

Dévoiler les liens entre les TIC et le changement climatique dans les pays en développement: *une étude exploratoire*

ANGELICA VALERIA OSPINA et RICHARD HEEKS

2010

Centre for Development Informatics
Institute for Development Policy and Management, SED
University of Manchester, Arthur Lewis Building,
Manchester, M13 9PL, Royaume-Uni
Tel: +44-161-275 -2800/2804, Email: cdi@manchester.ac.uk
Web: <http://www.manchester.ac.uk/cdi>

La recherche présentée dans cette publication est le résultat d'un projet financé par le Centre de Recherches pour le Développement International (<http://www.idrc.ca>)



Canada



Table des Matières

1. Mettre en contexte le changement climatique: où en sont les TIC?	5
2. TIC, changement climatique et développement: vue d'ensemble..	16
3. Nouvelles expériences des pays en développement.....	25
4. Questions pour la recherche future.....	28
5. Conclusions	31

Note de synthèse

Historique

Malgré les signes indéniables du changement climatique, la communauté mondiale commence à peine à comprendre l'ampleur et la gravité potentielle de ses impacts, non seulement à heure actuelle, mais aussi pour les générations futures. La fonte des glaciers, les populations déplacées qui cherchent refuge après des inondations, les récoltes perdues pendant des périodes de sécheresse extraordinairement prolongées ou des villages entiers dévastés par la force implacable de cyclones et d'ouragans, sont quelques-unes des histoires que nous apprenons aux quatre coins de la planète et qui touchent en particulier les pays les plus pauvres et les plus vulnérables du monde.

De nouvelles preuves indiquent que les effets du climat, à la fois aigus (des événements météorologiques extrêmes) et chroniques (des changements à long terme de l'environnement) peuvent avoir de graves répercussions sur le développement et qu'ils ont frappé très durement les pays déjà confrontés aux fléaux de la pauvreté et de la marginalisation (GIEC, 2007).

Mais parallèlement avec la sensibilisation accrue aux manifestations du changement climatique et avec la montée en puissance du débat, le rôle des technologies de l'information et de la communication (TIC) ne fait que grandir et de faire la lumière sur des approches potentiellement novatrices pour répondre, se préparer et s'adapter au changement climatique et à ses impacts.

Certaines sources dans ce domaine ont commencé dans les années 1990 à examiner les liens entre la société de l'information et le développement durable; l'accent dès le début des années 2000 est passé de l'étude des grandes questions environnementales mondiales à celle des émissions de CO₂ et de l'atténuation du changement, répondant ainsi plus précisément au rôle des TIC en matière de changement climatique. Or, ces études sur le rôle des TIC - réduction des émissions grâce aux réseaux intelligents, à la dématérialisation ou aux systèmes de transport et de bâtiments intelligents, entre autres - ont porté principalement sur le traitement des priorités des pays développés en matière de changement climatique.

S'il est vrai que l'approche des sources disponibles axée sur l'atténuation demeure dominante, un nombre croissant d'études indique l'émergence de la recherche ciblée sur les stratégies d'adaptation et de changement climatique, tout en reconnaissant les priorités des contextes en développement ainsi que le potentiel des TIC. Les expériences des communautés vulnérables en Asie, en Afrique, Amérique latine et aux Caraïbes soulignent l'utilisation d'applications telles que la téléphonie mobile, Internet et les radios communautaires pour répondre au changement climatique et renforcer en particulier les moyens de subsistance locaux, la gestion des ressources naturelles et la formation, l'accès aux informations pertinentes, le travail en réseau et la sensibilisation.

Or, toutes ces questions relèvent d'un domaine de recherche tout nouveau, qui reste encore à explorer. Les priorités et perspectives des pays en développement doivent être des éléments essentiels du débat pour que le potentiel de ces technologies puisse contribuer à fournir des réponses holistiques, plus inclusives, aux défis posés par le changement climatique.

Contribution

La présente étude répond à la nécessité d'approfondir l'examen des liens existant entre les TIC, le changement climatique et le développement, ces domaines étant de plus en plus étroitement liés, en raison de l'effet grandissant du changement climatique sur les défis et vulnérabilités qui pèsent déjà sur le développement.

Cette étude exploratoire vise un public de théoriciens et praticiens du développement qui examinent les TIC au service du développement (ICT4D), le changement climatique, la réponse aux catastrophes et autres domaines d'intervention et qui souhaitent mieux comprendre les tendances et perspectives actuelles de la recherche en matière de TIC et de changement climatique, selon l'optique des pays en développement. Elle souligne le potentiel et les défis associés à l'utilisation de ces outils, depuis le point de vue des pays en développement. Elle cherche également à identifier les questions émergentes et les lacunes de la recherche qui nécessitent une analyse théorique approfondie et/ou la collaboration des différentes parties prenantes.

La structure principale du présent document comprend quatre volets. Le premier fournit au lecteur une «vue d'ensemble» des TIC et du changement climatique, fondée sur la documentation existante et l'identification des principales phases qui ont caractérisé le débat jusqu'à présent (Figure 1). Sur cette base, l'analyse suggère quelques-unes des principales lacunes et questions qui doivent être étudiées, puisque la recherche sur les TIC, le changement climatique et le développement continuent d'évoluer.

La deuxième section approfondit l'analyse en identifiant les éléments clés du débat, à savoir, le rôle des TIC dans l'atténuation, le suivi, l'adaptation et les stratégies, tout en jetant les bases d'un modèle conceptuel des TIC, du changement climatique et du développement (Figure 2). Ce modèle fournira au lecteur un aperçu global des principales questions et tendances qui sont à l'intersection de ces trois domaines; il montre la cartographie des liens entre leurs principales composantes et sert d'outil pour cerner les défis et lacunes que la recherche se doit d'aborder.

Après avoir identifié les principales questions relatives aux TIC et au changement climatique depuis une perspective globale, la troisième partie du document présente quelques exemples de nouvelles utilisations des TIC appliquées à l'atténuation, au suivi et aux stratégies d'adaptation au changement climatique en Afrique, en Asie et en Amérique latine. Cette section permettra au lecteur de situer le débat du point de vue des pays en développement, tout en reliant les idées reflétées dans le modèle des TIC, du changement climatique et du développement à des actions concrètes dans ce domaine.

L'étude conclut en présentant les principales questions pour la recherche future, en fonction des lacunes et priorités des pays en développement, identifiées tout au long de l'analyse. Elle comprend trois annexes: la première est consacrée à la chronologie des principales ressources documentaires; la deuxième offre une bibliographie étendue en cette matière; la troisième, un glossaire des principaux termes utilisés.

Nous espérons que ce document d'orientation favorisera l'échange de connaissances sur ce sujet, notamment au sein du nouveau réseau de chercheurs et d'experts qui travaillent à la confluence des questions relatives au changement climatique, aux TIC et au développement.

1. Mettre en contexte le changement climatique: où en sont les TIC?

1.1. Evolution du débat sur les TIC et le changement climatique

Jamais auparavant l'humanité n'avait été confrontée à un défi naturel d'une telle envergure mondiale, à la fois aussi imminent et aussi incertain. Le changement climatique est perceptible dans le monde entier par la gravité et la fréquence accrues des tendances et phénomènes climatiques extrêmes susceptibles d'entraîner de graves conséquences sur l'accès des populations au développement.

Les études qui relient le potentiel et les défis des TIC au domaine du changement climatique ont commencé au début des années 2000. Elles ont été précédées par des explorations relatives au rapport de la société de l'information à l'environnement. Depuis lors, il est possible d'identifier trois volets distincts, mais interdépendants de la recherche dans ce domaine:

- **Développement durable et environnement:** Ce premier volet de la recherche porte sur les grandes questions relatives aux TIC, au développement durable et à l'environnement, selon une approche globale. Il examine l'utilisation des TIC dans le cadre des objectifs de développement, en particulier les Objectifs de Développement du Millénaire (ODM) et ceux de l'environnement durable.

Bien que les premières études en cette matière, qui datent de la fin des années 90, aient coïncidé avec une prise de conscience croissante de la nécessité de veiller à la durabilité environnementale, elles n'ont pas accordé une place particulière au changement climatique. Elles ont plutôt identifié les principaux problèmes liés aux effets négatifs et positifs des TIC dans ce domaine, notamment leur potentiel pour assurer le suivi de l'environnement. Plusieurs rapports ont abordé la croissance de la société de l'information d'un point de vue plus critique, en faisant appel à la conscience environnementale et à des approches intégrales de la durabilité.

- **Atténuation:** La sensibilisation accrue sur les effets négatifs des émissions de CO₂ sur l'environnement a contribué à mettre le changement climatique au centre d'un nombre croissant de publications. Ce deuxième volet est caractérisé par l'apparition de travaux de recherche sur des sujets plus précis et plus techniques relatifs aux aspects de l'atténuation du changement climatique, axés principalement sur les priorités des pays développés.

Dans ce volet, la recherche se concentre sur le potentiel des TIC à réduire les émissions de CO₂ au moyen d'une variété d'applications novatrices qui visent à améliorer l'efficacité énergétique des télécommunications, des transports, des secteurs du bâtiment et des services, entre autres. Or, dans un contexte de prise de conscience internationale accrue sur l'ampleur du changement climatique et des conséquences humaines et économiques des événements naturels extrêmes (dont le *tsunami* de 2004 en Asie), la publication du rapport 2007 du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a relancé la recherche dont l'accent est désormais porté sur l'adaptation.

- **Adaptation et stratégies:** Ce troisième volet est caractérisé par la reconnaissance croissante de l'évolution des besoins et priorités des pays en développement face au changement climatique, et en conséquence, par

l'importance des questions relatives à l'adaptation. Les nouvelles publications ont approfondi l'étude du potentiel des TIC dans des milieux vulnérables, étant entendu que les effets du changement climatique, à la fois chroniques (au fil du temps) et extrêmes (p. ex., catastrophes naturelles) sont plus sévères dans les contextes en développement, puisqu'ils aggravent les vulnérabilités existantes, la pauvreté et le manque de ressources.

Ce volet est également caractérisé par de nouvelles preuves d'utilisation des applications TIC dans des contextes vulnérables au changement climatique. Des rapports récents précisent des exemples et premières preuves anecdotiques du potentiel des TIC, en particulier, la téléphonie mobile, dans les stratégies d'adaptation des pays en développement, ainsi que des exemples d'applications nouvelles qui pourraient améliorer l'accès aux informations environnementales pour les processus décisionnels au niveau local et national.

L'apparition de ce troisième volet marque l'importance accrue des stratégies relatives au changement climatique dans l'arène politique internationale, en particulier par la conception de programmes d'action nationaux (PANA) dans les pays les moins avancés (Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), 2010). Elle reflète en même temps l'intérêt accru des organisations internationales et des bailleurs de fonds travaillant dans le domaine du développement international, comme indiqué par les tendances de soutien à la recherche (cf. *Annexe 1*).

La section suivante détaille l'évolution générale de la recherche à la confluence des TIC, du changement climatique et du développement. Comme ce domaine en est encore à ses premiers stades d'exploration, certains des sujets évoqués par les premières publications demeurent pertinents et font l'objet de nouvelles études, quoique sous des angles ou à des niveaux différents. Par conséquent, les volets ci-dessous identifiés ne sont pas des stades considérés comme des étapes finales, mais plutôt comme les tendances actuelles de l'étude des liens entre les TIC, le changement climatique et le développement.

(a) Développement durable et environnement: une approche globale

L'étude des liens entre le développement durable et la société de l'information ont commencé vers la fin des années 90 (Felleman, 1997). L'intérêt croissant pour l'environnement a coïncidé avec la croissance sans précédent du secteur des TIC. Les questions liées à l'expansion rapide des TIC et à ses effets potentiels ont commencé à être identifiées et traitées depuis une perspective globale, de plus en plus associée aux Objectifs du Millénaire pour le développement (ONU, 2010) et à la réalisation de la durabilité environnementale.

L'approfondissement de l'étude du rôle des TIC dans le développement est allé de pair avec le renforcement des liens entre leur potentiel et les questions relatives à l'eau et l'assainissement, à l'énergie et aux transports, à la sécurité alimentaire et à l'agriculture (Tongia et al., 2005), tandis que les applications informatiques, notamment la télédétection, les systèmes d'information géographique (SIG) et les réseaux de communication ont été de plus en plus liés au suivi et à la gestion efficaces des ressources naturelles et à la mise en œuvre de stratégies de développement durable.

L'utilisation des TIC a commencé à être examinée dans le contexte de la gestion de l'environnement et des ressources naturelles (GERN), des moyens de subsistance et de la santé, ainsi que des nouvelles biotechnologies et de la protection de l'environnement (Spence, 2003). Par ailleurs, les TIC ont été

considérées comme essentielles pour collecter et analyser les données météorologiques mondiales, grâce à l'utilisation de systèmes de radio et autres systèmes de télécommunications qui permettent de prévoir les catastrophes naturelles et d'y apporter une réponse (UIT, 2008).

Dans ce contexte, les chercheurs ont commencé à explorer le potentiel des systèmes d'information environnementale (en particulier, les applications SIG) pour aider les décideurs à suivre et à évaluer l'état de l'environnement. Les nouvelles réflexions ont introduit les concepts d'«éco-efficacité» et d'«éco-innovation», qui placent les applications des TIC au centre des processus optimisés destinés à réduire les déchets et la pollution (Willard et Halder, 2003). De nouvelles études ont également souligné la nécessité d'intégrer les technologies traditionnelles – radio, télévision – à d'autres applications basées sur Internet pour assurer le développement durable et atteindre les objectifs environnementaux. Elles ont fait ressortir la nécessité de promouvoir une plus grande intégration entre ces objectifs et les politiques nationales en matière de TIC (Willard et Halder, 2003).

Il est vite devenu évident que les études reconnaissent les aspects tant positifs que négatifs de la société de l'information en pleine expansion. Illustrant cette tendance, le rapport intitulé *Sustainability at the speed of light* (Le développement durable à la vitesse de la lumière)" (WWF, 2002) a suggéré la nécessité d'éviter certaines erreurs commises pendant la révolution industrielle (qui a négligé les effets de la pollution et de la surexploitation des ressources naturelles), en intégrant l'approche de la durabilité dans l'ensemble de la chaîne de production des nouvelles technologies (WWF, 2002).

Un nombre croissant de sources a identifié les principaux champs d'action nécessaires pour contrebalancer les tendances négatives associées aux TIC dans l'environnement. La recherche a mis en place une série de cadres d'analyse et de priorités qui ont confirmé la nécessité d'exploiter les aspects positifs de la société de l'information aux fins du développement durable (Willard et Halder, 2003). Elle a commencé à identifier les questions qui seraient ensuite au cœur du débat sur l'atténuation.

À ce stade et bien au-delà de la nécessité d'optimiser les stratégies des entreprises, les sources dans ce domaine ont reconnu l'importance d'adopter une vision systémique à long terme sur la relation entre l'innovation et le développement durable (Slob et van Lieshout, 2002, Willard et Halder, 2003).

La tendance générale des études de cette période initiale était d'évaluer le potentiel de la société de l'information du point de vue de la durabilité et de mettre en cause les modèles socio-économiques centrés uniquement sur la production et les produits, sans tenir compte des effets potentiellement négatifs des industries informatiques et des télécommunications. Divers rapports ont introduit dans les débats les questions relatives aux incidences sur l'environnement (même valeur) de la croissance de la production de services (par opposition aux biens), la nécessité d'analyser les éventuels effets de rebond des TIC et d'évaluer la robustesse des systèmes des TIC (compte tenu des mécanismes de rétroaction et des perspectives de bout en bout) (WWF, 2002).

En même temps, ces sources ont commencé à explorer le rôle des politiques de la société de l'information vis-à-vis de l'environnement, en particulier, la manière dont ces politiques pourraient envisager le consumérisme (par des mesures légales ou fiscales visant à sensibiliser les populations à la protection de l'environnement), ainsi que la nécessité d'assurer une plus grande cohérence au niveau national entre les plans et stratégies de développement durable et ceux de

la société de l'information (Willard et Halder, 2003).

Bien que ce volet initial des publications ne se réfère pas spécifiquement au changement climatique, il présente un point de vue soucieux de l'environnement qui serait renforcé parallèlement avec l'expansion du secteur des TIC. Ce renforcement a permis d'identifier les liens étroits existant entre les dimensions socio-économiques et les dimensions écologiques de l'industrie des TIC. Ceci a jeté à son tour les bases d'un débat qui évoluerait progressivement vers la reconnaissance du rôle des TIC dans l'atténuation d'abord, et finalement dans l'adaptation au changement climatique.

Le débat sur la durabilité et les effets des TIC sur l'environnement a été bientôt rejoint par une nouvelle filière d'études axées sur les émissions de CO₂ et sur le rôle des applications des TIC dans leur réduction. Ces études ont abordé spécifiquement les défis posés par le changement climatique et essayé de répondre à l'intérêt croissant des pays développés en matière d'atténuation.

(b) Atténuation: focus des pays développés

Compte tenu des risques et incertitudes associés aux effets à long terme des TIC sur l'environnement, les études dans ce domaine sont passées rapidement des analyses générales relatives au développement durable, à la recherche plus ciblée sur le potentiel des TIC pour réduire les émissions de CO₂.

Vu que les TIC contribuent directement à environ 2,5 % des gaz à effet de serre (GES), mais qu'elles pourraient aussi aider à réduire les 97,5% des émissions des autres secteurs par la réduction des applications existantes qui génèrent des émissions de CO₂ (UIT, 2008), l'Union internationale des télécommunications (UIT) a commencé à jouer un rôle de premier plan dans ce domaine. L'examen des effets directs, indirects et systémiques des TIC dans les émissions de carbone a permis à l'UIT de proposer des mesures visant à réduire les demandes d'énergie du secteur, en favorisant l'utilisation des TIC pour le déplacement de carbone (télétravail, dématérialisation) et en fournissant des outils technologiques pour mettre en œuvre et suivre les réductions dans d'autres secteurs de l'économie.

L'analyse du potentiel des applications spécifiques a été approfondie grâce aux rapports commandés par des organisations comme le Forum mondial pour la nature (WWF, pour son sigle en anglais) et le Réseau européen d'opérateurs de télécommunications (ETNO, pour son sigle en anglais), qui ont présenté les opportunités offertes par les TIC grâce à la dématérialisation (p. ex., systèmes de distribution basés sur Internet et leurs effets sur la réduction des émissions de CO₂), la substitution des transports et leur efficacité (p. ex., utilisation du télétravail et de la télématique), l'efficacité accrue des industries et bâtiments (p. ex., commerce électronique, réduction des espaces des ventes au détail), la production et la planification (p. ex., chaîne d'approvisionnement basée sur Internet), ainsi que des mesures pour assurer des collectivités durables et la planification urbaine, avec l'appui des outils TIC (Pamlin et Thorslund, 2004b, 2005; WWF, 2008; Mingay et Pamlin, 2008).

Les tendances de la recherche mentionnées ci-dessus, ainsi que la publication en 2006 du Rapport Stern sur l'économie du changement climatique, relatif aux incidences du réchauffement climatique sur l'économie mondiale, ont préparé le terrain pour le lancement du quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur les changements climatiques (GIEC, 2007). Selon ce rapport, pendant les 50 prochaines années, le changement climatique sera probablement le facteur le plus perturbateur de la croissance économique et du

développement.

Alors que les pays développés ont continué d'élaborer des politiques et de mettre en œuvre des solutions pour séparer la croissance économique de l'augmentation de la production industrielle et de la consommation d'énergie (CE, 2007), il faut entreprendre la conception de stratégies globales fondées sur les TIC afin de réduire les émissions (WEF, 2008, CG, 2008). Des publications récentes ont également présenté des approches novatrices, par exemple, sur le potentiel de la téléphonie mobile pour gérer efficacement le carbone (GSMA, 2009) et l'utilisation des TIC pour transformer les voyages et la mobilité (SDC, 2010).

Bien que ces sources privilégiaient les priorités des pays développés, notamment la définition de directives pour la conception de stratégies environnementales dans les pays de l'OCDE, elles ont aussi reconnu l'importance d'explorer le rôle des TIC dans les économies émergentes comme celles de la Chine et de l'Inde. En 2008, il a été suggéré que les pays en développement pourraient dépasser les «solutions riches en CO₂ et pauvres en TI» des pays développés, grâce à des technologies nouvelles et plus efficaces et des approches politiques innovantes (Mingay et Pamlin, 2008).

De même, la recherche dans ce domaine a suggéré la nécessité d'un cadre de planification stratégique, afin de renforcer la capacité des pays à utiliser les TIC pour la gestion de l'environnement. Pour suivre ce dernier point, l'UIT a élaboré une «boîte à outils» et un index de préparation cyber-écologique (EERI, pour son sigle en anglais) (UIT, 2009a) qui vise à faciliter l'évaluation de la contribution des TIC à la réduction de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre, dans le cadre des stratégies nationales en matière de changement climatique.

À ce stade, le changement climatique était déjà devenu une priorité des programmes nationaux, tant des pays développés que des pays en développement. La prise de conscience accrue de ses impacts potentiels s'est traduite par une nouvelle vague de recherches sur le rôle des TIC dans l'adaptation et par des stratégies plus holistiques et inclusives en matière de changement climatique.

(c) Stratégies d'adaptation et changement climatique: priorités des pays en développement

La recherche sur le rôle des TIC dans les processus locaux d'adaptation peut être liée aux études préalables menées à propos de la société de l'information et de la durabilité. Ces études antérieures ont examiné le rôle de la communication dans la gestion des ressources naturelles (GRN), en particulier, le potentiel et les défis associés à l'utilisation des nouvelles technologies dans les régions en développement.

Les conclusions de ces études initiales ont représenté une contribution essentielle au débat qui s'est ensuite ouvert sur l'adaptation au changement climatique, car elles ont souligné l'importance des processus de communication dans la gestion locale des ressources naturelles, ainsi que le rôle potentiel des TIC dans les moyens de subsistance locaux (rôle de la radio sur Internet et des réseaux dans la gestion des forêts autochtones, création de marchés organiques locaux et formation aux questions environnementales, etc.) (FAO, 2003). Compte tenu de la forte dépendance vis-à-vis des ressources naturelles qui caractérise les économies en développement, ces facteurs sont au cœur de la capacité des communautés vulnérables à s'adapter aux impacts du changement climatique.

Vers le milieu des années 2000, de nouveaux documents ont mis l'accent sur l'adaptation et sur la capacité des processus de gouvernance à favoriser l'innovation et l'inclusion des différentes parties prenantes dans les stratégies de changement climatique (MacLean et Saint-Arnaud, 2008). Les «effets des TIC» ont donc commencé à englober non seulement le rôle des TIC dans l'atténuation, mais aussi leur potentiel dans les stratégies d'adaptation et autres domaines préoccupants relatifs au changement climatique dans les régions en développement.

L'intérêt croissant pour les questions relatives à l'adaptation a accompagné la reconnaissance de la nécessité de mieux comprendre les besoins et priorités des régions en développement concernant le changement climatique. Les auteurs ont donc introduit des concepts plus orientés vers le développement, ce qui reflète une prise de conscience accrue des impacts différenciés du changement climatique dans ces pays. Les effets directs des TIC sur l'environnement dans ce domaine (différents de ceux liés aux émissions et à l'atténuation) sont liés à leur utilisation pour surveiller, mesurer et évaluer le changement climatique. Ses effets indirects permettent d'accroître la sensibilisation et de faciliter le dialogue public (p. ex., via le Web 2.0 et les réseaux sociaux); enfin, ses effets systémiques agissent en tant que facilitateurs de la «gouvernance en réseau», un facteur clé pour l'adaptation au changement climatique et la réalisation du développement durable (MacLean, 2008).

Des études approfondies ont également été menées sur les principales tendances des TIC et ses impacts des TIC sur l'environnement, notamment sur les perspectives des pays en développement (Labelle et al., 2008). Les principales sources de cette branche de la recherche examinent en détail les applications des TIC dans tous les aspects de la gestion de l'environnement (de l'observation à l'analyse, la planification et la protection) (ibid.), y compris les directives et recommandations qui se rapportent aux besoins des pays en développement dans le domaine du changement climatique.

Mais la recherche relative à l'adaptation ne s'est pas limitée à l'analyse de son potentiel théorique. Elle fait appel de plus en plus à des preuves de l'utilisation des TIC dans les actions relatives au changement climatique dans les régions vulnérables.

Vers le milieu des années 2000, il a été possible de fournir des preuves sur le rôle des applications des TIC, notamment des téléphones mobiles, dans l'action environnementale des pays en développement. Par exemple, l'approche «M-Environnement» (téléphonie mobile pour l'environnement) qui vise à réduire la pauvreté et à protéger l'environnement au Kenya (Mungai, 2005) et l'utilisation de SMS qui permet aux citoyens philippins de signaler la pollution atmosphérique dans baie de Manille (Dongtotsang et Sagun, 2006) illustrent bien les possibilités qui pourraient être associées aux initiatives plus larges cyber-environnementales, et le potentiel des TIC afin d'assurer la durabilité environnementale dans le cadre des stratégies nationales de développement durable. Ces exemples ont mis en évidence un débat plus large sur les liens étroits existant entre les TIC et les politiques de développement durable dans les pays en développement.

Les experts et praticiens ont identifié plusieurs zones potentiellement associées à l'utilisation de la téléphonie mobile, pour permettre en particulier la viabilité financière des efforts de protection de l'environnement, la sensibilisation et l'échange d'informations, ainsi que la création d'emplois et la protection des moyens de subsistance locaux. Ces questions ont donné un nouvel élan à la recherche conduite par les défenseurs du développement et des TIC, qui a en

partie rejoint et en partie provoqué l'expansion rapide des utilisateurs de mobiles, dont le nombre a atteint 4 milliards à la fin de 2008, soit un taux de pénétration huit fois supérieur à celui de l'an 2000 dans le monde en développement (CNUCED, 2009).

Tout en reconnaissant le potentiel - et de plus en plus, la réalité - des contributions des TIC, les nouvelles publications ont également commencé à admettre plus explicitement les difficultés rencontrées par les pays en développement à la fois pour mener des actions environnementales et pour utiliser des TIC. Ce à quoi il faut ajouter quelques idées initiales sur les stratégies pour l'action, notamment l'importance de promouvoir la participation des citoyens et les initiatives communautaires grâce à l'utilisation de différentes applications.

En septembre 2009, la *Building Communication Opportunities* (BCO), une alliance de onze agences de développement travaillant sur l'information, les communications et le développement, a publié un rapport axé sur l'adaptation au changement climatique et le rôle des TIC (Kalas et Finlay, 2009). Ce document passe en revue les progrès accomplis dans ce domaine et présente des cas pratiques qui montrent la manière dont ces technologies sont utilisées en Afrique, en Asie et en Amérique latine pour relever les défis posés par l'adaptation.

Résumé de la documentation disponible

Depuis des études d'une grande ampleur de niveau mondial sur la durabilité et l'environnement, en passant par des approches de plus en plus axées sur les effets des TIC sur les émissions de CO₂ et la nécessité d'atténuer les impacts du changement climatique, jusqu'à la prise de conscience croissante des besoins et priorités d'adaptation des régions en développement, la documentation à la confluence des TIC, du changement climatique et du développement a été caractérisée par un flux continu, non linéaire, de sujets complexes.

Comme la recherche continue d'évoluer, cette revue non exhaustive de la documentation révèle que le débat en est encore à ses premiers stades. Il reste encore beaucoup à faire, à documenter et à analyser, en particulier en ce qui concerne le rôle des TIC dans les zones marginalisées et vulnérables, qui sont les plus durement touchées par le changement climatique.

En dépit de la complexité inhérente à la nature systémique, globale et incertaine du changement climatique, les contributions à cette étude au fil du temps peuvent être résumées comme indiqué dans la **Figure 1**.

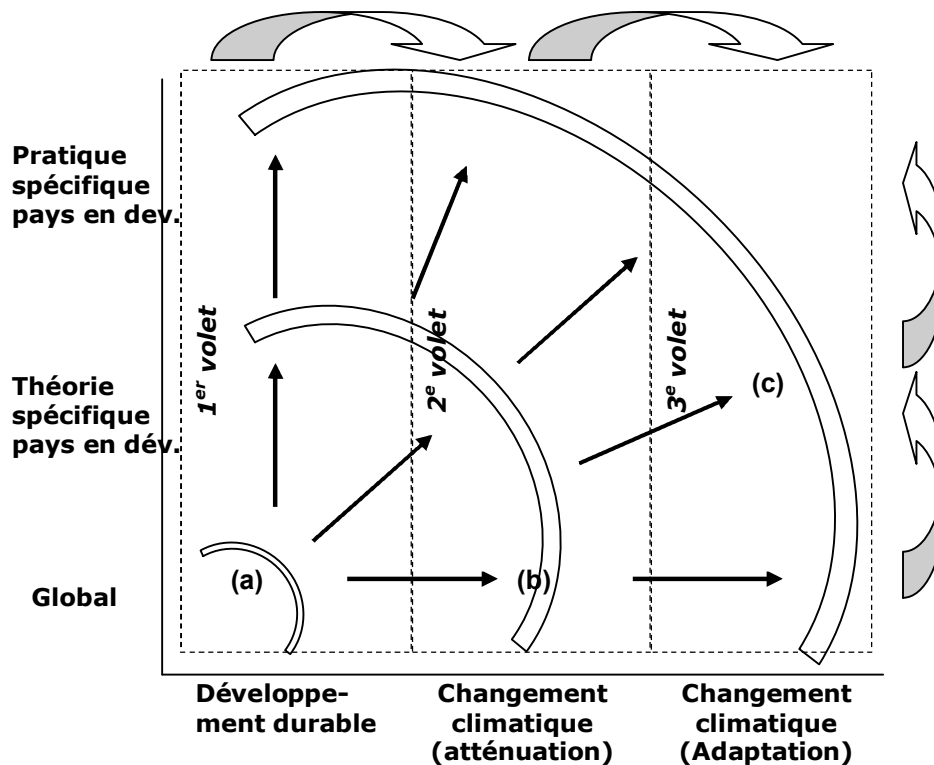


Figure 1: Contributions à l'étude des TIC, du changement climatiques et du développement au fil du temps

Le point de départ pour chacun des volets décrits ci-dessus est indiqué dans le diagramme. Ils sont liés les uns aux autres par un flux dynamique de sujets et d'idées (représenté par les flèches et demi-cercles, qui illustrent le flux entre (a) le développement durable, (b) l'atténuation des changements climatiques, et (c), l'adaptation au changement climatique).

L'axe des x retrace l'évolution des études sur les TIC et le changement climatique autour des thèmes fondamentaux du développement durable, qui ont ensuite été complétées par l'intérêt porté à l'atténuation, suivi du débat sur l'adaptation au changement climatique. Sur **l'axe des y**, le schéma reflète l'évolution des études depuis une approche globale, en passant par la théorisation sur le potentiel des TIC (d'abord concentré sur les pays développés, ensuite de plus en plus sur les pays en développement), jusqu'à l'apparition, plus récemment, des expériences pratiques associées aux TIC et au changement climatique dans des contextes en développement.

Ce diagramme fournit une catégorisation large de la recherche menée dans un champ d'étude grandissant, qui est à l'intersection de trois domaines complexes et qui peut, à bien des égards, être considéré comme «une cible mouvante» pour la recherche théorique. Etant donné l'apparition de nouvelles preuves scientifiques et empiriques sur les impacts du changement climatique et la création de nouvelles technologies toujours plus avancées, le rôle et le potentiel des TIC dans les stratégies de changement climatique continueront d'évoluer.

Cependant, bien que les sujets aient évolué et les travaux de recherche aient gagné en profondeur au fil du temps, les questions fondamentales – la durabilité et le suivi, l'atténuation, l'adaptation et la nécessité de stratégies holistiques pour

aborder le changement climatique – demeurent au cœur d'un débat continu et de plus en plus pertinent.

La section suivante examinera quelques-uns des principaux défis et lacunes de la recherche qui ont été identifiés grâce à l'analyse de la documentation en cette matière. Il s'agit de questions qu'il faudra examiner au fur et à mesure que l'étude du potentiel des TIC dans le changement climatique continue d'évoluer, en particulier dans des contextes de développement.

1.2. De la théorie à la pratique: identifier les enjeux

Un examen des études qui complètent la liste des publications relatives aux TIC, au changement climatique et au développement, révèle les différentes questions et champs d'étude nouveaux, depuis que la recherche s'est intéressée à ce domaine. Il suggère également que depuis l'apparition d'éléments de preuve sur l'utilisation des TIC pour répondre aux effets du changement climatique, la recherche commence à intégrer l'analyse des expériences sur le terrain et à mettre en lumière les défis auxquels sont confrontées dans la pratique les approches novatrices en matière de changement climatique.

Comme les publications le font remarquer, certains de ces défis sont étroitement liés à la complexité des actions d'atténuation, de surveillance et d'adaptation dans des contextes - en particulier dans les pays en développement - où la pauvreté aggrave les vulnérabilités au changement climatique.

Sur la base de la section précédente, quelques-uns des principaux défis et lacunes de la recherche ont été classés selon les trois principaux volets ci-dessus énoncés:

(a) Développement durable et environnement

- **Les défis du «découplage»:** Depuis le Sommet de Rio en 1992, les pays de l'OCDE ont délibéré sur la nécessité de découpler la croissance économique de la dégradation de l'environnement. De longs débats ont eu lieu autour des intérêts potentiellement divergents des pays développés et en développement (OCDE, 2001). Aucune solution n'est encore en vue, et dans un contexte d'augmentation de la fréquence et la gravité des événements liés au climat, ce débat a acquis une pertinence renouvelée. De nombreux défis demeurent posés concernant l'établissement du rôle et du potentiel des TIC pour le changement climatique; son rôle en matière de stratégies de croissance à faible émission de carbone n'est pas moins important. Il est admis que les avantages apportés par l'utilisation des TIC en matière de développement doivent être conservés dans des contextes vulnérables, sans perdre de vue la nécessité de réfléchir aux modèles de croissance, qu'il s'agisse des processus de bout en bout, ou du comportement des consommateurs.
- **Favoriser le suivi et la prise en charge locale:** Comme l'indiquent les sources disponibles, l'utilisation des TIC est bien établie dans le suivi de l'environnement, notamment la prévision météorologique, la surveillance du climat, l'alerte et la détection des effets des catastrophes naturelles, entre autres (UIT, 2008). Cependant, la littérature dans ce domaine suggère également que la plupart de ces initiatives ont été menées par les pays développés sur la base de leurs intérêts et que la collaboration avec les pays en développement en termes d'échange de connaissances et de création de capacités a encore un long chemin à parcourir.

Les enjeux actuels montrent également que les données, prévisions et analyses météorologiques sont souvent inaccessibles aux environnements vulnérables qui en ont le plus besoin, à cause du manque non seulement d'une infrastructure adéquate, mais aussi des ressources économiques et humaines nécessaires pour interpréter les données et agir en conséquence. Le renforcement des capacités, l'autonomie locale et une collaboration efficace Nord-Sud demeurent à la fois des défis et des opportunités, surtout en ce qui concerne le suivi.

- **Promouvoir la participation:** Les impacts du changement climatique à l'échelle mondiale exigent la participation active de nombreuses parties prenantes dans les actions sur le terrain, mais ils offrent également la possibilité de l'engagement d'un grand nombre de citoyens grâce à l'utilisation des outils TIC. Quelques exemples d'utilisation des téléphones mobiles et des outils Web 2.0 ont été constatés dans l'activisme social et la mobilisation sociale, la responsabilisation et le suivi des questions relatives au changement climatique (Heimbuch, 2009). Il faut néanmoins approfondir l'analyse des risques et potentiels de cette tendance en ce qui concerne la participation et l'influence politique des citoyens.

(b) Atténuation

- **Éviter la «fracture d'atténuation»:** Le grand nombre d'études qui mettent l'accent sur le rôle des TIC dans l'atténuation montre non seulement le progrès rapide du développement vers des technologies «plus propres», «plus intelligentes» et plus efficaces, mais aussi la nouvelle menace de l'élargissement de la fracture numérique. Si les objectifs d'atténuation se bornent à la réduction par les pays développés de leurs émissions de CO₂, les pays en développement risquent d'être en retard par rapport à la nouvelle vague de progrès technologiques qui ont été, pour la plupart, axés sur les besoins et priorités du changement climatique des pays développés. Le défi consiste donc à assurer que les intérêts des pays en développement soient pris en considération et qu'ils jouent un rôle dans les tendances émergentes: dématérialisation, substitution des voyages, efficacité énergétique et des bâtiments, entre autres.
- **Favoriser les opportunités économiques «vertes»:** L'analyse du rôle des TIC pour l'atténuation a été dominée par l'identification et l'analyse des applications informatiques, de leur robustesse et leur efficacité techniques pour diminuer les causes du changement climatique (WEF, 2008, l'UIT, 2007). Or, plus les impacts du changement climatique s'aggravent, plus il est nécessaire d'étudier des pratiques et modèles d'affaires écologiquement durables, y compris les initiatives «vertes» des pays en développement, qui pourraient favoriser la transition vers une société à plus faibles émissions de carbone. Ceci pourrait être particulièrement pertinent pour les contextes en développement qui cherchent à réduire leur dépendance vis-à-vis des ressources naturelles et à s'orienter vers une économie fondée sur la connaissance (p. ex., s'appuyer sur les tendances à la dématérialisation, promouvoir les nouvelles industries créatives et culturelles).

Intégrer les technologies à faible coût: Parallèlement avec l'accès accru aux TIC au niveau mondial (CNUCED, 2009), les technologies sont désormais profondément ancrées dans le tissu socio-économique des sociétés tant développées qu'en développement. Les actions d'atténuation présentes et futures

sont confrontées au défi d'intégrer davantage dans leurs stratégies un large éventail de technologies à faible coût, et d'examiner également les éventuels effets de rebond¹ et les volumes croissants de déchets électroniques.

(c) Adaptation et stratégies

- **Prise de conscience et renforcement des capacités:** La recherche dans ce domaine a reconnu la nécessité d'accroître la prise de conscience des décideurs à l'égard des avantages de l'utilisation des TIC pour faire face aux problèmes environnementaux. Elle a souligné aussi le besoin de renforcer les capacités d'utilisation des TIC par les différentes parties devant apporter une réponse au changement climatique.
- **Implication d'une multiplicité de parties prenantes:** L'ampleur des impacts du changement climatique, en particulier dans les régions vulnérables déjà touchées par la pauvreté et la marginalité, exige l'adoption de stratégies d'intégration d'une multiplicité de parties prenantes. Bien que les actions d'adaptation soient souvent entreprises et conduites au niveau communautaire (IIED, 2009), les expériences nouvelles indiquent l'importance de la participation du secteur privé dans les solutions fondées sur les TIC pour l'adaptation au changement climatique; ces actions doivent aussi être intégrées dans les stratégies nationales du cadre du gouvernement électronique (Labelle et al., 2008).
- **Activation des instances politiques:** Dans le contexte plus large de la mise en œuvre de stratégies pour le changement climatique, il est nécessaire de relever certains défis, entre autres, définir plus clairement le rôle des politiques publiques et des cadres réglementaires, surmonter les inégalités d'accès aux TIC dans les régions en développement et le manque de responsabilité et d'efficacité de la gouvernance, et favoriser l'appropriation et l'utilisation locales des informations qui doivent être convenablement traduites, avec une terminologie compréhensible (Kalas and Finlay, 2009 p. 45).
- **Articulation des efforts et des leçons apprises:** Bien que l'adaptation soit un processus complexe et multidimensionnel, il ne s'agit pas – comme le signalent les auteurs (Kalas et Finlay, 2009) – de réinventer la roue en ce qui concerne le rôle des TIC dans les stratégies de changement climatique, mais plutôt de construire sur les leçons apprises et les bonnes pratiques déjà identifiées concernant l'utilisation des TIC dans les approches relatives au développement. En ce sens, le défi réside dans la capacité des acteurs du domaine du changement climatique et des TIC à articuler leurs efforts, et à s'appuyer sur les leçons et expériences pertinentes afin d'assurer que l'utilisation des TIC contribue efficacement à renforcer la capacité des communautés locales à mieux se préparer, à répondre et à s'adapter à l'évolution du climat.

¹ «L'effet de rebond fait référence à l'idée selon laquelle une partie ou la totalité des réductions de la consommation d'énergie prévues en raison de l'amélioration de l'efficacité énergétique sont compensées par une demande croissante des services d'énergie, suite à la baisse du prix réel de ces services résultant de ces améliorations»(Dagoumas & Baker, 2009).

2. TIC, changement climatique et développement: vue d'ensemble

Après avoir passé en revue d'un point de vue chronologique la documentation et le débat relatifs aux TIC, au changement climatique et au développement, nous allons maintenant proposer un modèle global des principales contributions que peuvent apporter les TIC en matière de changement climatique. L'analyse complémentaire de la documentation nous permet de relever quatre principaux domaines qui revêtent une importance cruciale pour comprendre le rôle et le potentiel de ces outils dans les réponses au changement climatique. Qu'il s'agisse de mesures visant à atténuer ses causes, à suivre son évolution et à s'adapter à ses effets, ou de stratégies holistiques qui intègrent les parties prenantes de tous les secteurs, l'étude des TIC liées au changement climatique exige une vue d'ensemble des principales composantes qui sont à l'intersection de ces champs.

2.1. Les principales composantes du débat sur le changement climatique et les TIC

(a) Atténuation

Parallèlement avec la présentation de nouvelles preuves scientifiques du changement climatique et une prise de conscience accrue de l'accumulation rapide des gaz à effet de serre (surtout de CO₂), l'intérêt pour l'impact des TIC sur l'environnement a augmenté, ainsi que les travaux de recherche sur leur rôle potentiel à la fois pour atténuer le changement climatique et pour y contribuer.

Afin de comprendre le potentiel des TIC en matière de changement climatique, il convient d'abord d'identifier les domaines où elles ont des incidences. Les catégories suivantes ont été suggérées par les auteurs pour analyser les TIC liées à l'atténuation du changement climatique (UIT, 2008, Labelle et al., 2008, Houghton, 2009). Elles comprennent les questions suivantes:

- **Effets directs:** Il s'agit des effets sur l'environnement provoqués par la production, l'exploitation et les déchets des TIC, y compris l'énergie requise pour créer et faire fonctionner la technologie, et la production de déchets électroniques. Certains auteurs estiment que les effets directs de la production et l'utilisation des équipements des TIC équivalent de 1% à 3% des émissions mondiales de CO₂ (Houghton, 2009). D'autres les considèrent comme les «effets primaires» de la société de l'information, à savoir, ceux liés aux effets du processus total des industries informatiques et des télécommunications (Willard and Halder, 2003).
- **Effets indirects:** Ce sont les effets des applications des TIC, par exemple les réseaux intelligents, les systèmes de transport intelligents ou les bâtiments intelligents. Les nouvelles études explorent les effets positifs éventuels de ces outils dans les processus dits de dématérialisation, y compris le commerce et le courrier électroniques, la substitution des transports et des voyages par le télétravail ou la présence électronique, ainsi que des contributions à l'efficacité énergétique par l'amélioration des produits ou procédés physiques.
- **Effets systémiques ou de rebond:** Les effets systémiques sont largement associés aux comportements adoptés par les personnes à la suite de l'utilisation des TIC (Labelle et al., 2008), en particulier de nouvelles habitudes et modes de consommation liés à l'utilisation de ces outils et services (Pamlin et Szomolanyi, 2005). Certains auteurs comptent

également dans cette catégorie les effets de «rebond» de la technologie, soit les effets déclenchés par les deux autres types décrits ci-dessus (effets directs et indirects), qui peuvent contrebalancer les effets positifs (ou éco-efficacités) de l'utilisation des TIC (Houghton, 2009). (Par exemple, des applications informatiques plus efficaces réduisent les coûts énergétiques, mais elles entraînent une augmentation conséquente de l'utilisation ou de la demande de produits ou services, qui provoquent à leur tour une hausse de la consommation d'énergie, des transports ou de la production.)

Ces niveaux constituent des catégories utiles qui reflètent la complexité du potentiel des TIC dans ce domaine, et donc, la nécessité d'une compréhension plus globale de leur rôle.

Dans ce but, il est possible d'identifier quatre principaux domaines dans lesquels l'utilisation des TIC recoupe l'atténuation du changement climatique et le développement, met son potentiel au service de la réduction des émissions de CO₂ et permet des actions concrètes dans des contextes développés et en développement:

- **Consommation physique:** Elle concerne le rôle des TIC dans la modification des modes de consommation actuels, y compris la dématérialisation (ou le remplacement des «atomes» par des «bits», les publications électroniques et la numérisation de films et musiques) et la substitution des voyages (grâce à l'utilisation du courriel, des appels téléphoniques, de la messagerie texte, des vidéoconférences, entre autres) (UIT, 2008).
- **Production physique:** Elle concerne le rôle des TIC dans la réduction de la production physique par la transition vers l'économie de la connaissance, dans laquelle l'utilisation efficace des actifs incorporels, en particulier, les connaissances, les compétences et le potentiel d'innovation, sont essentiels pour réussir un avantage compétitif (Brinkley, 2006). Cette transition implique également un nombre croissant de sociétés qui utilisent les nouvelles technologies pour apporter des innovations à leur organisation, leurs processus et leurs pratiques de gestion des connaissances.
- **Production et distribution des énergies:** Cela concerne le rôle des TIC dans les réseaux intelligents et les sources d'énergie, afin de contribuer à une plus grande efficacité dans la production et la distribution de l'énergie (Tongia et al., 2005, CG, 2008).
- **Consommation d'énergie:** Elle concerne le rôle des TIC dans la fabrication et l'utilisation de TIC «vertes», notamment les moteurs intelligents et la logistique efficace de l'énergie, les bâtiments intelligents (qui permettent la gestion à distance des sites par une combinaison de dispositifs en réseau, tels les thermostats intelligents, les détecteurs de présence, les capteurs et contrôles de lumière, entre autres) (Labelle et al., 2008) et les systèmes de transport («éco-conduite», péage urbain, gestion du trafic et optimisation du stationnement) (UIT, 2007). Cependant, comme précédemment indiqué, il faut également tenir compte des effets négatifs des TIC sur l'atténuation en termes de consommation d'énergie pour la production et l'exploitation des TIC.

La reconnaissance de ces effets devrait être au cœur de toute analyse du rôle des TIC dans l'atténuation du changement climatique, car elle permet une meilleure

compréhension des opportunités ainsi que des défis associés à l'utilisation de ces outils pour réduire les causes du changement climatique.

(b) Suivi

Comme indiqué ci-dessus, les TIC jouent un rôle important pour assurer le suivi de l'environnement. Les applications des TIC contribuent à observer, à décrire, à enregistrer et comprendre les modèles et événements météorologiques et climatiques. Elles sont essentielles pour la recherche environnementale, l'analyse comparative, l'obtention et l'analyse des données en temps réel, ainsi que pour visualiser les informations environnementales (Labelle et al., 2008).

Un nombre croissant d'expériences sont disponibles sur les nouvelles applications qui utilisent la télédétection, les SIG, les navigateurs mondiaux tels que *Google Earth* et *Visual Earth*, les centres d'échange d'informations et de renforcement des capacités basés sur le Web, ainsi que l'analyse environnementale et la modélisation, entre autres (eoPortal, 2010, Climateprediction.net, 2010, TEAM, 2010, PNUE, 2010a, USAID, 2010).

Ces nouvelles expériences montrent que les outils TIC facilitent non seulement la compréhension des systèmes physiques et biologiques complexes qui font partie de l'environnement (Labelle et al., 2008), mais offre également des possibilités importantes pour diffuser plus largement et élargir l'accès aux informations essentielles pour soutenir les processus décisionnels. En même temps, les téléphones mobiles en particulier, peuvent permettre aux communautés de participer activement au suivi des ressources naturelles, enregistrer les changements climatiques et leurs effets sur les moyens de subsistance locaux et de l'environnement, tout en renforçant la responsabilisation des actions et processus sur le terrain.

Dans ce contexte, il est possible de souligner trois domaines dans lesquels l'utilisation des TIC rejoint le suivi du changement climatique et du développement, et qui adoptent, en gros, le cycle de vie typique des systèmes d'information (p. ex., Heeks, 2006):

- **Saisie des données:** Ce domaine comprend l'utilisation des TIC pour la collecte d'informations par les acteurs locaux, qui peut aider à renforcer les capacités et compétences locales d'exploitation de ces outils, tout en favorisant le suivi des informations pertinentes dans ce contexte. Il pourrait également inclure la télédétection et l'observation de la Terre.
- **Traitement des données:** Il s'agit de l'utilisation des TIC, notamment des programmes informatiques et logiciels pour enregistrer, résumer, analyser ou convertir des données en informations utilisables.
- **Présentation et diffusion des données:** Sur la base des résultats de la saisie et du traitement des données, ce domaine comporte la présentation et la diffusion d'informations pertinentes auprès des acteurs et parties prenantes concernés par le changement climatique. Cette étape est essentielle pour assurer l'utilisation des données collectées dans les processus décisionnels, ainsi que pour une sensibilisation accrue du public et des instances politiques vis-à-vis du changement climatique.

Le suivi de l'environnement est étroitement lié à des actions à la fois d'atténuation et d'adaptation, ainsi qu'à la mise en œuvre de stratégies efficaces en matière de changement climatique. Les activités permanentes de collecte, de traitement, de présentation et de diffusion des informations sont au cœur des

efforts relatifs au changement climatique et peuvent être considérées comme transversales puisqu'elles ont lieu à plusieurs niveaux et qu'elles impliquent un large éventail d'acteurs et de technologies.

(c) Adaptation

Depuis son apparition en 1990, le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) – qui est le principal organisme d'évaluation du changement climatique – a justifié par des arguments scientifiques de poids sa préoccupation sur les effets des actions humaines sur le climat mondial depuis la révolution industrielle (Jepma et Munasinghe, 1998, p. 2). Bien que les prévisions futures soient très complexes en raison de lacunes importantes dans les connaissances scientifiques, économiques, sociales et technologiques (ibid.), les modèles climatiques mettent en évidence des répercussions négatives globales, en particulier dans les régions les plus pauvres du monde (GIEC, 2007).

Ainsi, malgré la portée mondiale du changement climatique, ses effets sont différenciés et dépendent en bonne partie du degré d'exposition et de la vulnérabilité des différents contextes. L'équité est au cœur du débat. Le rôle différencié et les priorités des pays développés et en développement ont été abordés par un nombre croissant de publications qui relient le changement climatique au développement durable, indiquant l'effet croissant des schémas météorologiques imprévisibles et des événements les plus graves sur les contraintes socio-économiques ressenties par les populations vulnérables (GIEC, 2007, Kalas et Finlay, 2009).

Les études disponibles suggèrent que les effets des variations climatiques régionales et les changements saisonniers devraient augmenter et se traduire par des écosystèmes des habitats naturels plus vulnérables et (p. ex., déforestation, désertification, dégradation des terres), la pénurie des ressources en eau (fonte des glaciers, salinisation et pollution des ressources en eau), la diminution de la production agricole et l'augmentation de l'insécurité alimentaire, de nouvelles menaces pour la santé (maladies associées à la chaleur et au froid, changement des incidences des maladies à transmission vectorielle et des maladies infectieuses), ainsi que les risques pour les infrastructures et les logements humains (effets négatifs sur les systèmes de transport, l'intensification des déplacements et migrations des populations) (Parry et al., 2007, GIEC, 2007, Dumas et Kakabadse, 2008).

En même temps, en raison des limites auxquelles sont déjà confrontés les pays en développement aux niveaux socio-économique, scientifique et technologique, il est prévu que les augmentations des inondations et des sécheresses, des tempêtes, des inondations des zones côtières, des épidémies et des menaces pour la production agricole, entre autres, les affecteront plus sévèrement. Le débat actuel est de savoir en particulier, si ces événements graves, sont liés au changement climatique ou simplement au climat. Cependant, ces nuances importent peu pour les communautés qui les subissent et qui recherchent tous les moyens nécessaires pour faire face et pour s'adapter à ces événements.

En 2009, l'UIT a tenu son premier symposium international sur le changement climatique dans un pays en développement, afin de sensibiliser le public et d'augmenter la visibilité des questions les plus pertinentes pour ces régions du monde (UIT, 2009b). Les principales conclusions issues de cette rencontre et des études connexes (Dumas et Kakabadse, 2008, PCL, 2009) font ressortir les défis liés à la déforestation et à la dépendance agricole, à la sécurité de l'eau et à la fonte rapide des glaciers, ainsi qu'aux effets dévastateurs des ouragans et autres catastrophes naturelles dans les zones déjà défavorisées.

Ceci dit, l'identification de ces défis ne permet qu'une compréhension partielle des vulnérabilités complexes qui caractérisent les régions en développement, et de la façon dont la pauvreté généralisée augmente l'exposition aux changements climatiques et leurs impacts potentiels. L'efficacité des mesures d'adaptation dans ces régions dépend également de leur faible disponibilité de ressources, de leurs capacités institutionnelles insuffisantes, et du nombre limité des ressources humaines qualifiées susceptibles d'intervenir en cas de crise (Jepma et Munasinghe, 1998 p. 73).

En réponse à cette complexité, l'analyse des vulnérabilités systémiques a été approfondie par de nombreuses approches différentes dans les domaines des sciences sociales et des sciences naturelles, afin de parvenir à une meilleure compréhension des besoins et priorités dominants dans des contextes vulnérables au changement climatique.

Une telle approche a été proposée par Abraham Maslow (1943), qui a suggéré de classer les besoins humains en deux grands groupes: les besoins de carence (qui correspondent aux besoins physiologiques, de sécurité, sociaux et d'estime) et les besoins de croissance. Il a fait valoir que les besoins de carence doivent être satisfaits avant de passer à l'échelon supérieur, où l'individu pourrait parvenir à la pleine réalisation de son potentiel. Dans la pratique, il est possible que les différents niveaux de besoins interagissent, qu'ils se produisent simultanément ou en parallèle. Si nous partons de cette base pour comprendre les réponses au changement climatique, nous reconnaitrons la complexité supplémentaire de la conception et la mise en œuvre de stratégies efficaces vis-à-vis du changement climatique. En outre, les contextes de développement sont déjà confrontés à des vulnérabilités systémiques associés à la pauvreté endémique, qui aggravent l'intensité des besoins ressentis lors d'une catastrophe naturelle ou lorsque des tendances instables du climat nuisent aux moyens de subsistance locaux.

En général, la reconnaissance des différents niveaux de besoins peut aider à mieux comprendre la diversité des défis auxquels sont confrontés les pays en développement face aux effets du changement climatique. Cette compréhension peut aussi contribuer à mieux adapter les stratégies relatives au changement climatique, et en même temps, à identifier les domaines d'action potentiels soutenus par les TIC.

Les études en cette matière ont fourni des indications importantes sur le potentiel des outils TIC dans les processus d'adaptation des communautés vulnérables notamment, l'accès aux informations et aux connaissances nécessaires et pertinentes pour que les communautés locales puissent réduire le risque et la vulnérabilité, appuyer la voix des plus vulnérables dans la prise des décisions et promouvoir une plus grande responsabilisation politique. Elles soulignent aussi l'importance du réseautage et le partage des connaissances pour diffuser les bonnes pratiques et favoriser de vastes partenariats (Kalas et Finlay, 2009).

Compte tenu des vulnérabilités, des besoins et des défis existants, le potentiel des TIC appliqué aux processus d'adaptation au changement climatique peut être associé aux avantages suivants, qui sont essentiels pour la subsistance, mais qui peuvent aussi, à l'inverse, être considérés comme les principaux aspects de la vulnérabilité que le changement climatique peut induire ou contribuer à aggraver:

- **Aspects socio-politiques:** potentiel des TIC pour promouvoir l'inclusion et la participation à la conception et à la mise en œuvre des processus d'adaptation, et possibilités de créer les capacités, la formation, les réseaux sociaux et la sensibilisation.

- **Moyens de subsistance et finances:** potentiel des TIC dans les processus productifs et les activités de subsistance à l'échelle locale, y compris l'encouragement des micro-entreprises, l'accès au crédit et les nouveaux services financiers (Duncombe et Boateng, 2009). Cela représente en partie la capacité des communautés individuelles et des nations entières à développer des moyens de subsistance sur la base des TIC, qui peuvent devenir plus résilients face aux impacts induits par le changement climatique.
- **Santé:** Les phénomènes météorologiques extrêmes et les tendances climatiques changeantes provoqués par le changement climatique ont été associés à des problèmes de santé divers qui peuvent survenir à la suite d'une plus grande prévalence de certaines maladies à transmission vectorielle (notamment, le paludisme et la dengue) et d'origine hydrique, liées à la chaleur, à la sécurité alimentaire et à la baisse de la disponibilité d'eau potable (IISD, 2005). Dans ce contexte, les TIC peuvent permettre le partage des informations, une prise de conscience accrue et le renforcement des capacités concernant les principales menaces pour la santé liées au changement climatique, afin de les prévenir et de les gérer efficacement.
- **Habitat (établissement et déplacement):** En ce qui concerne les établissements humains, la documentation indique que le changement climatique pourrait déclencher des migrations en grande échelle et des redistributions de personnes qui entraîneront de lourdes demandes d'infrastructures urbaines (Hardy, 2003). Les populations déplacées en raison de l'élévation du niveau des océans, de la sécheresse, de la désertification ou d'importantes inondations, ainsi que de changements climatiques, notamment l'intensification des précipitations, auront des répercussions sur la capacité des systèmes de drainage et de contrôle des inondations, l'environnement bâti, l'énergie et les transports, entre autres. Les applications des TIC peuvent jouer un rôle important pour l'aménagement urbain (SIG), le suivi et la fourniture des informations environnementales pertinentes pour soutenir les processus décisionnels qui contribuent à l'adaptation des habitats humains.
- **Alimentation (agriculture):** Le rôle des TIC pour améliorer la sécurité alimentaire et soutenir les moyens de subsistance en milieu rural, fortement dépendants de l'agriculture, est un sujet d'intérêt croissant en matière de changement climatique. Le potentiel des TIC dans ce domaine va du renforcement des systèmes de production agropastoraux (informations relatives au contrôle des parasites et des maladies, dates d'ensemencement, variétés de semences, applications d'irrigation et systèmes d'alerte précoce), à l'amélioration de l'accès au marché (informations sur relatives aux prix et aux tendances de consommation) et aux opportunités de renforcement des capacités des agriculteurs locaux (Stienen et al., 2007).
- **Ressources en eau:** Selon le GIEC, le changement climatique pourrait entraîner des effets considérables sur les ressources en eau, qu'il s'agisse de l'ampleur et la fréquence accrues des inondations en raison de l'augmentation des précipitations, ou de la diminution du débit des fleuves, ou encore de la sécheresse due à une hausse de l'évaporation (GIEC, 2001). Parmi les effets possibles il y a également la dégradation de la qualité de l'eau en raison de la hausse des températures et des polluants, qui pourraient avoir des effets dévastateurs sur les moyens de

subsistance des communautés rurales et urbaines, tout en limitant leur capacité d'adaptation. Parmi les domaines dans lesquels les TIC peuvent apporter une contribution, il y a l'amélioration des techniques de gestion et de suivi des ressources hydriques et la sensibilisation à ces questions.

Cependant, bien que le lien existant entre changement climatique et TIC dans les régions en développement soit de plus en plus reconnu par les auteurs et les intervenants, il est nécessaire d'analyser en profondeur les effets de ces outils sur les vulnérabilités et les moyens de subsistance dans le contexte du changement climatique.

Cela comprend l'analyse de leur rôle en tant que facilitateur de l'évaluation, des informations, du réseautage, de la prise de décisions (notamment, la prévision et l'alerte précoces, la planification, les réponses à court terme et les mesures d'adaptation à long terme), des transactions, de la production et de la mobilisation, dans le cadre des processus d'adaptation.

Sans l'examen spécifique des enjeux du développement et des ressources limitées des pays en développement, qui déterminent en fin de compte le degré de vulnérabilité d'un contexte donné au changement climatique, l'étude du potentiel des TIC risque d'être menée dans le vide, sans rapport avec la conception des politiques et stratégies relatives au changement climatique.

(d) Stratégie

Vu le nombre croissant des pays en développement qui ont entrepris l'élaboration de programmes nationaux d'adaptation (PANA), conformément à la Convention-cadre des Nations Unies sur le changement climatique (2010, Reid et al., 2009), la nécessité d'identifier et de répondre aux besoins du changement climatique et de définir des stratégies adéquates est devenue prioritaire pour le programme international relatif à l'environnement.

Le potentiel des TIC pour ces stratégies peut être examiné dans cinq principaux domaines d'action dont la mise en œuvre effective peut être activée par ces outils, à savoir: les marchés du carbone, les processus décisionnels, les réseaux politiques, la sensibilisation et le renforcement des capacités, et le transfert de technologies.

Les TIC peuvent compléter et renforcer les stratégies dans ce domaine, en contribuant à l'efficacité et au suivi des marchés du carbone, en favorisant l'inclusion et la participation à la prise des décisions et aux réseaux politiques, en sensibilisant le public et en renforçant les capacités sur les principales questions liées au changement climatique.

Or, la conception de stratégies réussies en matière de changement climatique qui prennent en ligne de compte les TIC exige non seulement l'identification du potentiel de ces outils, mais aussi des difficultés que représentent leur utilisation et leur adoption.

Comme en témoignent les facteurs mentionnés ci-dessus, nombre de ces difficultés se rapportent à la planification et à la mise en œuvre de stratégies dans des contextes vulnérables, caractérisés par des ressources et des actifs limités. Quelques-unes de ces difficultés ont été prises en considération à des degrés divers dans les publications, notamment la faible disponibilité de personnels qualifiés, en particulier de cadres, planificateurs et experts (Labelle et al., 2008), et le coût restrictif de certaines applications.

L'infrastructure physique reste un facteur limitant pour de nombreuses régions éloignées du monde en développement, en particulier dans les zones montagneuses et marginalisées (Schild, 2008). Bien que la téléphonie mobile soit dans ces pays généralement plus accessible que les ordinateurs et Internet (CNUCED, 2009), leurs défis consistent à adopter des technologies mobiles à large bande et à disposer d'un spectre suffisant.

Au niveau des politiques, l'interprétation et l'utilisation efficaces des informations environnementales par les stratégies relatives au changement climatique nécessitent non seulement des sources accessibles et des informations adaptées au contexte, mais aussi la mise en place de canaux appropriés pour avoir une influence sur les définitions politiques et la prise de conscience. Une difficulté supplémentaire consiste à intégrer les applications et pratiques de l'environnement électronique dans la planification du développement national (Labelle et al., 2008), y compris l'adoption de stratégies holistiques qui reconnaissent les liens étroits et les interactions entre l'atténuation du changement climatique, le suivi et l'adaptation, et le développement durable.

Les difficultés mentionnées jusqu'ici ne représentent qu'une petite partie du débat complexe qui reste posé sur le rôle des TIC dans le changement climatique. Cependant, l'analyse indique que les domaines relatifs à l'atténuation, au suivi, à l'adaptation et aux stratégies, et les liens étroits entre ces domaines, sont fondamentaux pour comprendre le potentiel de ces technologies en matière de changement climatique.

2.2. TIC, changement climatique et développement: modèle d'ensemble

Grâce à l'analyse des principales études sur les TIC, le changement climatique et le développement, nous avons identifié quatre principaux domaines dans lesquels les TIC ont trait au changement climatique, à savoir: l'atténuation, le suivi, l'adaptation et la stratégie. Sur la base de l'analyse détaillée effectuée ci-dessus, nous pouvons construire un modèle (Figure 2) qui résume les divers rôles que les TIC peuvent jouer, en théorie, et de plus en plus en pratique. Ces rôles sont en grande partie, mais pas exclusivement, positifs.

Le modèle que nous présentons dans la Figure 2 illustre les principales composantes et les liens qui caractérisent ce nouveau domaine. Il doit être considéré moins comme un reflet de ce qui s'est déjà produit, mais plutôt comme une aide pour l'identification de nouveaux domaines d'analyse sur le rôle et le potentiel des TIC, surtout dans les régions en développement. Il peut donc être pris non seulement comme un guide général sur les études passées et futures en matière de TIC, de changement climatique et de développement, mais aussi comme un guide stratégique des domaines qui doivent être inclus pour élaborer des politiques ou stratégies ciblées sur la meilleure façon de se préparer, de répondre et de s'adapter aux effets, à la fois chroniques et aigus, du changement climatique.

Etant donné que le croisement des TIC, du changement climatique et du développement est un nouveau domaine d'étude, ce modèle doit être considéré comme un aperçu d'ensemble de ces questions et de leurs liens principaux, plutôt que comme un compte rendu exhaustif. Il va continuer d'évoluer en tant qu'outil d'analyse, en parallèle avec l'évolution de ces questions.

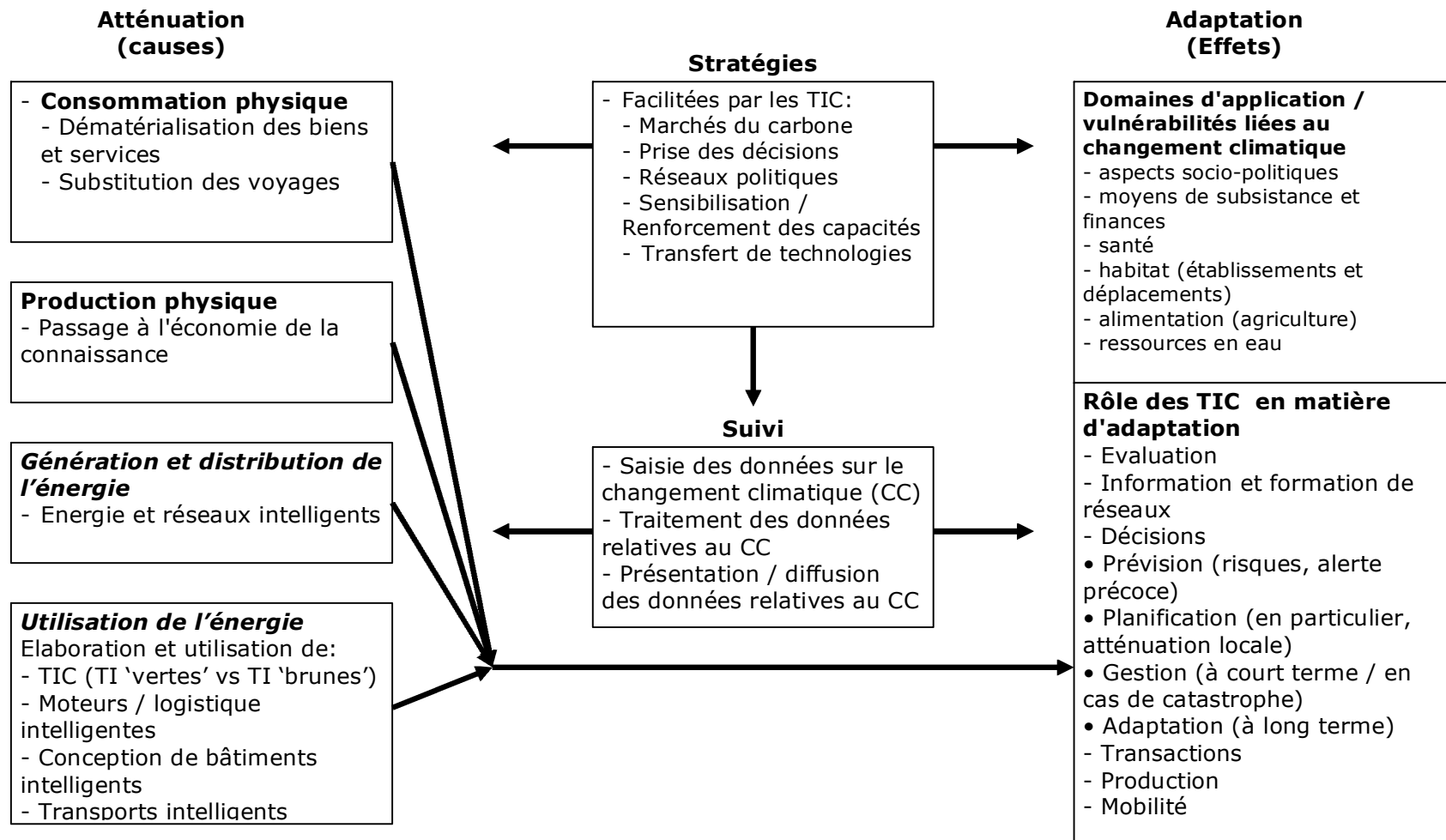


Figure 2: Modèle d'ensemble des TIC, du changement climatique et du développement

3. Nouvelles expériences des pays en développement

Dans notre analyse précédente des tendances de la documentation dans la Section 1, nous avons constaté que le matériel sur la pratique des pays en développement était une contribution relativement récente à ce sujet. Il s'agit néanmoins d'une contribution dont il faut prendre note. Ainsi, après avoir exposé une vue d'ensemble relativement conceptuelle des TIC en matière de changement climatique (y compris les principaux enjeux et priorités des pays en développement), nous allons maintenant présenter de brefs exemples pour aider à illustrer les applications réelles des TIC dans ce domaine.

Les exemples cités ont été tirés des publications disponibles. Ils concernent des cas d'utilisation de la technologie dans des contextes vulnérables en Asie, en Afrique et en Amérique latine. Comme les études axées spécifiquement sur les TIC, le changement climatique et le développement sont à présent plutôt rares, nous avons dû étendre notre champ d'action afin d'y inclure aussi les travaux qui relèvent de la partie pratique spécifique des pays en développement du "Volet 1" (Figure 1), ainsi que des éléments équivalents des deux autres volets. Les exemples sont organisés selon les principaux champs d'analyse identifiés par le modèle d'ensemble (Figure 2).

(a) Mesures d'atténuation et de suivi

Certains effets directs des TIC, en particulier, la question relative aux déchets électroniques produits par l'industrie des TIC, sont de plus en plus abordés par les pays en développement. A la recherche de solutions écologiquement responsables et durables au problème des déchets électroniques, *SUR Corporations* mis en place, avec l'appui du CRDI, une plate-forme régionale qui favorise la bonne gestion et le traitement des déchets électroniques en Amérique latine et dans les Caraïbes par le biais de la recherche appliquée, le renforcement des capacités et des communications, y compris l'examen des opportunités économiques et sociales offertes par le recyclage des TIC (RELAC, 2010).

En même temps, la protection des écosystèmes et de la biodiversité est un domaine où l'utilisation des TIC, en particulier à travers les SIG et les applications de télédétection, se propage rapidement. Plusieurs exemples d'applications basées sur le Web font état de l'adoption croissante de la télédétection et d'autres outils pour obtenir des informations géographiques dans les domaines de l'agriculture durable, de la conservation des écosystèmes et de la compréhension des effets du changement climatique sur l'environnement.

Des applications spécifiques ont été mises au point afin de fournir des modèles et des prévisions climatiques nécessaires pour conduire des processus décisionnels éclairés et assurer une sensibilisation accrue sur l'ampleur des effets climatiques sur les ressources critiques. Les cartes de *Google maps* sont utilisées à des fins similaires pour présenter des illustrations, des images satellitaires et des photographies, ainsi que d'autres médias interactifs qui montrent et décrivent les effets des actions humaines (passées et présentes) sur l'environnement (UNEP, 2010b, Climateprediction.net, 2010).

Les TIC sont également utilisées pour saisir des données en temps réel afin de suivre les tendances à long terme de la biodiversité tropicale. *TEAM Network* est un exemple d'un réseau mondial qui intègre la collecte de données sur le terrain avec la conception de systèmes d'alerte précoce pour guider les actions de conservation. Les équipes locales basées dans des sites des pays en

développement utilisent les technologies mobiles (téléphones intelligents et *EcoPDA*) pour faciliter la collecte de données qui, une fois stockées dans les serveurs et bases de données, sont diffusées dans le monde, gratuitement, presque en temps réel. Les collecteurs de données dans ce domaine peuvent télécharger les données en ensembles de données et les utilisateurs peuvent filtrer, sélectionner, visualiser et télécharger les images obtenues sur le terrain (TEAM, 2010).

Le réseau AMARC (Association mondiale de radiodiffuseurs communautaires) utilise la radio communautaire interactive pour la prévention et la gestion des catastrophes (Asie-Pacifique), la sécurité alimentaire et la réduction de la pauvreté (Amérique latine) et la désertification (Afrique) (Kalas and Finlay, 2009).

(b) Adaptation et stratégie

Les expériences sur le terrain montrent le potentiel des technologies tant traditionnelles qu'émergentes pour favoriser la sensibilisation et la mise en commun des connaissances en matière de changement climatique. Dans des régions en développement marginalisées et isolées, la radio communautaire s'est avéré un outil puissant pour diffuser les informations et impliquer les communautés locales dans les actions liées au climat.

Au Cameroun, une organisation appelée *Protege QV* a mis en œuvre un projet basé sur l'utilisation d'émissions de radio pour sensibiliser les communautés au changement climatique. Cet effort comprend la production d'un ensemble d'outils pour soutenir les activités de sensibilisation de 15 stations de radio communautaires, ainsi que des ateliers de formation et des enquêtes sur le terrain (GKP, 2010).

Quelques exemples d'adaptation font également partie du nouveau suivi communautaire. Dans le bassin inférieur du Mékong, les villageois vietnamiens ont reçu des téléphones mobiles et une formation afin qu'ils puissent répondre plus efficacement à la saison des crues 2008. Ils ont utilisé cette technologie pour signaler la probabilité d'inondations localisées au Centre hydrométéorologique de la région sud, dans la ville de Ho Chi Minh, qui est l'organisme local responsable de la prévision des crues. Les mesures prises deux fois par jour par la population locale étaient envoyées par SMS aux autorités, ce qui a assuré une plus grande précision et des alertes d'inondation plus fiables aux communautés. Sur la base de ces informations, les habitants pouvaient mieux se préparer en cas d'évacuation et protéger leur bétail. En outre, les tendances à long terme fondées sur les informations recueillies contribueront à améliorer les systèmes locaux d'irrigation et à prendre des décisions éclairées sur les stratégies de diversification des cultures (MRC, 2009).

En Inde, un système de connaissances intégrées sur l'adaptation au changement climatique utilise les médias traditionnels et nouveaux, le Web 2.0, Internet et les téléphones mobiles pour faciliter l'accès des communautés aux connaissances pertinentes au niveau local et les aider à mieux s'adapter dans un contexte d'insécurité alimentaire et de grande vulnérabilité à des phénomènes météorologiques extrêmes (BCO, 2010a).

En Ouganda, les *iPods* et *podcasts* sont utilisés dans des communautés marginalisées pour accéder à des contenus présentés de façon créative, relatifs à leurs moyens de subsistance. Ces contenus comprennent des informations sur l'amélioration de la productivité agricole (semences, cultures ou races d'animaux, importance des vaccinations du bétail et gestion préventive de la santé,

informations sur des machines de petite taille) et les meilleures pratiques d'adaptation au changement climatique (solutions permettant de remplacer les engrais chimiques et pesticides, fort coûteux; utilisation appropriée de produits agrochimiques); ils soulignent l'importance de la collaboration au sein d'associations capables de commercialiser en gros, afin d'utiliser une marque et de négocier de manière plus efficace de petites quantités de produits (ALIN, 2010).

De nombreuses nouvelles études relatives aux TIC pour le développement (TIC4D) ont documenté les effets positifs de l'utilisation des téléphones mobiles qui ont permis aux agriculteurs et pêcheurs locaux d'accéder aux marchés (Jensen, 2007), d'améliorer leur capacité à effectuer des transactions à des prix plus précis et de demander des informations. En même temps, la littérature disponible fait référence aux effets des TIC sur l'accès aux informations et connaissances par les agriculteurs locaux sur les nouvelles variétés de cultures, les maladies des cultures et des processus de production plus efficaces, qui favorisent la productivité et facilitent les processus d'adaptation des moyens d'existence locaux (Scott et al., 2004).

Au Pérou, le *Centro Peruano de Estudios Sociales* (CEPES, 2010) a mis en place un projet fondé sur un petit réseau de télécentres dans la vallée du Huaral, une région éloignée où les sécheresses et la pénurie d'eau menaçaient la production agricole et les moyens de subsistance locaux. Avec le soutien des TIC, les agriculteurs disposent d'un système d'information agricole qui les aide à accroître la productivité et la commercialisation de leurs cultures, ainsi que des logiciels pour améliorer la distribution de l'eau (APC, 2007).

A Madagascar, des vidéos participatifs et des récits numérisés ont été utilisés pour stimuler le débat communautaire sur les questions relatives au changement climatique et sensibiliser les décideurs et des couches élargies de la population (BCO, 2010b). De même, une ONG équatorienne utilise Internet pour documenter et sensibiliser sa population aux enjeux environnementaux de ce pays, notamment en matière de gestion forestière et de biodiversité (AccionEcologica, 2010).

Résumé

Les nouvelles expériences d'utilisation de ces technologies dans des pays en développement restent, pour la plupart, anecdotiques. Elles manquent d'une évaluation fiable en termes de répercussions sociales et économiques.

Cependant, ces expériences soulignent les principaux défis en matière de coordination et de communication entre les communautés, les institutions et les autorités aux niveaux local, municipal et national. Ce manque de coordination risque d'empêcher que les nouvelles informations recueillies et suivies sur le terrain puissent parvenir aux niveaux de prise de décision appropriés, et compromet donc leur traduction en stratégies plus efficaces de changement climatique.

En même temps, elles suggèrent que, malgré la pénétration et l'adoption croissantes des TIC, les pays en développement accusent un retard d'utilisation de ces outils en raison d'obstacles persistants d'accès et du manque de capacités locales nécessaires pour entreprendre des actions sur le plan de l'atténuation, du suivi et de l'adaptation. De plus, les problèmes de langue (la plupart des applications disponibles fonctionnent et produisent des contenus en anglais) représentent une barrière supplémentaire pour que les pays en développement

puissent mettre à profit le potentiel de ces outils dans les domaines relatifs au changement climatique.

Bien que les nouvelles expériences d'utilisation des TIC en réponse au changement climatique dans les régions en développement soient encourageantes, elles montrent également que les connaissances disponibles dans ce domaine souffrent de lacunes importantes, et que de nouvelles études s'imposent donc pour les combler.

4. Questions pour la recherche future

L'analyse présentée jusqu'à présent souligne la complexité d'un domaine d'étude nouveau intimement lié aux effets inévitables, quoiqu'incertains, du changement du climat mondial. Tout comme la recherche se poursuit à l'intersection des domaines du changement climatique, des TIC et du développement, il y a parallèlement la nécessité d'explorer de nouvelles questions qui affectent la capacité des pays en développement à s'adapter efficacement, à surveiller, et, finalement, à contribuer à atténuer les incidences du changement climatique.

Sur la base de l'examen des compléments apportés au fil du temps à la littérature dans le domaine des TIC, du changement climatique et du développement (Section 1), ainsi que de l'analyse des priorités liées à l'atténuation, au suivi, à l'adaptation et à la stratégie (Section 2), et des nouvelles expériences menées par des pays en développement (Section 3), il a été possible d'identifier les questions suivantes comme des domaines clés pour la recherche future:

(a) Atténuation

- **TIC et atténuation au niveau communautaire:** Etant donné que la plupart des ressources disponibles dans ce domaine ont porté sur les besoins d'atténuation et les programmes des pays développés, il faudra engager de nouvelles recherches au sujet de l'utilisation des TIC par les communautés, afin de promouvoir des sociétés à faible production de carbone (substitution de voyages, production et utilisation d'énergies intelligentes, dématérialisation de biens et services), et examiner les difficultés de la mise en œuvre des TIC et leurs effets potentiels dans des contextes en développement.
- **TIC, changement climatique et chaînes mondiales de valeur et d'approvisionnement:** Plus la mondialisation s'approfondit, plus les réseaux mondiaux de distribution et de logistique sont liés aux questions relatives au traitement des déchets électroniques, à la normalisation du suivi de l'efficacité énergétique et à l'étiquetage (Houghton, 2009 p. 15). Cela reflète la nécessité d'adopter des approches holistiques pour analyser le rôle des TIC dans le changement climatique, compte tenu des tendances de l'économie de la connaissance et du rôle du secteur privé, entre autres intervenants, dans l'examen de la durabilité environnementale comme un processus, plutôt que comme une activité axée sur les produits.
- **TIC, changement climatique et nouvelles tendances de consommation:** Les nouvelles tendances préconisent la modification des demandes et valeurs des consommateurs, en particulier par des approches novatrices telles que la «dématérialisation» et le «démarketing». La «dématérialisation» est liée à des innovations sociales qui peuvent conduire à la satisfaction des besoins et désirs par des moyens immatériels, par opposition aux moyens physiques. Le «démarketing» est

une tendance de marketing social qui vise à décourager l'achat ou l'utilisation de certains produits ou services (Willard et Halder, 2003). Le potentiel des TIC dans l'évolution de ces tendances reste à explorer, surtout dans les contextes en développement, y compris les effets des changements de comportement et les nouvelles pratiques de consommation – facilitées par les TIC - dans la croissance économique.

- **TIC, changement climatique et nouvelles pratiques d'affaires:** La recherche dans ce domaine pourrait étudier l'apparition de moyens de subsistance neutres en carbone avec l'appui des outils TIC, y compris les opportunités «vertes» des TI, des entreprises et modèles d'affaires au niveau local.

(b) Suivi

- **TIC, suivi du changement climatique et autonomisation locale:** Comme reconnu par la littérature en cette matière, l'accès aux bonnes informations favorise l'autonomie des communautés locales et contribue à améliorer leur capacité à subvenir à leurs besoins (Labelle et al., 2008). Mais pour y parvenir, les informations pertinentes doivent être accessibles aux acteurs locaux, ce qui implique non seulement l'accès physique et la connectivité, mais aussi la présentation claire des résultats (c'est-à-dire, une terminologie non scientifique, dans la langue locale) ainsi que l'utilisation de canaux de diffusion adaptés au contexte local (radio communautaire, SMS, points d'accès Internet, vidéo communautaire et autres médias interactifs). En outre, pour que ces informations se traduisent en actions efficaces pour le développement – la chaîne dite «de l'information» –, il faut un ensemble complémentaire de ressources pour l'interprétation et l'action (Heeks & Kanashiro, 2010).

(c) Adaptation

- **TIC, changement climatique et localisation:** Il faut assurer l'accès communautaire et utilisation des applications des TIC aux stratégies de changement climatique, notamment le renforcement des capacités, l'utilisation de la langue locale et les défis de durabilité dans des contextes en développement. Cette question est particulièrement pertinente concernant l'utilisation efficace des TIC pour suivre les effets du changement climatique (p. ex., les SIG et les méthodes intégrées de collecte de données dans ses communautés éloignées).
- **TIC et moyens de subsistance locaux:** Il s'agit des actions spécifiques relatives aux deux questions communautaires principales: les effets du changement climatique sur l'agriculture locale et la gestion des catastrophes naturelles.
- **TIC, participation locale et sensibilisation:** Le rapport récent qui a reçu le soutien de BCO (Kalas et Finlay, 2009) met l'accent sur la nécessité de documenter les défis, les techniques et les connaissances relatives à l'adaptation au niveau local. Ce processus peut permettre non seulement de mettre à profit les leçons apprises, mais aussi de promouvoir la participation des communautés vulnérables afin qu'elles définissent leurs priorités actuelles et jouent un rôle actif dans les processus de prise de décisions en cette matière. Les TIC peuvent jouer un rôle dans les différentes dimensions que présente ce défi, de la documentation à l'accès aux informations, afin de faciliter la participation et le changement.

- **TIC et nouveaux aspects sociaux du changement climatique:** Selon Jepma et. al (1998), ces nouveaux aspects comprennent: (a) la mise en œuvre de cadres équitables et participatifs pour mener les actions et prendre des décisions; (b) la réduction de l'éventualité de troubles et conflits sociaux associés aux effets du changement climatique; (c) la protection des cultures menacées et la préservation de la diversité culturelle (p. ex., dans de petites îles menacées par l'augmentation du niveau de la mer).

(d) Stratégie

- **TIC, changement climatique et inclusion:** Voici certains des sujets possibles de la recherche dans ce domaine: (a) les TIC pour l'inclusion politique du changement climatique (transmettre les informations des communautés aux réseaux politiques, les partager et les faire circuler entre les communautés), ainsi que (b) l'implication des jeunes et l'inclusion des deux sexes, surtout dans le contexte de l'utilisation des TIC pour l'adaptation au changement climatique. Les jeunes et les femmes sont des agents clés du changement au sein des communautés locales et leur rôle est essentiel pour promouvoir la mise en œuvre efficace des solutions TIC. Comme indiqué par la recherche menée par l'Institut international pour le développement durable (IISD, pour son sigle en anglais), les foyers dont les chefs de ménage sont des femmes, en particulier ceux à faibles revenus, sont traditionnellement les plus durement touchés par les catastrophes climatiques (IISD, 2005) et par les manifestations du changement climatique chronique. Dans ce contexte, les TIC pourraient jouer un rôle essentiel dans la fourniture d'informations pertinentes, le renforcement des capacités et l'autonomisation, soit en fin de compte le renforcement de la capacité d'adaptation.
- **TIC, changement climatique et défis de gouvernance:** Les recherches menées par l'IISD sur les questions relatives à l'adaptation et au rôle des TIC soulignent la nécessité d'approfondir l'étude du rôle de ces technologies dans la transformation systémique des structures socio-économiques, y compris l'utilisation de la gouvernance en réseau pour atteindre les objectifs du développement durable (IISD, 2005). L'un des principaux sujets est la nécessité de tenir compte des objectifs du développement durable dans les stratégies et politiques nationales en matière de TIC, intégrant à la fois la durabilité de l'environnement et les perspectives de la société de l'information dans les stratégies relatives au climat. La recherche pourrait ensuite examiner la contribution des TIC à l'élaboration de stratégies nationales et mondiales relatives au changement climatique, ainsi qu'à la mise en place des cadres politiques qui favorisent leur utilisation effective en cette matière.
- **TIC et prise de décisions en matière de changement climatique:** Le rôle des TIC en tant que facilitateurs des processus de prise des décisions en matière de changement climatique aux niveaux micro, moyen et macro doit être mieux compris, notamment en ce qui a trait à la sensibilisation et à la planification stratégiques, et l'intégration des perspectives des différentes parties prenantes. Cela comprend leur rôle potentiel d'articulation des efforts des divers partenaires, ainsi que l'intégration des connaissances et des leçons apprises dans le cadre des processus de prise des décisions.

Outre les lacunes constatées - et donc, les priorités futures - dans les domaines de la recherche explicitement liés aux quatre principales composantes du modèle d'ensemble présenté dans la Figure 2, il existe également dans la littérature deux questions transversales d'un intérêt particulier pour l'application des TIC au changement climatique dans les pays en développement.

(e) Gestion et assistance en cas de catastrophes

- **TIC, gestion et assistance en cas de catastrophes:** Il conviendrait d'étudier les liens existant entre la gestion des catastrophes, les stratégies d'intervention et les actions rendues possibles par les TIC afin d'assurer l'atténuation, le suivi et l'adaptation, dans le but de formuler des recommandations visant à mieux coordonner les efforts et refléter les liens et les rétroactions dans le cadre des stratégies globales de changement climatique.

(f) Technologies: effets et difficultés

- **Nouvelles technologies à faible coût:** Comme en témoigne la documentation disponible dans ce domaine, il est nécessaire de poursuivre l'étude du rôle et du potentiel des nouvelles technologies à faible coût, notamment la téléphonie mobile, les radios communautaires, les médias, Internet, entre autres applications, vu les vulnérabilités et difficultés posés par le changement climatique dans les pays en développement. Or, s'il est vrai, comme précédemment noté, que les TIC n'ont pas fait l'objet d'études approfondies, il faut aussi examiner le potentiel des différents types de TIC et analyser en même temps transversalement les difficultés rencontrées par l'application des TIC au changement climatique.

5. Conclusions

L'analyse de la littérature disponible sur le rôle des TIC en matière de changement climatique montre qu'il s'agit d'un domaine nouveau, fascinant et en croissance rapide, quoique d'une grande complexité. Les sources, qui vont depuis la fin des années 1990 jusqu'à présent, prouvent l'existence d'une étroite corrélation entre ces domaines et la réalisation du développement durable, qui est au cœur tant des études passées que des nouvelles analyses sur ce sujet.

Mais tandis que la durabilité environnementale reste un sujet de préoccupation constante, des approches plus larges sont plutôt ciblées sur l'atténuation, le suivi et de plus en plus, l'adaptation et la stratégie, qui constituent les éléments clés de l'étude de cette question, telle que résumée par le Modèle d'ensemble des TIC, du changement climatique et du développement (Figure 2).

Cette attention particulière va de pair avec la reconnaissance de l'ampleur croissante des effets du changement climatique dans les pays en développement, et par conséquent, des priorités différenciées dans ce domaine. Cette reconnaissance s'est traduite par des études sur le rôle et le potentiel des TIC, de plus en plus liés à l'analyse des vulnérabilités et des moyens limités qui caractérisent les régions en développement.

Jusqu'à présent, les sources ont admis que les TIC peuvent avoir des effets positifs et négatifs sur l'environnement: elles facilitent des transports efficaces et la substitution des voyages, mais entraînent une consommation d'énergie et des déchets électroniques accrus. Si les technologies numériques permettent la

réduction des voyages et la dématérialisation de certains produits, il est à craindre que les modes de consommation actuels puissent également augmenter le nombre des voyages et la demande de produits moins chers, qui viendraient compenser les premiers effets éco-efficaces (effets de rebond).

Ces risques soulignent nécessité de poursuivre l'analyse des impacts potentiels des TIC sur le changement climatique et mettent l'accent non seulement sur les effets des applications particulières (résultats), mais aussi sur le cycle de vie des produits des TIC (Pamlin et Szomolanyi, 2005), ainsi que sur les effets comportementaux ou systémiques qui pourraient être associés aux nouveaux procès de production ou de consommation. D'où l'importance d'une approche systémique pour comprendre le rôle des TIC dans le changement climatique, tout en reconnaissant les liens étroits qui existent entre les actions et les stratégies d'atténuation, de suivi et d'adaptation.

En même temps, plus il y a de preuves dans les domaines relatifs à l'adaptation au changement climatique sur l'utilisation de différentes applications des TIC, y compris l'utilisation des nouvelles technologies à faible coût (radios communautaires, téléphones portables, vidéos participatives, entre autres), plus il est nécessaire de pousser la recherche sur les opportunités et les défis rencontrés par les experts dans ce domaine, plus il faut réduire l'écart des connaissances qui caractérise les réponses au changement climatique dans les régions marginalisées.

Le choix d'applications techniquement pertinentes ou qui permettent les processus d'atténuation, de suivi ou d'adaptation, ne signifie pas que les besoins des pays en développement soient pris en compte ou que leurs priorités soient respectées dans les stratégies dominantes en matière de changement climatique. Comme en témoignent les expériences du domaine des TIC pour le développement (ICT4D), bien au-delà de la promesse technique des outils TIC, les contextes en développement sont confrontés à des contraintes bien réelles en termes d'accès, de capacités et de ressources. Tous ces facteurs nuisent à leur capacité à exploiter le potentiel des TIC pour aider à répondre aux effets du changement climatique. L'examen du contexte plus large du développement, y compris les moyens de subsistance locaux, les capacités et la gouvernance, entre autres, est crucial pour déterminer la viabilité, la pertinence et en fin de compte, la durabilité des réponses à l'évolution du climat fondées sur les TIC.

Enfin, dans la mesure où le climat continue d'évoluer, les nouvelles technologies et les travaux de recherche continuent aussi de se développer. Il devient donc essentiel pour les chercheurs et experts partager leurs connaissances et mettent en commun leurs expériences, contribuant ainsi à approfondir un débat croissant sur des approches novatrices relatives au changement climatique, tout en élargissant notre compréhension du rôle et du potentiel des TIC dans des contextes en développement.

Bibliographie

- AccionEcologica. 2010. Disponible: <http://www.accionecologica.org/>.
- ALIN. 2010. *Connecting Communities with Knowledge*. Disponible: http://www.alin.net/?news/alin_pilots_use_of_ipods_for_communities.
- APC. 2007. *Huaral Valley: Wireless Technology for Traditional Agriculture*. Montevideo, Uruguay Disponible: <http://www.apc.org/en/news/all/lac/huaral-valley-wireless-technology-traditional-agri>.
- BCO. 2010a. *Integrated Knowledge System on Climate Change Adaptation (IKS-CCA) Project Pamphlet: Building Communication Opportunities*. Disponible: <http://www.bcoalliance.org/node/478>.
- BCO. 2010b. *Madagascar: Survival Strategies, Participatory Video Project*. Building Communication Opportunities (BCO), Disponible: <http://www.bcoalliance.org/node/460>.
- Brinkley, I. 2006. *Defining the Knowledge Economy*. The Work Foundation, http://www.theworkfoundation.com/assets/docs/publications/65_defining%20knowledge%20economy.pdf.
- CEPES. 2010. Centro Peruano de Estudios Sociales (CEPES). Disponible: <http://www.cepes.org.pe>.
- CG. 2008. *SMART 2020: Enabling the Low-carbon Economy in the Information Age*. The Climate Group. Global e-Sustainability Initiative (GeSI), <http://www.smart2020.org/publications/>.
- Climateprediction.net. 2010. Disponible: <http://climateprediction.net>.
- Dongtotsang, D. T. & Sagun, R. A. 2006. *Mobile Telephony as an Enabler of Environmental Action in the Philippines*. International Institute for Sustainable Development (IISD), <http://iisd.org>.
- Dumas, J. & Kakabadse, Y. 2008. *Climate Change and Poverty in Latin America and the Caribbean: A Consultation Process*. Fundacion Futuro Latinoamericano, International Development Research Center (IDRC) and the Department for International Development of the United Kingdom (DFID) Quito, Ecuador http://www.ffla.net/images/stories/PDFS/PUBLICACIONES/CCLAC_REPORT.pdf.
- Duncombe, R. & Boateng, R. 2009. *Mobile Phones and Financial Services in Developing Countries*. IDPM Development Informatics Working Paper Series, Paper no. 37. University of Manchester, UK Disponible: http://www.sed.manchester.ac.uk/idpm/research/publications/wp/di/documents/di_wp37.pdf.
- EC. 2007. *Climate Change and ICT: An Environment of Change*. European Commission (EC), <http://cordis.europa.eu/ictresults>.
- eoPortal. 2010. Sharing Earth Observation Resources. Disponible: <http://www.eoportal.org/>.
- FAO. 2003. *Communication and Natural Resource Management*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Prepared by The

- Communication Initiative in collaboration with the Communication for Development Group., Rome, Italy <http://omec.uab.cat/Documentos/11.pdf>.
- Felleman, J. 1997. *Deep Information: The Role of Information Policy in Environmental Sustainability*, Geenwich, CT, Ablex Publishing Corporation.
- GKP. 2010. *Global Knowledge Partnership*. Disponible: <http://www.gkpnet.org/projects/public/ict4dinitiatives/view.do?gkpprojectid=49992>.
- GSMA. 2009. *Mobile's Green Manifesto*. GSMA in collaboration with The Climate Group, http://www.gsmworld.com/documents/mobiles_green_manifesto_11_09.pdf.
- Hardy, J. T. 2003. *Climate Change: Causes, Effects and Solutions*, John Wiley & Sons, Ltd.
- Heeks, R. & Ospina, A. V. 2009. ICTs, Climate Change and Development Overview Model. *NICCD* Disponible au site **No se encuentran entradas de índice.**: <http://niccd.wordpress.com/2009/12/14/overview-model-of-icts-climate-change-and-development/>.
- Heimbuch, J. 2009. *How Cell Phones are Changing the Face of Green Activism* Disponible: <http://www.treehugger.com/files/2009/07/how-mobile-devices-are-changing-the-face-of-environmental-activism.php>.
- Houghton, J. 2009. *ICT and the Environment in Developing Countries: Opportunities and Developments*. Centre for Strategic Economic Studies, Victoria University, Australia Disponible: <http://www.oecd.org/dataoecd/40/25/43631894.pdf>.
- IIED 2009. *Community-based Adaptation to Climate Change. Participatory Learning and Action* . 60, International Institute for Environment and Development (IIED).
- IISD. 2005. *Vulnerability and Adaptation in Developing Countries*. International Institute for Sustainable Development, <http://www.iisd.org/>.
- IPCC. 2001. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. . Contribution of the Working Group II to the Third Assessment Report. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), <http://www.ipcc.ch/>.
- IPCC. 2007. *Fouth Assessment Report (AR4)*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), <http://www.ipcc.ch>.
- ITU. 2007. *ICTs and Climate Change*. ITU-T Technology Watch Report #3, International Telecommunications Union (ITU), http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/23/01/T23010000030002PDFE.pdf.
- ITU. 2008. *ITU and Climate Change*. International Telecommunication Union (ITU), Geneva <http://www.itu.int/themes/climate/docs/report/index.html>.
- ITU. 2009a. *E-Environment Toolkit and Readiness Index (EERI)*. International Telecommunication Union (ITU), http://www.itu.int/ITU-D/cyb/app/docs/eEnv_Toolkit_draft_for_comments_Dec_09_vf.pdf.

ITU 2009b. ITU Background Report: Symposium on ICTs and Climate Change. Quito, Ecuador, 8-10 July 2009: International Telecommunication Union.

Jensen, R. 2007. The Digital Divide: Information (Technology), Market Performance, and Welfare in the South Indian Fisheries Sector. *The Quarterly Journal of Economics*, 122(3), 879-924.

Jepma, C. J. & Munasinghe, M. 1998. *Climate Change Policy: Facts, Issues and Analysis*, Cambridge University Press.

Kalas, P. P. & Finlay, A. 2009. *Planting the Knowledge Seed: Adapting to Climate Change using ICTs*. Building Communication Opportunities (BCO) Alliance, <http://www.bcoalliance.org/Climate-Change>.

Labelle, R., Rodschat, R. & Vetter, T. 2008. *ICTs for e-Environment: Guidelines for Developing Countries with a Focus on Climate Change*. International Telecommunication Union (ITU), Geneva <http://www.itu.int/ITU-D/cyb/app/docs/itu-icts-for-e-environment.pdf>.

MacLean, D. 2008. ICTs, Adaptation to Climate Change, and Sustainable Development at the Edges. *International Telecommunication Union Symposium on ICTs and Climate Change*. London: International Institute for Sustainable Development.

MacLean, D. & St. Arnaud, B. 2008. ICTs, Innovation and the Challenge of Climate Change. *OECD Workshop on ICTs and Environmental Challenges*. Copenhagen: International Institute for Sustainable Development (IISD).

Maslow, A. H. 1943. A Theory of Human Motivation. *Psychological Review*, 50 370-396.

Mingay, S. & Pamlin, D. 2008. *Assessment of Global low-Carbon and Environmental Leadership in the ICT Sector*. WWF and Gartner, http://www.pamlin.net/written/documents/WWF_Gartner-Assessment_of_global_lowcarbon_IT_leadership.pdf.

MRC. 2009. *Villagers Provided with Cell Phones to Help Improve Accuracy of Flood Warnings*. Mekong River Commission for Sustainable Development, Vientiane, Lao PDR. Available: http://www.mrcmekong.org/MRC_news/press09/Vietnamese-Villagers-provided-with-cell-phones21-9-09.htm.

Mungai, W. 2005. Using ICTs for Poverty Reduction and Environmental Protection in Kenya: The "M-vironment" Approach. *A Developing Connection: Bridging the policy gap between the information society and sustainable development*. Winnipeg: IISD. 43-76

OECD. 2001. *Decoupling Environment from Economic Growth*. OECD Observer. Available: http://www.oecdobserver.org/news/fullstory.php/aid/453/Decoupling_environment_from_economic_growth.html.

Pamlin, D. & Szomolanyi, K. 2005. *Saving the Climate @ the Speed of Light: First Roadmap for Reduced CO2 Emissions in the EU and Beyond*. WWF and ETNO, http://assets.panda.org/downloads/road_map_speed_of_light_wwf_etno.pdf.

Pamlin, D. & Thorslund, E. 2004a. *IT and Sustainable Development: A Central Issue for the Future*. Ministry of Environment/ Swedish EPA (Forum IT och Miljö), <http://assets.panda.org/downloads/itsustainabledev.pdf>.

Pamlin, D. & Thorslund, E. 2004b. *An Outline for a Sustainable e-Strategy: Sweden and a Central Issue for the Future*. Ministry of Environment/ Swedish EPA (Forum IT och Miljö), <http://www.pamlin.net/written/documents/An%20outline%20for%20a%20sustainable%20e-strategy%20for%20Sweden.pdf>.

Parry, M. L., Canziani, O. F., Palutikof, J. P., Linden, P. J. v. d. & Hanson, C. E. (eds.) 2007. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*: Cambridge University Press, Cambridge, UK.

PCL. 2009. *Cambio Climatico y COP15: Reflexiones desde y para America Latina*. Plataforma Climatica Latinoamericana, Fundacion Futuro Latinoamericano, Quito, Ecuador http://www.ffla.net/index.php?option=com_content&task=view&id=50&Itemid=103.

Reid, H., Phillips, J. & Heath, M. 2009. *Natural Resilience: Healthy Ecosystems as Climate Shock Insurance*. IIED Briefing Papers. International Institute for Environment and Development (IIED), Disponible: <http://www.iied.org/pubs/display.php?o=17078IIED>.

RELAC. 2010. *Plataforma Regional de Residuos Electronicos en Latinoamerica y el Caribe*: SUR Corporacion. Disponible: <http://www.residuoselectronicos.net/>.

Schild, A. 2008. ICIMOD's Position on Climate Change and Mountain Systems. *Mountain Research and Development*, 28(3/4), 328-331.

Scott, N., Batchelor, S., Ridley, J. & Jorgensen, B. 2004. *The Impact of Mobile Phones in Africa*. Comission for Africa, <http://gamos.org.uk/couksite/Projects/Docs/Mobile%20phones%20in%20Africa/Full%20Report.pdf>.

SDC. 2010. *Smarter Moves: How Information Communications Technology can Promote Sustainable Mobility*. Sustainable Development Commission (SDC), <http://www.sd-commission.org.uk/publications.php?id=1050>.

Slob, A. & van Lieshout, M. 2002. The Contribution of ICTs to the Transition Towards a Climate-Neutral Society. In: Kok, M. T. J., Vermeulen, W. J. V., Faaij, A. P. C. & de Jager, D. (eds.) *Global Warming and Social Innovation: The Challenge of a Climate-Neutral Society*. London: Earthscan. 143-159

Spence, R. 2003. *Information and Communication Technologies (ICTs) for Poverty Reduction: When, Where and How?* International Development Research Centre (IDRC), Ottawa, Canada http://www.idrc.ca/uploads/user-S/1074024575110618469203RS ICT-Pov_18_July.pdf.

Stienen, J., Bruinsma, W. & Neuman, F. 2007. *How ICT can Make a Difference in Agricultural Livelihoods*. International Institute for Communication and Development (IICD).

TEAM. 2010. *Tropical Ecology Assessment & Monitoring Network: Early Warning System for Nature*: TEAM Network. Disponible: <http://www.teamnetwork.org/en/content/ecopda>.

Tongia, R., Subrahmanian, E. & Arunachalam, V. S. 2005. *Information and Communications Technology for Sustainable Development: Defining a Global Research Agenda*. Bangalore: Allied Publishers.

UN. 2010. *End Poverty 2015: Millennium Development Goals*: United Nations (UN). Disponible: <http://www.un.org/millenniumgoals/>.

UNCTAD. 2009. *Information Economy Report 2009: Trends and Outlook in Turbulent Times*. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), New York and Geneva
http://www.unctad.org/en/docs/ier2009_en.pdf.

UNEP. 2010a. *Atlas of Our Changing Environment*: United Nations Environment Programme (UNEP). Disponible: http://na.unep.net/digital_atlas2/google.php.

UNEP. 2010b. *Environment for Development*: United Nations Environment Programme (UNEP). Disponible: <http://na.unep.net/unep-atlas.php>.

UNFCCC. 2010. *United Nations Framework Convention on Climate Change*. Disponible: <http://unfccc.int/2860.php>.

USAID. 2010. *FEWS NET: Famine Early Warning Systems Network*: USAID. Disponible: <http://www.fews.net>.

WEF. 2008. *The Contribution of ICT to Climate Change Mitigation*. World Economic Forum (WEF), <http://www.unapcict.org/ecohub/resources/the-contribution-of-ict-to-climate-change-mitigation>.

Willard, T. & Halder, M. 2003. *The Information Society and Sustainable Development*. International Institute for Sustainable Development (IISD), Winnipeg, Canada <http://www.iisd.org/PUBLICATIONS/pub.aspx?id=598>.

WWF. 2002. *Sustainability at the Speed of Light*. World Wide Fund, Sweden
http://assets.panda.org/downloads/wwf_ic_1.pdf.

WWF. 2008. *Outline for the First Global IT Strategy for CO2 Reductions*. World Wide Fund (WWF),
<http://www.pamlin.net/written/documents/Global%20strategy%20for%20the%2001st%20%20BILLION%20tonnes%20with%20ICT-%20by%20WWF.pdf>.