre et d'orage au monde. Avec l'installation de stations de détection de la foudre couvrant les régions centrale, orientale et septentrionale du pays, les autorités espèrent constater une réduction du nombre de blessures et de décès liés à la foudre, tandis que l'intégration des données sur la foudre émanant des réseaux voisins au Burundi, au Kenya et en Tanzanie devrait aboutir à une meilleure coopération régionale en matière de systèmes d'alerte précoce.

Afin de faire en sorte que les stations fonctionnent correctement, l'AMNO s'est associée à des sociétés de télécommunications locales, ce qui lui a permis d'installer les SMATEU sur leurs tours-relais dans les cinq districts de Kaliro, Sironko, Napak, Kotido et Agago (Otuke). Ce dispositif a non seulement permis de réduire les coûts d'installation, mais garantit également que les stations disposent d'un approvisionnement continu en énergie et en communication pour assurer la surveillance ainsi que leur propre sécurité contre le vandalisme.

La loi AMNO de 2012 fournit à l'AMNO le cadre juridique nécessaire à la commercialisation de ses produits et

VUE D'ENSEMBLE

PIB par habitant (2014) : 680 dollars US

Taux de pauvreté (2012) : 19,5 %

Difficultés persistantes : sécheresses et inondations ; insécurité ainstabilité dans les pays voisins, énergie peu fiable, coût élevé de l'énergie, infrastructures de transport inadéquates, contrôles fiduciaires.

PPP DANS LE DOMAINE DE L'HYDROMÉTÉOROLOGIE

Politiques favorables : la Loi AMNO de 2012 a créé un environnement propice à la génération de revenus, car elle confère à l'autorité météorologique nationale ougandaise (AMNO) l'autorité légale sur le marché des produits et services d'information météorologique et climatique.

Cadre juridique en vigueur : oui, la Fondation du secteur privé.

Indice de viabilité C4 EcoSolutions : orange

DÉFIS POUR LES SMHN

- manque de personnel et capacités techniques et institutionnelles limitées ;
- soutien financier limité à l'AMNO qui a entraîné la détérioration du réseau de stations d'observation sur le terrain et une diminution des inspections de stations. En outre, la mobilisation de fonds pour mettre en œuvre la stratégie de modernisation a été retardée ;
- les instruments d'observation sont obsolètes.

GÉNÉRATION DE REVENUS

Budget météo national : 3 590 486 dollars US (1 million de dollars US a été affecté à l'acquisition d'un radar météorologique pendant l'exercice fiscal 2014-2015).

Génération de revenus actuelle : oui

Utilisation de données météorologiques privées : phase pilote.

UTILISATION DES DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

Selon la loi, l'AMNO est le seul fournisseur d'informations climatologiques et ne subit donc pas la concurrence des entreprises météorologiques privées, bien que plusieurs entités produisent leurs propres données, tels que le ministère de l'Agriculture, certaines universités nationales, et des plantations de sucre et de thé. Cependant, étant donné que les équipements en SAP utilisés par ces acteurs pour générer des données ne sont pas synoptiques et ne sont donc pas conformes aux normes de l'OMM, les possibilités de partager ces données avec l'AMNO restent limitées.

Lorsque des entreprises privées veulent produire leurs propres données, l'AMNO installe des stations SAP afin de garantir la compatibilité de ces données avec les normes internationales. Des organismes d'assurance et de télécommunications ont manifesté leur intérêt. En effet, la demande de services météorologiques dans le secteur privé a augmenté à mesure que le changement climatique est devenu plus évident.

Avec cette augmentation de la demande, l'AMNO prévoit d'inclure des données brutes sur la vitesse des vents, les températures et les précipitations, lesquelles deviendront plus adaptées en fonction des besoins des secteurs cibles, notamment l'aviation, la construction et l'exploitation minière.

services, ce qui permet la vente de ses informations météorologiques à des fins lucratives. Ces revenus supplémentaires pourraient ensuite être utilisés pour améliorer les produits et services proposés par l'AMNO.

L'AMNO est en train de discuter avec des partenaires de développement de son objectif de fournir des données météorologiques et des informations spécifiques à l'agriculture via des services de téléphonie mobile dans le secteur des télécommunications. Elle a également organisé des ateliers avec des industries sensibles aux conditions météorologiques et des partenaires commerciaux potentiels afin d'élaborer des stratégies de développement et de mise en œuvre de produits et services personnalisés, et va s'associer avec des parties prenantes d'une importance capitale pour la réalisation du mandat de l'AMNO.

Télécommunications et partenariats public-privé

On compte 20,4 millions d'abonnés à la téléphonie mobile dans le pays, soit 57 abonnements pour 100 habitants.

Les secteurs susceptibles de bénéficier d'une amélioration de l'information et des services climatologiques sont les suivants :

- **Pêche.** En particulier sur le lac Victoria.
- **Aviation.** Depuis les années 1990, l'AMNO dispose d'un accord de

recupération des coûts avec l'autorité de l'aviation civile (AAC) ougandaise, mais une nouvelle structure de coûts pourrait être envisagée.

- **Agriculture.** Des efforts devraient être déployés pour intégrer la collecte des données privées sur les plantations de sucre et de thé en vue de leur utilisation dans le cadre des observations locales.
- **Extraction des ressources naturelles.** Les gisements de pétrole récemment découverts sont prometteurs. Le fait de fournir aux décideurs des informations climatiques intelligentes contribuerait à orienter les investissements vers les infrastructures de production.

Structure institutionnelle

L'autorité météorologique nationale ougandaise (AMNO, anciennement Département de météorologie) est une division gouvernementale semi-autonome qui relève du ministère de l'eau et de l'environnement.

Conclusion

Les services et produits météorologique peuvent être adaptés pour répondre aux besoins des utilisateurs ainsi que pour améliorer le potentiel de génération de revenus de l'AMNO. Des modèles améliorés pour l'évaluation des coûts des services contribueront également à renforcer les revenus actuels. La



INSTALLATION D'UNE STATION MÉTÉOROLOGIQUE AUTOMATIQUE TOUT-EN-UN SUR UNE TOUR DE TRANSMISSION.

coopération régionale permettra d'améliorer la couverture dans la région du lac Victoria qui présente des risques nécessitant la création de systèmes d'alerte précoce rapides.

ZAMBIE

La République de Zambie a enregistré une croissance économique soutenue de l'ordre de 6,7 pour cent par an au cours des 10 dernières années. Les récentes flambées d'inflation, les taux de natalité élevés, et la prévalence du VIH/SIDA sont autant de fardeaux qui pèsent sur l'économie nationale. Le pays se classe 139ème sur 188 selon l'Indice de développement humain du PNUD (2015). Plusieurs régions du pays sont vulnérables aux impacts des inondations et des sécheresses dont la fréquence et l'intensité devraient augmenter du fait du changement climatique. Les communautés rurales zambiennes, dont la majorité sont composées de petits exploitants agricoles, sont particulièrement vulnérables en raison de leur dépendance à l'égard de l'agriculture pluviale et des ressources naturelles.

L'objectif du projet de renforcement de l'information climatique et des systèmes d'alerte précoce (SAP-IC) soutenu par le PNUD est d'améliorer la disponibilité des informations climatiques et l'efficacité des systèmes d'alerte précoce. Bien que ces systèmes soient opérationnels en

Zambie, le manque de coordination entre les institutions a réduit l'efficacité de l'organisation et de la diffusion des informations climatiques et des alertes. Ce problème est encore exacerbé par l'insuffisance des infrastructures et des équipements, ainsi que par les limites des ressources humaines. L'objectif du projet est donc de renforcer les capacités de surveillance du climat et des systèmes d'alerte précoce (SAP) de la Zambie tout en améliorant l'information disponible afin de mieux répondre aux chocs climatiques et de s'adapter au changement climatique.

Dans le cadre du projet SAP-IC, la Zambie procède actuellement à l'installation de 28 stations météorologiques automatiques (SMA) supplémentaires, doublant ainsi quasiment la taille du réseau zambien de SAP. Les 39 stations météorologiques manuelles ont reçu des améliorations. L'autorité de gestion des ressources en eau (AGRE) étend actuellement son réseau automatique d'observation hydrométéorologique. Le personnel sera formé à l'exploitation et à l'entretien de ces stations, ainsi qu'à l'intégration

des nouveaux flux de données en temps réel dans le flux de travail des prévisions.

La loi relative à la météorologie devrait être adoptée prochainement par le parlement. Cette loi permettra au Service météorologique de Zambie (SMZ) de commercialiser des produits d'information météorologique et climatologique, ce qui favorisera la mise en place de partenariats public-privé. La commercialisation de ses produits et services aidera la SMZ à récupérer les coûts et garantira la pérennité de son réseau d'observation modernisé.

Télécommunications et partenariats public-privé

La Zambie compte 10 millions d'abonnements à la téléphonie mobile, soit 69 abonnés pour 100 habitants. Un système satellitaire national est en cours d'installation en vue d'améliorer le service téléphonique dans les zones rurales.

VUE D'ENSEMBLE

PIB par habitant (2014) : 1 680 dollars US

Taux de pauvreté (2010) : 60,5 %

Difficultés persistantes : inflation, politiques agricoles non-compétitives, VIH.

PPP DANS LE DOMAINE DE L'HYDROMÉTÉOROLOGIE

Politiques favorables : la Politique nationale de météorologie (PNM) (2013) favorise l'intégration des informations météorologiques et climatologiques dans les plans de développement nationaux. En outre, le projet de loi relatif à la météorologie (2015) permettra au SMHN de facturer des frais pour les services qu'il fournit.

Cadre juridique en vigueur : en cours de développement.

Indice de viabilité C4 EcoSolutions : vert

DÉFIS POUR LES SMHN

- pénurie de personnel météorologique qualifié et de consultants locaux ;
- engagement communautaire limité pendant la saison des pluies en raison de l'inaccessibilité des zones rurales reculées ;
- main-d'œuvre limitée, accès informatique et/ou transport limités pour obtenir des données depuis les stations pluviométriques manuelles ;
- absence de compétences dans certaines branches spécialisées de la météorologie (par exemple : l'hydrométéorologie) pour fournir des services spécifiques à chaque secteur ;
- réseau de stations d'observation clairsemé ;
- irrégularité de la réparation, de l'entretien et de l'étalonnage des instruments ;
- installations inadéquates pour un traitement, un archivage et une diffusion efficaces des données.

GÉNÉRATION DE REVENUS

Budget météo national : 323 000 dollars US

Génération de revenus actuelle : aucune

Utilisation de données météorologiques privées : non.

UTILISATION DES DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

En modernisant leurs réseaux d'observation depuis les stations manuelles traditionnelles jusqu'aux stations automatiques de météorologie et d'enregistrement du niveau des eaux, les services météorologiques et hydrologiques nationaux (SMHN) de Zambie acquièrent progressivement la capacité de fournir des produits d'information météorologique et climatique précis et en temps opportun au secteur public et privé. Bien que pour le moment la plupart de ces produits soient fournis comme une marchandise privée, une loi a été proposée qui permettra la commercialisation de certains produits des SMHN. En outre, les données des stations automatiques renforcent la capacité des SMHN à fournir des informations d'alerte précoce pour les risques.

Les secteurs susceptibles de bénéficier d'informations climatiques adaptées sont notamment les suivants :

- **Agriculture.** Des rapports sur les cultures saisonnières et une surveillance localisée pour l'assurance fondée sur un indice météorologique seraient bénéfiques.
- **Aviation.** Le secteur a besoin de prévisions de zone et de route, de prévisions d'aérodrome (TAF), ainsi que d'un soutien en matière de renforcement de l'efficacité.
- **Exploitation minière.** Bien que certaines compagnies minières génèrent leurs propres rapports, de nouveaux partenariats pourraient associer les prévisions de la SMZ à celles de ces compagnies.
- **Construction de route.**
- **Santé.**
- **Énergies renouvelables.**

Structure institutionnelle

Le Service météorologique de Zambie (SMZ) est une agence spécialisée qui relève du ministère des communications et des transports.

L'autorité de gestion des ressources en eau (AGRE) a été créée en 2012. L'AGRE opère dans le cadre de la Politique nationale de l'eau de 2010 et fonctionne de manière semi-autonome.

Conclusion

Actuellement, les secteurs météorologiques et hydrologiques de Zambie sont limités par, entre autres, les facteurs suivants : (i) le manque d'entretien des équipements ; (ii) la détérioration des infrastructures d'observation ; et (iii) la pénurie de personnel technique. Avec l'installation de nouveaux équipements dans le cadre du projet SAP-IC, le personnel de la SMZ



UNE COMBINAISON D'INSTRUMENTS TRADITIONNELS ET D'ÉQUIPEMENTS PLUS MODERNES

bénéficie d'une formation à l'installation et à l'entretien de ces derniers. Ceci constitue une première étape dont le but est d'aider à garantir la viabilité du nouveau réseau. La seconde étape, facilitée par l'adoption par le parlement de la loi relative à la météorologie, concerne la génération de revenus supplémentaires par la commercialisation d'informations météorologiques et climatologiques. Grâce à cette approche novatrice et beaucoup plus axée sur le marché, il y a de plus grandes chances pour que les pièges habituellement rencontrés par les SMHN dans les pays en développement puissent être évités.



UN GROUPE D'AGRICULTEURS RÉCOLTE DES POMMES DE TERRE DESTINÉES À L'EXPORTATION. L'AMÉLIORATION DE L'INFORMATION MÉTÉOROLOGIQUE PEUT INFLUENCER LES PRATIQUES COMMERCIALES ET PERMETTRE D'EXPLOITER DE NOUVEAUX MARCHÉS. CRÉDIT PHOTO : AFRICA924



RÉFÉRENCES

Tout au long de cette publication, des notes de bas de page viennent apporter des informations connexes et complémentaires. L'ouvrage se réfère en outre aux documents, références et ressources répertoriées ci-après.

Coûts et bénéfices des systèmes d'alerte précoce

Hallegatte, Stéphane, « Early Warning Weather Systems Have Very Real Benefits », blog *Let's Talk Development* sur le site de la Banque mondiale, 23 juillet 2012, disponible sur : blogs.worldbank.org/developmenttalk/early-warning-weather-systems-have-very-real-benefits.

Hallegatte, Stéphane, « A Cost Effective Solution to Reduce Disaster Losses in Developing Countries: Hydro-meteorological Services, Early Warning, and Evacuation », document de travail de recherche sur les politiques de la Banque mondiale, 2012.

Groupe d'évaluation indépendante de la Banque mondiale, « Adapting to Climate Change: Assessing the World Bank Group Experience. Phase III », 2012, disponible sur : ieg.worldbankgroup.org/Data/reports/cc3_full_eval_0.pdf.

Rogers, David P. et Vladimir V. Tsirkunov, « Weather and Climate Resilience: Effective Preparedness through National Meteorological and Hydrological Services », *Directions in Development*, Banque mondiale, Washington D.C, 2013.

Subbiah, A. R., Lolita Bildana, L. et Ramraj Narasimhan, « Background Paper on Assessment of the Economics of Early Warning Systems for Disaster Risk Reduction, World Bank Group », Facilité mondiale pour la prévention des risques de catastrophe et le relèvement (GFDRR), Groupe de la Banque mondiale, 2008.

Teisberg, Thomas J. et Rodney F. Weiher, « Background Paper on the Benefits and Costs of Early Warning Systems for Major Natural Hazards », Facilité mondiale pour la prévention des risques de catastrophe et le relèvement (GFDRR), Groupe de la Banque mondiale, 2009.

Assurance Agricole En Afrique

Anonyme , « Agricultural Risks and Risk Management », 2010.

FIDA, NEPAD, « Background Paper on the Platform for Agricultural Risk Management (PARM) », atelier inaugural du PARM, Rome, 3 – 4 Décembre 2013.

Bokusheva, Raushan et Tombez, Grégoire, « Evaluation of socio-economic feasibility of pilot micro-insurance schemes for cotton producers in Mozambique », ETH/IED, Zurich, 2011.

Burke, Marshall, de Janvry, Alain et Quintero, Juan, « Providing index-based agricultural insurance to smallholders: Recent progress and future promise », Berkeley, 2010.

Cole, Shawn *et al.*, « Systematic review: The effectiveness of index-based micro-insurance in helping smallholders manage weather-related risks », EPPI-Centre, Social Science Research Unit, Institute of Education, University of London, Londres, Royaume-Uni, 2012.

Programme alimentaire mondial, FIDA, « Weather Index-Based Insurance in Agricultural Development: A Technical Guide », 2011.

Harwood, Joy *et al.*, « Managing risk in farming: Concepts, research, and analysis », *Agricultural Economic Report* n°774, p. 130, ministère de l'Agriculture des États-Unis, 1999, disponible sur : [www.agriskmanagementforum.org/sites/agriskmanagementforum.org/files/Documents/Managing Risk in Farming.pdf](http://www.agriskmanagementforum.org/sites/agriskmanagementforum.org/files/Documents/Managing_Risk_in_Farming.pdf).

Hellmuth, Molly E. *et al.* (dir.), « Index insurance and climate risk: Prospects for development and disaster management », *Climate and Society* N°2, International Research Institute for Climate and Society (IRI), Columbia University, New York, 2009.

Hossain, Shahadat, « Problems and Prospects of Weather Index Based Crop Insurance for Rural Farmers in Bangladesh », *Developing Country Studies* 3, n°12 (2013), p. 208–221.

Murphy, Anne *et al.*, « State of Knowledge Report: Market Development for Weather Index Insurance, Key Considerations for Sustainability and Scale Up », *Innovation in Catastrophic Weather Insurance to Improve the Livelihoods of Rural Households*, GlobalAgRisk, Inc., Lexington, Kentucky, 2011.

Programme alimentaire mondial, FIDA, « The Potential for Scale and Sustainability in Weather Index Insurance », Rome, 2010.

Mahul, Olivier et Assah, Fatou, « Agricultural Insurance », Banque mondiale, DFRIP/GFDRR, 2012, p. 2.

Miller, Calvin, « Risk Mitigation and Management for Agricultural Investment: Investment and Resource Mitigation », FAO, 2008, p. 17, disponible sur : www.fao.org/docs/up/easypol/526/3-5_risk_management_background_155en.pdf.

Miller, Kent D., « Industry and Country Effects on Manager's Perceptions of Environmental Uncertainties », *Journal of International Business Studies* 24, n°4, 1993, p. 693 – 714.

Organisation des Nations Unies, « Developing Index-Based Insurance for Agriculture in Developing Countries », *Sustainable Development Innovation Briefs* N°2, mars 2007.

Banque mondiale, développement durable, région Afrique, « Index-based Crop Insurance in Senegal », cellule de développement du secteur privé et financier, avril 2009.

Sadler, Marc et Mahul, Olivier, « Weather Index-based Crop Insurance in Malawi », GFDRR, janvier 2011.

Shongwe, Mxolisi. *et al.*, « Changes in extreme weather in Africa under global warming », KNMI, 2000.

Van Zyl, Koos (Agri SA), « The Progress on Agricultural Insurance in South Africa », 2013.

Rôle de la météorologie dans le contexte de l'aviation

Saayman, Willie, manager du centre de contrôle des opérations de South African Airways, aéroport international de Tambo, Johannesburg, Afrique du Sud. Présentation réalisée lors de l'atelier du Programme de renforcement de l'information climatique et d'un développement résilient en Afrique (CIRDA), PNUD, Kampala, Ouganda, 4 mars 2015.

Site de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), « Safety, Accident Statistics », disponible sur : www.icao.int/safety/iStars/Lists/Accident%20statistics/AllItems.aspx.

Commercialisation des services météorologiques

Anaman, Kwabena et al., « Benefits of meteorological services: Evidence from recent research in Australia », *Meteorological Applications* 5, n°2, 1998, p. 103 – 115.

Anonyme, « Policies on Public Sector Information in the Netherlands: Towards open policy ».

Freebairn, John W. et Zillman, John W. « Economic benefits of meteorological services », *Meteorological Applications* 9, n°1, 2002, p. 33 – 44.

Frei, Thomas, « Economic and social benefits of meteorology and climatology in Switzerland », *Meteorological Applications* 17, n°1, 2010, p. 39 – 44.

Leviakangas, Pekka, « Valuing meteorological information », *Meteorological Applications* 16, n°3, 2009, p. 103 – 14.

Maurer, Andreas, « The Legislative Powers and Impact of the European Parliament », *Journal of Common Market Studies* 41, n°2, 2003, p. 227 – 47.

Morss, Rebecca E., Miller, Kathleen et Vasil, Maxine, « A Systematic Economic Approach to Evaluating Public Investment in Observations for Weather Forecasting », *Monthly Weather Review* 133, n°2, 2005, p. 374 – 388.

Pluijmers, Yvette, « The Economic Impacts of Open Access Policies for Public Sector Spatial Information », 2002, p. 1 – 14.

Rogers, David P. et Tsirkunov, Vladimir V., « Weather and Climate Resilience: Effective Preparedness through National Meteorological and Hydrological Services », *Directions in Development*, Banque mondiale, Washington D.C, 2013.

Suarez, Pablo, Ribot, Jesse et. Patt, Anthony G., « Climate Information, equity and vulnerability reduction », in Ruth, Mathias et Ibararán, María E. (dir.), « Distributional Impacts of Climate Change and Disasters », Edward Elgar, Cheltenham, Royaume-Uni, 2009, p. 151–65.

Viglione, A. et al., « Barriers to the exchange of hydrometeorological data in Europe: Results from a survey and implications for data policy », *Journal of Hydrology* 394, n°1-2, 2010, p. 63–77.

Weiss, Peter, « Borders in Cyberspace: Conflicting Public Sector Information Policies and their Economic Impacts », ministère du Commerce des États-Unis, National Oceanic and Atmospheric Administration, service météorologique national, février 2002, p. 1 – 92, disponible sur : www.weather.gov/sp/Borders_report.pdf.

Commercialisation des services météorologiques

Ministère du Commerce des États-Unis, « The Value of Government Weather and Climate Data », 2 septembre 2014, disponible sur : www.esa.doc.gov/economic-briefings/value-government-weather-and-climate-data.

Banque mondiale, Agence des États-Unis pour le développement international (USAID), et GFDRR, « Valuing Weather and Climate: Economic Assessment of Meteorological and Hydrological Services », Organisation météorologique mondiale (OMM), n°1153, 2015, p. 18, disponible sur : <https://www.gfdr.org/sites/default/files/publication/SEB%20HYDROMET.pdf>.

Forum économique mondial, « Multiplying Agriculture by the Power of Mobile », 2011, disponible sur : www3.weforum.org/docs/WEF_TC_MFS_mAgriculture_Briefing_2012.pdf.

GFDRR, « GFDRR on Hydromet », disponible sur : www.gfdr.org/sites/gfdr/files/documents/GFDRR_Hydromet.pdf.

Profils de pays

Les profils de pays présentés ici sont étayés par une étude de marché sur les partenariats public-privé dans les pays qui bénéficient du soutien du CIRDA. Ils se fondent en outre sur des indicateurs de progrès et sur d'autres documents pertinents issus du suivi et de l'évaluation des projets menés par le PNUD et dans le cadre du SAP-IC. Ces profils ont été examinés par les équipes de pays et par une équipe de spécialistes du développement. Les recherches de base ont notamment porté sur les sources suivantes :

Rapports sur les progrès accomplis à l'échelle nationale, présentés à Addis-Abeba, en Éthiopie lors de l'atelier du CIRDA en août 2015 (www.undp-alm.org/projects/cirda/meetings-and-workshops)

Indicateurs de la Banque mondiale (data.worldbank.org/indicator), octobre 2015

Economist Intelligence Unit (www.eiu.com/home.aspx)

CIA World Factbook (www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/).

Climate Funds Update (www.climatefundsupdate.org), novembre 2015

Fiches d'information sur les pays du SAP-IC

BBC Country Reports

Indice du développement humain du PNUD (hdr.undp.org/fr/data)

Programmes d'action nationaux aux fins d'adaptation, *Adaptation Learning Mechanism*, (www.adaptationlearning.net/)

Division statistique de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (<http://faostat3.fao.org/home/F>)

Portail de données du Malawi, fiche d'information sur l'agriculture du Malawi (malawi.opendataforafrica.org/jxkvmfe/malawi-agriculture-sheet)

Ministère malawite des Ressources naturelles, de l'Énergie et de l'Environnement, département du changement climatique et des services météorologiques, réseau de stations météorologiques (www.metmalawi.com/weather/stations.php)

Portail de données de Sao Tomé-et-Principe, fiche d'information sur l'agriculture de Sao Tomé-et-Principe (saotome.opendataforafrica.org/dwksdqe/s%C3%A3o-tom%C3%A9-and-pr%C3%ADncipe-agriculture-sheet)

République d'Ouganda, National Development Plan (2010/11–2014/15), April 2010

Thurlow, J., Zhu, T. et Diao, X., « The impact of climate variability and change on economic growth and poverty in Zambia », document de discussion 00890, IFPRI, 2009.



GLOSSAIRE ET ACRONYMES

ACLE : Centres africains pour la foudre et l'électrognétisme.

AF : Fonds d'adaptation.

AIO AWS : station météorologique automatique tout-en-un. Tous les capteurs météorologiques sont regroupés en un seul système.

Anémomètre : instrument de mesure de la vitesse du vent.¹²³

ARC : Mutuelle panafricaine de gestion des risques. La mission de l'ARC consiste à exploiter les mécanismes financiers modernes, tels que la mutualisation et le transfert des risques, afin de créer des systèmes panafricains de réponse aux changements climatiques permettant aux pays d'Afrique de subvenir aux besoins des victimes de catastrophes naturelles.

Bande X : bande de fréquence à rayonnement micro-onde utilisée par les radars.

Beau temps : terme météorologique indiquant l'absence de précipitations et de conditions extrêmes en matière de nuages, de visibilité ou de vent.

CAE : Communauté d'Afrique de l'Est.

Carte de prévision : carte indiquant certains paramètres météorologiques sur une période future déterminée.

Cartes synoptiques du temps : les observations synoptiques, à la surface comme en haute atmosphère, sont pointées sur des cartes et analysées par des météorologistes et par des systèmes d'affichage assistés par ordinateur afin de représenter en 3D la structure des phénomènes météorologiques à grande échelle. Les séquences de ces cartes révèlent le déplacement et l'évolution des phénomènes en question. Ces cartes du temps sont un des principaux outils des prévisionnistes.

CCNUCC : Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques.

Chaleur : forme d'énergie transférée entre des systèmes en raison d'une différence de température.

CI/EWS : projets de renforcement de l'information climatique et des systèmes d'alerte précoce financés par le Fonds pour l'environnement mondial (FEM).

Changement climatique : lequel est parrainé par le PNUD. Modification durable du climat, mesurée sur une période minimale de plusieurs décennies et pouvant être d'origine naturelle ou anthropique.

¹²³ Les définitions fournies dans cette section ont été adaptées à partir du site Internet du National Weather Service aux États-Unis. Pour de plus amples informations sur la terminologie afférente aux conditions atmosphériques et à la météorologie, consulter la page « Ressources linguistiques » du site Internet de l'Organisation météorologique mondiale, à l'adresse suivante : https://www.wmo.int/pages/prog/lsp/lsp_res_fr.html.

CIRDA : Programme de renforcement de l'information climatique et d'un développement résilient en Afrique du PNUD qui associe des idées, des personnes et des technologies pour développer la résilience face au changement climatique. Ce programme multipays soutient les projets de renforcement de l'information climatique et des systèmes d'alerte précoce dans 11 des pays les moins avancés d'Afrique en les aidant dans leurs missions, à savoir sauver des vies et améliorer les moyens de subsistance. Il a pour objectif de renforcer la coopération régionale, de soutenir les institutions fortes et de développer la résilience face au changement climatique, et ce, par le déploiement de systèmes d'émission d'alertes signalant l'imminence de phénomènes météorologiques dangereux, par la mise à disposition des progrès technologiques en matière de surveillance et de prévision du climat et par le soutien de partenariats innovants avec le secteur privé.

Climat : Ensemble statistique des conditions météorologiques sur une période déterminée de temps (généralement de plusieurs décennies).

Configuration météorologique favorable aux incendies : conditions météorologiques pouvant provoquer une brusque augmentation des risques d'incendie et une propagation rapide du feu.

Convection : transfert vertical de chaleur par l'air échauffé au contact du sol. Opposé parfois à « advection », mouvement horizontal de chaleur.

Crue : augmentation rapide et importante du volume des eaux susceptible de provoquer des dégâts.

Crue soudaine : affluence rapide et extrême des eaux dans une zone normalement aride ou élévation rapide du niveau de l'eau d'une rivière ou d'un ruisseau au-dessus d'un niveau de crue prédéterminé dans un délai de six heures à compter du début de l'événement qui en est la cause (p. ex. précipitations intenses, rupture de barrage, embâcle). Cependant, ce délai peut varier de part et d'autre d'un pays. Une inondation continue est susceptible de déboucher sur une crue soudaine si des précipitations intenses provoquent une élévation rapide des eaux de crue.

Cumulus : type de nuage à développement vertical, aux contours nettement discernables présentant un aspect non fibreux et dont les éléments sont séparés.

Cyclone tropical : terme générique désignant un cyclone (système de basse pression) qui se forme sur les océans tropicaux. Leur nom diffère de part et d'autre des tropiques : ouragan, typhon, etc.

Diurne : journalier, notamment en ce qui concerne les cycles de température, de vapeur d'eau et du vent.

Éclair de chaleur : luminosité émise par un éclair ordinaire situé à une distance trop éloignée pour que son tonnerre soit audible.

Éclairs : ensemble des diverses décharges électriques produites par un orage. Il existe des éclairs internuageux, extranuageux et nuage-sol.

Évolution probable du climat : description des conditions météorologiques vraisemblables (températures, précipitations) d'une région donnée au cours d'une saison à venir. Elle comprend en général une discussion ainsi que des graphiques indiquant les probabilités pour les températures moyennes et les précipitations de la région d'être comprises dans les normales saisonnières ou supérieures ou inférieures à ces dernières. L'évolution probable du climat est en général déterminée un ou deux à l'avance, à partir de statistiques climatologiques, des informations de sortie obtenues grâce aux modèles climatiques mondiaux et d'un examen des téléconnexions régionales avec certains phénomènes planétaires tels que le phénomène El Niño-oscillation australe (ENSO) dans le Pacifique équatorial oriental.

FEM : Fonds pour l'environnement mondial.

Fort : utilisé en référence à l'intensité d'un phénomène météorologique.

Fort orage local : il s'agit en général d'un orage de convection profonde qui recouvre une zone géographique de petite taille ou qui suit un couloir relativement étroit, produisant en surface des conditions météorologiques dangereuses susceptibles de provoquer des dégâts humains et matériels. Ces orages sont également dangereux pour les opérations aériennes, dans les airs comme à la surface ou à proximité. Parmi ces phénomènes météorologiques dangereux, on peut citer les fortes grêles, les vents destructeurs (en ligne droite ou sous la forme d'une expulsion d'air lors d'une rafale descendante) ou les tornades. Par définition, un orage produit également des éclairs intranuageux et nuage-sol. Si le risque pour un fort orage local de provoquer des éclairs nuage-sol n'est pas fréquent, on considère néanmoins ces derniers comme très dangereux et comme une cause majeure de mortalité, de blessures et de dégâts. Les précipitations extrêmes sont également rares lors de ce genre de phénomène météorologique, mais elles en constituent souvent la conséquence. Si ces précipitations se produisent au-dessus d'un petit bassin versant, des phénomènes connexes (crues soudaines), susceptibles de provoquer des dégâts humains et matériels, peuvent se manifester.

FPMA : Fonds pour les pays les moins avancés.

FSCC : Fonds spécial des changements climatiques

FVC : Fonds vert pour le climat

Haute atmosphère : expression s'appliquant en général aux niveaux supérieurs à 850 mbar (1 500 kilomètres).

Haute pression : anticyclone. Une zone de pression atmosphérique caractérisée par des isobares fermées et un centre de haute pression relative. L'air autour des anticyclones circule dans le sens horaire dans l'hémisphère Nord et antihoraire dans l'hémisphère Sud.

HNI : Human Network International.

Homogène : terme utilisé en référence à une masse d'air ayant des propriétés ou des éléments horizontaux similaires.

Hydrologie : science qui a pour objet l'étude des eaux de la terre, en particulier en relation aux effets des précipitations et de l'évaporation au titre des échanges entre l'atmosphère, la surface terrestre et son sous-sol.

IFPRI : Institut international de recherche sur les politiques alimentaires.

Introduction : brève déclaration au début d'une prévision mettant en avant les conditions météorologiques dangereuses ou changeantes.

Longue échéance : prévision à échéance prolongée sur une période de plus de cinq jours.

MDP : Mécanisme pour un développement propre.

Méso-échelle : échelle comprise entre quelques kilomètres et environ 100 kilomètres.

METAR : MÉTéorologique Aviation Régulière.

Météorologie : étude des phénomènes de l'atmosphère.

Météorologie locale : observation, analyse et prévision du temps local, c'est-à-dire des phénomènes météorologiques aux échelles micro et méso. Ceux-ci se forment, se déplacent, évoluent et se dissipent sur des périodes comprises entre quelques minutes et un à deux jours. Parmi les phénomènes de micro-échelle, on peut citer les écoulements d'air dans les champs de céréales ou au-dessus, les émissions de fumée des cheminées industrielles et les microrafales lors des orages. Parmi les phénomènes de méso-échelle, on peut citer les orages, les lignes de grains et les complexes convectifs de méso-échelle. Par nature, la plupart des phénomènes météorologiques dangereux, à savoir les forts orages (accompagnés de vents forts, de pluies torrentielles et de foudre), les feux de forêt, les crues soudaines et les coulées de débris, se manifestent au niveau local. Les événements météorologiques de micro-échelle sont un sous-ensemble des événements météorologiques de méso-échelle, qui sont eux-mêmes un sous-ensemble des systèmes météorologiques à l'échelle synoptique. Cependant, la taille des phénomènes aux échelles micro et méso est en général trop petite pour être correctement représentée sur les cartes synoptiques standard.

Météorologie synoptique : observation, analyse et prédiction des phénomènes météorologiques dont l'étendue horizontale est comprise entre quelques centaines de kilomètres et quelques milliers de kilomètres et qui se forment, se déplacent, évoluent et se dissipent sur une période allant de quelques jours à quelques semaines. Les phénomènes météorologiques synoptiques (à l'échelle continentale) comprennent les cyclones des latitudes moyennes (ou extratropicaux), y compris leurs fronts et leurs courants-jets (ou jet-streams), les perturbations tropicales et subtropicales de grande échelle telles que les moussons et les cyclones tropicaux, les dépressions polaires, ainsi que les interactions entre les systèmes extratropicaux et les systèmes des hautes et basses latitudes. Les événements météorologiques synoptiques des latitudes moyennes sont un sous-ensemble des ondes planétaires, qui sont les plus grands phénomènes météorologiques (à l'échelle hémisphérique).

Micro-échelle : échelle recouvrant les phénomènes de taille inférieure à celle des phénomènes de méso-échelle.

Modérées : précipitations comprises entre 55 et 130 mm sur une période de prévision.

MSSC : messages de secteur spécifique codé. Système d'alerte tonale permettant aux récepteurs radio-météo de la NOAA équipés de la fonction MSSC de signaler des conditions météorologiques spécifiques ou concernant une zone géographique limitée, par exemple un département.

Niveau d'activité de la foudre (LAL, *Lightning Activity Level*) : système objectif de classification utilisé dans le système national d'évaluation du danger d'incendie des États-Unis (NFDRS pour « National Fire Danger Rating System ») indiquant la quantité de foudre nuage-sol observée ou annoncée dans une zone en particulier.

Normal : valeur moyenne d'un élément météorologique sur une période suffisante pour en extraire une valeur statistiquement stable. En général, cette période est de 30 ans aux États-Unis.

Nuage : amas compact visible, plus ou moins important, d'aspect et de forme variables, de fines particules d'eau ou de glace en suspension dans l'air, dues à la condensation de la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère.

Nuages de l'étage supérieur : nuages composés de cristaux de glace, en général situés à plus de sept kilomètres d'altitude. Ces nuages sont connus sous le nom de cirrus.

NWS : service météorologique national des États-Unis qui fait partie de l'Administration américaine pour les océans et l'atmosphère (NOAA, *National Oceanic and Atmospheric Administration*).

Observations météorologiques locales : observations et mesures météorologiques réalisées afin de fournir des informations concernant les phénomènes météorologiques locaux. Les observations locales viennent compléter observations synoptiques. Elles permettent ainsi d'obtenir plus de détails sur les événements se déroulant dans une configuration météorologique synoptique plus large. Les mesures locales sont en général réalisées dans un but précis : soutenir l'agrométéorologie, notamment pour les dates de plantation et de récolte, pour la lutte antiparasitaire et pour le brûlage dirigé ; soutenir la météorologie urbaine, notamment la gestion de la qualité de l'air ; soutenir l'hydrométéorologie, notamment la gestion des systèmes d'irrigation, des barrages et des rivières ; soutenir la météorologie des transports, notamment dans le cadre des exploitations routières, ferroviaires, aériennes, maritimes et fluviales ; et soutenir la gestion des situations d'urgence, notamment les incendies industriels, les déversements de produits toxiques et les feux de forêt. L'utilisation d'observations locales pour la surveillance du début, de l'évolution, des déplacements et de la fin d'un événement météorologique local extrême revêt une importance particulière. En effet, elle permet d'appuyer les opérations de surveillance, de prévision et d'alerte en ce qui concerne les phénomènes météorologiques dangereux. Les principes directeurs de l'OMM en matière d'observations et de mesures sont suivis au plus près, mais pour les observations locales, les instruments et leur exposition sont adaptés à la manière dont les données seront exploitées. La distance entre les sites d'observation varie, en fonction de l'application et du terrain, de quelques centaines de mètres à quelques dizaines de kilomètres. Les observations sont en général effectuées par intervalles de cinq, dix ou quinze minutes. Les observations locales sont souvent d'intérêt régional et sont donc partagées par le biais du Système mondial de télécommunications de l'OMM ou de dispositifs mis en place par des SMHN situées à proximité les unes des autres.

Observations météorologiques synoptiques : observations et mesures météorologiques réalisées afin de fournir des informations concernant les phénomènes météorologiques synoptiques. Les observations synoptiques sont effectuées à plusieurs moments à l'aide d'instruments et de techniques qui suivent au plus près les lignes directrices de l'Organisation météorologique mondiale qui partage ces observations dans le monde entier grâce à son Système mondial de télécommunications. Les observations synoptiques fournissent des informations concernant les conditions météorologiques globales d'une région. Elles sont utilisées comme données d'entrée pour les modèles numériques et sont compilées au fur et à mesure pour proposer des renseignements sur le climat de la région. Les observations synoptiques comprennent des mesures en surface et en haute atmosphère. Les observations synoptiques de surface sont réalisées sur des sites censés représenter au mieux les conditions météorologiques de la région alentour. La distance entre les sites d'observation en surface varie, en fonction de la nature du terrain environnant, entre quelques dizaines de kilomètres dans les régions montagneuses et environ 100 à 150 kilomètres dans les plaines ouvertes. En général, le relevé des observations synoptiques de surface est effectué toutes les heures, toutes les trois heures ou toutes les six heures en fonction des politiques locales. Les observations en haute atmosphère qui s'étendent de la surface à la troposphère jusqu'à la basse stratosphère sont réalisées deux fois par jour, depuis des sites situés entre 200 et 300 km les uns des autres, à l'aide d'instruments portés en altitude par des ballons.

Occasionnel : fréquence d'un élément météorologique qui se produit à intervalles espacés et sur une courte durée.

OMM : Organisation météorologique mondiale.

PAM : Programme alimentaire mondial.

Persistence : Tendance d'un événement à se reproduire à un temps donné. si ce même événement s'est produit immédiatement avant la période mentionnée.

PMA : Pays les moins avancés.

PNUD : Programme des Nations Unies pour le développement.

PPP : partenariat public-privé.

Précipitation : tout ou partie des particules d'eau, à l'état liquide ou solide, qui tombent de l'atmosphère jusqu'au sol.

Pression atmosphérique : pression exercée par l'air du fait de la gravité, mesurée à l'aide d'un baromètre et exprimée en Pascals. Elle est mesurée par le baromètre et formellement exprimée en Pascals. Les unités de mesure météorologique traditionnelles encore en usage sont le millibar (mbar) et le centimètre (cmHg) ou le pouce de mercure (inHg).

Prévision à court terme : prévision météorologique sur une période de zéro à deux jours.

Prévision à échéance prolongée ou à moyenne échéance : prévision des conditions météorologiques sur une échéance de trois à cinq prochains jours.

Prévision immédiate : une prévision spécialisée publiée par les SMHN sur une région localisée et à très court terme, souvent de l'ordre de quelques minutes.

Prévision numérique du temps (PNT) : utilisation de modèles numériques afin de proposer une ligne directrice à court, moyen ou long terme (jusqu'à 15 jours) permettant d'élaborer des prévisions sur l'évolution de l'état de la troposphère et de la basse stratosphère, avec une résolution horizontale comprise en général entre 15 et 50 km et une résolution verticale de 10 à 30 m près de la surface et de 500 m à 1 km dans la stratosphère. La région couverte peut être locale, régionale ou globale.

Prévision probabiliste : prévision basée sur la probabilité pour un ou plusieurs ensembles d'événements météorologiques mutuellement exclusifs de se produire, établie à partir d'une série d'hypothèses catégorielles.

Probabilité : chances qu'un événement prévu a de se produire.

Radar à effet Doppler : radar pouvant mesurer la vitesse radiale, à savoir la composante instantanée du mouvement parallèle au faisceau radar (c.-à-d. vers l'antenne du radar ou dans la direction opposée).

RADAR : acronyme de Radio Detection And Ranging (en français, détection électromagnétique et mesure de la distance) ; appareil ou système radio permettant de localiser un objet au moyen d'ondes radio ultra-haute fréquence qui se reflètent sur l'objet.

Radiosonde (RAOB) : instrument de mesure et de transmission de la température, de l'humidité et de la pression porté par un ballon. Quand il est suivi par un radar, il indique également la direction et la vitesse du vent (radiovent).

Réchauffement climatique : augmentation globale des températures mondiales vraisemblablement provoquée par l'accumulation d'énergie retenue par les gaz à effet de serre.

Réflexivité radar : somme de l'énergie électromagnétique reçue de l'ensemble des sections efficaces de rétrodiffusion (p. ex. les particules de précipitation) et présente dans un volume de résolution d'impulsion, divisée par ce même volume. La réflexivité radar peut être mise en lien avec le facteur de réflexivité radar selon la formule de la constante diélectrique $|K|^2$, ainsi qu'avec la longueur d'onde du radar.

SAP : Systèmes d'alerte précoce

SAP-IC : projets de renforcement de l'information climatique et des systèmes d'alerte précoce financés par le Fonds pour l'environnement mondial (FEM), lequel est parrainé par le PNUD.

Sécheresse : conditions climatiques caractérisées par une absence ou une insuffisance de pluies durant une longue période.

Service météorologique et hydrologique national (SMHN) : indique en général que les services météorologiques et hydrologiques d'un pays sont regroupés en une seule agence, comme c'est le cas aux États-Unis avec le National Weather Service du NOAA. Cet acronyme est utilisé dans l'ensemble de cette publication.

Services météorologiques et hydrologiques nationaux (SMHN) : désigne deux agences, l'une pour la météorologie et l'autre pour l'hydrologie. La majorité des pays soutenus par le programme CIRDA disposent d'un se trouvent dans cette catégorie car ayant les deux entités (météorologie et hydrologie) séparées.

SFI : Société financière internationale. Membre du Groupe de la Banque mondiale.

SMS : service de messages courts.

SMT (Système mondial de télécommunications) : système mondial coordonné qui se compose d'installations de télécommunications exploitées selon des dispositions propres à assurer rapidement le rassemblement, l'échange et la diffusion des données d'observation et d'information traitée dans le cadre de la Veille météorologique mondiale » (OMM-N° 49, Règlement technique, Volume 1).

Station météorologique automatique (SMA) : station météorologique où les observations et les mesures sont effectuées et transmises automatiquement¹²⁴. Les observations ou données collectées peuvent être traitées en local, au sein de la SMA, ou transmises, par exemple, au processeur central du réseau de SMA¹²⁵. Les stations météorologiques automatiques peuvent être conçues comme un ensemble d'instruments individuels (les capteurs) disposant d'une interface ainsi que d'unités de traitement et de transmission des données. Aux États-Unis, ce type de système est communément appelé système automatique d'observations météorologiques (Automated Weather Observing System, AWOS) ou système automatique d'observations en surface (Automated Surface Observing System, ASOS). Les SMA peuvent également se présenter sous la forme d'un unique système intégré de capteurs et de produits électroniques connexes. Ces systèmes intégrés sont qualifiés de SMA tout-en-un.

Statistiques de sortie de modèle (MOS, Model Output Statistics) : techniques statistiques permettant de générer des valeurs spécifiques à un point, à partir d'informations de sortie générées par des modèles numériques. La technique MOS permet d'obtenir des prévisions météorologiques objectives et spécifiques à une zone.

SVI : Serveur vocal interactif, à savoir une technologie permettant à un ordinateur d'interagir avec l'utilisateur grâce à la reconnaissance vocale et à la détection des touches.

Synopsis : déclaration donnant un bref compte-rendu ou résumé général.

Système climatique : système composé de l'atmosphère (les gaz), l'hydrosphère (l'eau), la lithosphère (l'enveloppe solide et rocheuse de la Terre) et de la biosphère (les êtres vivants) qui détermine le climat de la Terre.

TAF : prévision d'aérodrome.

TAHMO : Observatoire hydrométéorologique transafricain (Trans-African Hydro-Meteorological Observatory).

Température : degré de chaleur d'un objet mesuré sur une échelle de température définie au moyen de différents types de thermomètres.

Tempête : en météorologie, désigne en général les tempêtes cycloniques caractérisées par des nuages considérables et de nombreuses zones de précipitation.

Temps : état de l'atmosphère en constante évolution, notamment celui de la troposphère et de la basse stratosphère, en général à court terme, par rapport à ses effets sur la biodiversité, les biens et les activités humaines. L'expression « temps actuel » désigne une représentation de cet état à un moment en particulier.

Tropopause : limite entre la troposphère et la stratosphère, en général caractérisée par une brusque baisse du gradient vertical de température.

USSD : service supplémentaire pour données non structurées.

Vent : air se déplaçant horizontalement par rapport à la surface de la Terre.

Vents locaux : désigne les vents qui, sur une petite zone, diffèrent de ceux correspondants à la répartition globale de la pression.

Visibilité : désigne la distance maximale discernable à l'œil nu, en fonction de la luminosité et du temps.

WIGOS : système mondial intégré des systèmes d'observation de l'OMM.

WPF : Weather Philippines Foundation.

¹²⁴L'Organisation météorologique mondiale, « Vocabulaire météorologique International », deuxième édition, OMM-n° 182, Genève, 1992.

¹²⁵L'Organisation météorologique mondiale, « Guide pour le système mondial d'observation », OMM-n° 488, Genève, 2010.



*Au service
des peuples
et des nations*



Programme des Nations Unies pour le développement

304 East 45th Street, 9th Floor
New York, NY 10017 USA

www.undp.org

Copyright © PNUD 2016