

Relier les TIC à l'adaptation au changement climatique: *Cadre conceptuel pour la résilience et l'adaptation électroniques*

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>)



Table des Matières

1. Vulnérabilité au changement climatique: fondements conceptuels	5
2. Résilience systémique au changement climatique.....	14
3. Résilience et adaptation électroniques	18
4. Conclusions	33

Note de synthèse

Historique

Le changement climatique est un champ d'étude dynamique, interconnecté, quoique souvent incertain. L'ampleur de ses impacts environnementaux est étroitement liée à divers facteurs de stress du développement qui sous-tendent une vulnérabilité générale. Les ouvrages consacrés à ce sujet suggèrent que les difficultés auxquelles sont confrontés les pays en développement dans des domaines tels que les moyens de subsistance et les finances, les conditions socio-politiques, la santé, l'habitat et les migrations, la sécurité alimentaire et l'eau, sont aggravées par les risques, la variabilité et les tendances liées aux effets du changement climatique (Hardy, 2003; GIEC, 2007; Parry et al, 2007). Parallèlement, l'exacerbation de ces vulnérabilités limite la capacité des contextes en développement à faire face au changement climatique, c'est-à-dire, à résister et à se remettre des impacts et perturbations climatiques, ainsi qu'à s'adapter, à long terme, à l'évolution des conditions climatiques. Les capacités d'adaptation pour résister, se récupérer et s'adapter au changement climatique - qui peuvent, dans l'ensemble, être qualifiées de «résilience» - apparaissent ainsi comme des facteurs clés pour la réalisation des objectifs de développement.

Malgré l'incertitude et l'imprévisibilité liées au changement climatique, la meilleure indication actuelle prévoit que les événements climatiques vont gagner à la fois en ampleur et en fréquence, ce qui pose de graves problèmes de développement (GIEC, 2007; PNUD, 2007). Les effets potentiels du changement climatique sont de plus en plus évidents par des manifestations tant aiguës que chroniques. Les impacts aigus sont les dangers extrêmes de «chocs», qui se produisent habituellement dans une zone géographique limitée et nécessitent une réponse et une assistance d'urgence (CISHDGC, 2010). Ils peuvent inclure des événements tels que de fortes pluies ou des cyclones, susceptibles de provoquer avalanches et inondations, de perturber les systèmes de transport et d'aggraver l'érosion des terres agricoles, entre autres. Le changement climatique menace d'accroître les répercussions aiguës sur les régions vulnérables, notamment par des orages plus fréquents et plus violents, ou des épisodes plus fréquents de hautes températures (Wilkinson et Buddemeier, 1994).

Les manifestations chroniques du changement climatique se rapportent à des changements plus subtils des conditions (élévation du niveau de la mer, fonte des glaciers ou modification de l'acidité océanique due à l'absorption de CO₂ atmosphérique), qui ont lieu sur de longues périodes et sont donc plus difficiles à cerner. Les changements chroniques comprennent l'évolution du climat (changements des conditions prévues), ainsi que la modification de la variabilité et de l'intensité des cycles et événements météorologiques (par exemple, changements de la saisonnalité, des températures et des précipitations, qui peuvent nuire aux secteurs productifs, en particulier à l'agriculture) (Cannon, 2010). Les changements des tendances et de la variabilité pourraient avoir des effets particulièrement importants et significatifs au niveau mondial, en particulier chez les populations à faible revenu, fortement dépendantes des ressources naturelles. Avec des ressources limitées et des capacités à réagir et à s'adapter aux changements climatiques à la fois aigus et chroniques, les contextes en développement sont extrêmement vulnérables à l'incertitude de leurs effets.

Il est également dans ces contextes que l'utilisation des technologies de l'information et de la communication (TIC) s'étend rapidement (CNUCED, 2009; UIT, 2010), en créant de nouvelles opportunités et des défis aux pays en développement qui sont au premier rang des effets des changements climatiques. Les outils des TIC, définis comme des moyens électroniques pour saisir, traiter,

garder et communiquer les informations (Heeks, 1999), ont un potentiel de développement important, en particulier pour les populations à faible revenu dont les vulnérabilités actuelles sont aggravées par les effets des perturbations du changement climatique (GIEC, 2007; Moser et Satterthwaite, 2008). Pourtant, l'examen de la littérature disponible dans le domaine des TIC, du changement climatique et du développement (Ospina et Heeks, 2010) suggère que l'adaptation reste l'un des aspects les moins étudiés pour analyser le potentiel des TIC dans les pays du Sud.

Reconnaissant les liens étroits existant entre la vulnérabilité au changement climatique et la réalisation des objectifs de développement, conjointement avec l'utilisation croissante des TIC dans des contextes en développement, le but de la présente étude est de définir un cadre conceptuel reliant le changement climatique, la vulnérabilité des systèmes de subsistance et le potentiel des TIC à soutenir la résilience systémique. Les TIC seront présentées comme une composante du système susceptible de contribuer à la résilience et, par conséquent, d'aider à activer des stratégies de subsistance qui permettent l'adaptation, autrement dit, la récupération et l'adaptation face au changement climatique.

Contribution

L'élaboration de ce «cadre de résilience électronique» part de l'hypothèse que l'ensemble complexe des relations existant entre le changement climatique, les processus d'adaptation et les résultats du développement ne peuvent pas être pleinement compris en examinant une série d'éléments compartimentés. L'approche systémique s'impose. Elle permet l'identification des composantes, des processus et des propriétés essentiels, ainsi que la rétroalimentation et les interactions qui jouent un rôle dans la réalisation des processus d'adaptation dans les milieux vulnérables.

Dans ce nouveau domaine à la confluence des TIC, du changement climatique et du développement, la présente étude répond à la nécessité de jeter des bases conceptuelles solides pour analyser le rôle et le potentiel de ces outils, tout en reconnaissant les défis du développement et les vulnérabilités existantes.

Le présent document s'adresse à un public d'analystes du développement, d'universitaires et d'experts qui travaillent dans les domaines des TIC au service du développement (ICT4D), du changement climatique et/ou des domaines connexes, et qui souhaitent analyser de façon plus rigoureuse les liens entre les TIC et les processus d'adaptation dans les pays en développement. Sur la base des principes clés des approches conceptuelles reconnues des sciences sociales, ce document vise à favoriser une compréhension approfondie à la fois du potentiel et des défis associés à l'utilisation des TIC dans des contextes vulnérables au changement climatique, tout en précisant les principaux concepts et les rétroactions systémiques qui doivent être prises en compte dans cette analyse.

Le cadre proposé est présenté par étapes progressives et interdépendantes dans ce document. La première section expose les fondements conceptuels de la vulnérabilité des systèmes de subsistance, face aux incidences potentielles du changement climatique. S'inspirant de l'approche durable des systèmes de subsistance, de la nouvelle institutionnalité et de l'approche par les capacités proposée par Sen, l'analyse examinera le rôle des facteurs déterminants de la vulnérabilité (actifs, institutions et structures), les capacités et fonctionnements pour conduire des processus d'adaptation dans des contextes en développement.

La section 2 introduit le concept de résilience comme une propriété du système, en faisant valoir que, grâce à un ensemble de sous-propriétés dynamiques, elle

contribue significativement au renforcement de la capacité d'adaptation des systèmes de subsistance. La section 3 du document examine la dernière composante du cadre conceptuel et le potentiel des TIC vis-à-vis des sous-propriétés de résilience. Y sont introduites la notion de *résilience électronique* et l'analyse du potentiel des outils TIC pour faciliter les processus adaptatifs dans des contextes vulnérables au changement climatique.

Vu que les mesures d'adaptation peuvent être adoptées à différents niveaux, l'étude analyse ensuite deux fonctions plus larges de ces outils. D'abord, leur contribution aux actions d'adaptation au niveau national et international. Ensuite, *l'adaptation électronique*: les incidences possibles des TIC sur les principales dimensions de vulnérabilité sous l'effet du changement climatique (notamment, moyens de subsistance et finances, conditions sociales et politiques, santé, habitat et migrations, sécurité alimentaire et approvisionnement en eau). Enfin, le présent document précise les défis associés à l'utilisation des TIC dans les processus d'adaptation, complétant ainsi l'analyse du point de vue systémique: depuis de l'examen des environnements favorables et du rôle des institutions et structures au niveau national, jusqu'à la réalisation des fonctionnements adaptatifs qui permettent de réduire les vulnérabilités spécifiques des moyens de subsistance face au changement climatique.

Dans des contextes caractérisés par la pauvreté et la marginalité, exposés aux effets tant aigus que chroniques du changement climatique, le cadre conceptuel proposé permet de mieux comprendre le potentiel des TIC dans les processus d'adaptation, en particulier, leur contribution à la réduction des vulnérabilités actuelles rencontrées par les pays en développement au milieu des incertitudes du changement climatique.

1. Vulnérabilité au changement climatique: fondements conceptuels

Les principales vulnérabilités auxquelles sont confrontés les pauvres réduisent leur capacité à faire face au changement climatique et jouent donc un rôle crucial, qui détermine la sévérité avec laquelle les impacts du changement climatique se feront sentir dans des contextes en développement (IISD, 2005; MacLean, 2008). Les effets potentiels de fortes pluies, de cyclones, de canicules, de l'élévation du niveau de la mer, de longues périodes d'inondation ou de sécheresse, de changements de régimes des températures et précipitations, entre autres, doivent être analysés en tenant compte d'un ensemble plus large de facteurs de stress et de contraintes du développement. La compréhension de la vulnérabilité est donc essentielle pour étudier les effets potentiels des risques liés au climat et du changement des tendances sur les populations à faible revenu.

Les ouvrages en cette matière montrent qu'il existe des approches conceptuelles et des terminologies divergentes en matière de vulnérabilité (Fussler, 2007). Cependant, la vulnérabilité pourrait être définie de manière générale comme la probabilité pour un système d'être exposé à des impacts externes, combinée avec sa capacité à y faire face (Elbers et Gunning, 2003). Ces impacts peuvent être d'ordre économique ou se rapporter à la sécurité, ou bien être liés au changement climatique.¹

¹ Il n'est pas étonnant qu'il y ait des définitions similaires de la vulnérabilité, relatives spécifiquement au changement climatique. L'une des plus utilisées est fournie par le GIEC (2001), qui décrit cette vulnérabilité comme le degré de susceptibilité ou d'incapacité d'un système à faire face aux effets

Cette définition laisse entendre deux choses. D'abord, qu'il y a une certaine notion du «dehors» (le contexte étant la source des impacts et des variations) et du «dedans» (l'objet de l'impact, qui doit chercher à y faire face). Cela donne une idée de la valeur de la pensée systémique pour expliquer la vulnérabilité, compte tenu de sa notion fondamentale d'une limite du système qui sépare l'extérieur de l'intérieur. Ensuite, la définition postule que la vulnérabilité tient en partie à l'extérieur, mais en partie à l'intérieur, soit dans ce dernier cas, à une certaine notion de la capacité du système à faire face aux impacts (Nelson et al., 2007, p. 396).

Selon cette définition, la vulnérabilité est donc à la fois une capacité (ou un manque de capacité) d'adaptation générique des systèmes en développement (qu'il s'agisse de ménages, de communautés, de régions ou de pays) à faire face à ces situations, et aussi, un ensemble plus spécifique d'impacts (chocs et variations) venus de l'extérieur, liés dans notre cas au changement climatique. Les dimensions critiques de ces impacts liés au changement climatique concernent la sécurité alimentaire et l'agriculture, la santé, l'approvisionnement en eau, les établissements et les déplacements humains, les questions socio-politiques, les moyens de subsistance et les finances (IISD et al., 2003; Parry et al., 2007; Magrath, 2008; Schild, 2008; OXFAM, 2009). Bien entendu, ces dimensions ne sont pas seulement applicables au changement climatique: elles seront également appropriées pour comprendre d'autres événements aigus et les tendances à plus long terme.

Si le contexte est une source de risques aigus et chroniques qui se matérialisent comme un ensemble d'impacts potentiels, que peuvent faire les systèmes en développement, tels que les communautés, pour affronter ces menaces? Ils pourraient opter pour une stratégie passive (Thomalla, 2008; DHS, 2010), qui consiste à supporter la menace extérieure, à y résister ou à absorber et à tolérer ses répercussions. Les deux autres possibilités sont actives. Les systèmes peuvent se rétablir de l'impact en adoptant une stratégie active pour revenir à un état préalable. Pour ce qui est du changement climatique, ce serait la réaction typique à un impact aigu, par ex., un glissement de terrain. Ou ils peuvent changer pour s'adapter à l'impact et devenir différents de l'état préalable. Du point de vue du changement climatique, ce serait la réponse typique à une tendance chronique comme le changement de température ou l'élévation du niveau de la mer. Ces deux dernières stratégies – le rétablissement et le changement – représentent les processus d'adaptation: «changement délibéré pour prévoir des stimuli externes et le stress ou y réagir» (Nelson et al., 2007, p.395.). Le tout peut donc être résumé par l'«équation» suivante:

Faire face = supporter + se rétablir + changer = supporter + s'adapter

Compte tenu de son potentiel à faire face aux chocs et tendances externes, l'adaptation sera essentielle pour réussir les objectifs de développement, qui comprennent l'augmentation des revenus et le bien-être, l'amélioration de la sécurité alimentaire et une utilisation plus durable des ressources naturelles (DFID, 1999). Parmi les résultats du développement figure également la «réduction de la vulnérabilité» (ibid., p. 25), qui indique une relation bidirectionnelle entre vulnérabilité et adaptation: la compréhension des vulnérabilités exige des mesures d'adaptation, mais ces mesures affectent à leur tour les vulnérabilités; au moins la composante «interne» associée à la capacité de faire face.

négatifs du changement climatique, notamment à la variabilité climatique et aux événements climatiques extrêmes.

Les liens existant entre les concepts présentés jusqu'ici sont illustrés dans la Figure 1, qui montre une chaîne causale, où le contexte - y compris le changement climatique - affecte les différentes dimensions de la vulnérabilité qui pèsent sur les pays en développement; ces vulnérabilités déterminent, mais sont à leur tour affectées par les processus d'adaptation, et la réalisation (ou non) de l'adaptation détermine en fin de compte les résultats du développement pour les personnes touchées par le changement climatique.

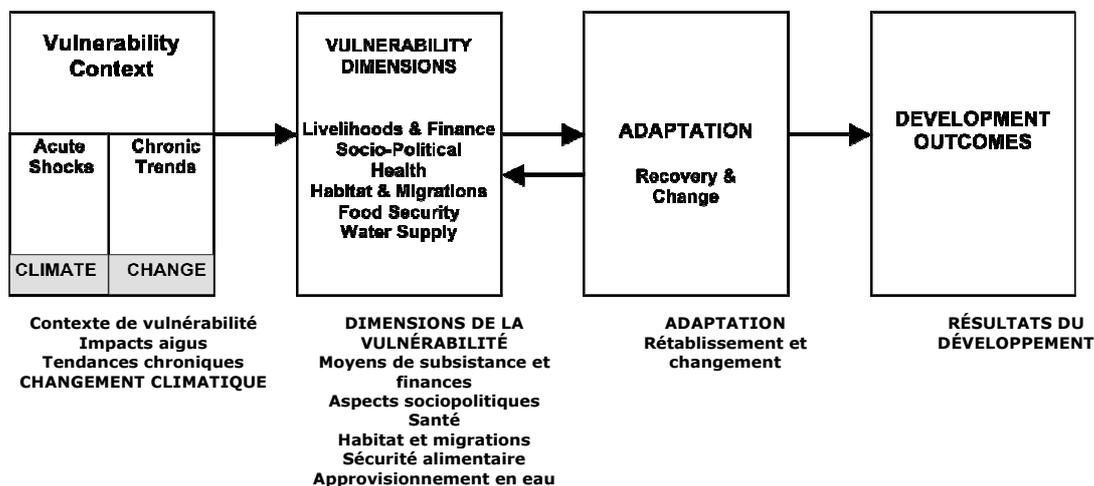


Figure 1. Vulnérabilité et adaptation au changement climatique

Ces liens semblent indiquer que, pour les pauvres, dont les systèmes socio-économiques sont largement tributaires des services et produits des écosystèmes, les effets du changement climatique risquent d'intensifier les facteurs de vulnérabilité existants, tout en imposant des contraintes supplémentaires sur leur capacité à s'adapter et à obtenir des résultats du développement (IPCC, 2007).

Toutefois, afin de comprendre comment les processus d'adaptation ont lieu dans des environnements en développement, l'identification des dimensions de la vulnérabilité s'avère insuffisante. Il faut un examen approfondi des composantes et processus qui favorisent ou restreignent la capacité des systèmes de subsistance à s'adapter, tout en réduisant leur vulnérabilité aux effets des variations et phénomènes climatiques. Pour comprendre cela, nous pouvons nous inspirer de l'idée mentionnée ci-dessus des «capacités d'adaptation». Ce sont des pré-requis nécessaires pour permettre l'adaptation, y compris non seulement les ressources physiques et sociales, mais aussi la capacité à les mobiliser. À son tour, la capacité d'adaptation est générée par l'interaction de déterminants structurels plus larges, dépendant les uns des autres et variables dans le temps et l'espace (Smit et Wandel, 2006). Par exemple, un réseau social fort peut favoriser l'accès aux ressources et réduire le stress psychologique provoqué par les perturbations climatiques, d'où le renforcement de la capacité d'adaptation.

L'objectif de la section suivante est d'étudier davantage cette idée de capacité d'adaptation des systèmes dans les pays en développement. Y sera présenté un tableau des déterminants génériques de la vulnérabilité (actifs, institutions et structures), des capacités et fonctionnements qui sont au cœur des systèmes de subsistance et qui jouent un rôle important dans l'adaptation. Ces composantes des systèmes de subsistance seront fondées sur les principes de l'approche durable des moyens de subsistance, la nouvelle institutionnalité et l'approche des capacités proposée par Sen. La référence à ces cadres permettra de jeter les bases

conceptuelles nécessaires pour différencier le potentiel (les capacités ou aptitudes d'adaptation), des stratégies de subsistance réelles (l'adaptation en tant que fonctionnements réussis). Cette démarche permet une compréhension plus globale des composantes qui sont en interaction dans les systèmes de subsistance vulnérables au changement climatique.

1.1. La capacité d'adaptation au changement climatique: composantes des systèmes de subsistance

Les personnes les plus exposées aux effets des catastrophes liées au climat habitent souvent des zones marginalisées du point de vue géographique (dans des endroits dangereux, des logements précaires ou des sites éloignés), social (elles manquent de protection sociale et de services de santé), économique (populations à faible revenu ou tributaires des ressources naturelles) et politique (elles sont exclues des processus politiques et d'une représentation effective dans les structures gouvernementales) (Gaillard, 2010). Par conséquent, comme précédemment noté, à côté de la composante de la vulnérabilité découlant des impacts et tendances externes, il y a une composante qui ne dépend pas des risques, mais qui est plutôt déterminée par des contraintes d'ordre social, économique et politique, et qui réduit en fin de compte la capacité de ces populations à réagir et à s'adapter aux effets des risques et tendances liés au climat. La vulnérabilité et la capacité d'adaptation sont donc les deux faces d'une même médaille: plus l'une augmente, plus l'autre diminue.

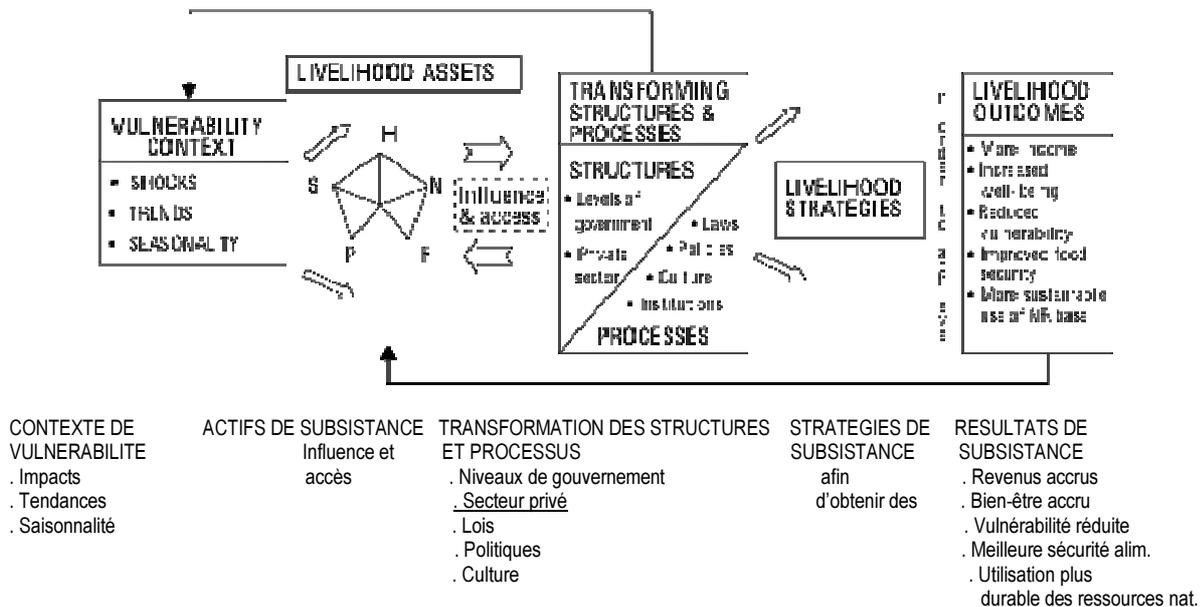
Adger (2005) soutient que cet aspect de la vulnérabilité – et par conséquent, la capacité à s'adapter au changement climatique – présente trois principales caractéristiques génériques, à savoir: (a) les ressources disponibles pour faire face à l'exposition; (b) la distribution de ces ressources (naturelles et sociales) dans le système; et (c) les institutions qui interviennent dans l'utilisation des ressources et les stratégies d'adaptation. Ceci suggère que, en plus du niveau d'affectation des ressources, il y a des facteurs structurels qui comptent dans la détermination de la vulnérabilité: d'une part, les aspects organisationnels relatifs à la distribution et à l'accès aux ressources, et d'autre part, l'absence ou la faiblesse des institutions. Ces facteurs pourraient aggraver les effets des risques sur les populations vulnérables (p. ex., si la prévention des risques et les stratégies de prise en charge ne sont pas mises en place ou ne sont pas réalisables sur le plan pratique pour faire face aux effets des changements climatiques), ce qui nuit à leur capacité d'adaptation.

Afin de comprendre comment les processus d'adaptation ont lieu dans des contextes en développement, la section suivante passera en revue les principales composantes de la vulnérabilité (actifs, institutions, structures et aptitudes) qui font partie de la capacité d'adaptation, et les fonctionnements qui représentent l'adaptation proprement dite.

1.1a. Systèmes de subsistance: actifs, institutions et structures

Quel modèle utiliser pour étudier en profondeur le rapport entre vulnérabilité et adaptation au changement climatique? La Figure 1 et la discussion à ce jour suggèrent qu'un tel modèle devrait prendre en considération la vulnérabilité, le contexte, les processus et actions et les résultats, ainsi que les ressources et les

structures. Le choix évident serait donc le modèle fondé sur les systèmes de subsistance durables (SLA), résumés dans la figure 2.²



H: Ressources humaines N: Ressources naturelles F: Ressources financières P: Ressources physiques S: Ressources sociales

Figure 2. Modèle fondé sur les systèmes de subsistance durables (DFID, 1999)

Un certain nombre d'éléments des systèmes de subsistance durables sont déjà présents dans notre modèle de changement climatique: le contexte de vulnérabilité des impacts et tendances, les stratégies de subsistance liées à l'adaptation (rétablissement et changement), et les résultats sur les systèmes de subsistance et le développement. Les pages suivantes seront donc consacrées à étudier les éléments essentiels des actifs, structures et processus des systèmes de subsistance, dont l'ensemble constitue la capacité d'un système de subsistance à s'adapter au changement climatique.

Le rôle des actifs

Adger (2005) soutient que la vulnérabilité d'une population donnée dépend de son contexte, ainsi que de la disponibilité et de l'utilisation des ressources naturelles et autres actifs. Cette hypothèse, appuyée par d'autres travaux de recherche, souligne le rôle clé que joue l'accès aux moyens de subsistance³ pour déterminer la vulnérabilité et, par conséquent, la capacité d'adaptation des communautés à faible revenu (Duncombe, 2006; Smit et Wandel, 2006; Nelson et al, 2007). Comme le montre le modèle fondé sur les systèmes de subsistance durables (cf. Figure 2), les cinq principales catégories d'actifs ou capitaux sur lesquelles reposent les systèmes de subsistance sont les ressources humaines, naturelles, financières, sociales et physiques.

² Malgré, bien sûr, une certaine tautologie conceptuelle, puisque les idées relatives aux systèmes de subsistance ont déjà été utilisées pour la compréhension décrite dans la Figure 1.

³ Aux fins de la présente étude, les actifs sont considérés comme équivalents des ressources. Cependant, nous avons en général préféré le terme «actifs», en raison de son association avec les approches conceptuelles relatives aux systèmes de subsistance, compte tenu de la notion plus large, parfois attachée aux actifs, alors que les «ressources» semblent plutôt associées uniquement aux actifs matériels.

Le rapport à la vulnérabilité extérieure – notamment celle liée au changement climatique – est double. Dans les communautés des pays en développement, souvent fort dépendantes vis-à-vis de l'agriculture et des ressources naturelles, les vulnérabilités associées au climat risquent d'entraver la disponibilité des actifs (et de limiter à leur tour les stratégies de subsistance susceptibles d'être adoptées). Ces actifs sont non seulement affectés par le contexte, mais ils jouent eux-mêmes un rôle déterminant sur la vulnérabilité d'un contexte donné aux effets des perturbations externes comme le changement climatique. Ainsi, les difficultés d'accès à ces ressources limitent considérablement la capacité des systèmes de subsistance à faire face aux effets des manifestations aiguës et chroniques du changement climatique (Chambers et Conway, 1991; IISD, 2003). Inversement, plus la base des actifs est variée (des moyens de production disponibles pour créer des ressources suffisantes permettant de réduire la pauvreté), plus le système de subsistance sera sûr et durable, et plus la population sera en mesure de répondre aux impacts du changement climatique. Dès lors, les actifs de subsistance constituent la base tant de la capacité d'adaptation que des stratégies d'adaptation mises en place (IISD et al., 2003).

Cependant, le rôle des actifs en matière d'adaptation ne peut être analysé dans le vide, puisque les institutions, les structures et les aptitudes – qui feront l'objet des paragraphes suivants – sont également des éléments importants des systèmes de subsistance.

Le rôle des institutions et des structures

Le système de subsistance (SLA) désigne un ensemble de «processus» relatifs à la conversion des actifs en stratégies de subsistance; ils concernent les lois, les politiques, la culture et les institutions. On peut facilement montrer qu'elles peuvent bloquer ou permettre l'accès aux actifs et qu'elles jouent donc un rôle important dans la capacité des communautés à faire face au changement climatique (2009). Or, ce que le SLA ne reconnaît pas, c'est que toutes ces composantes sont, en fait, les institutions depuis la perspective du nouvel institutionnalisme et qu'elles peuvent donc être englobées sous la rubrique unique d'«institutions».

North (1990), l'un des principaux théoriciens du néo-institutionnalisme, postule que les institutions sont des contraintes imposées par les hommes qui façonnent les interactions politiques, économiques et sociales et l'action humaine. Elles ont été créées au cours de l'histoire pour mettre de l'ordre et réduire l'incertitude. Il peut s'agir soit de contraintes informelles – sanctions, tabous, coutumes ou codes de conduite (qui font tous partie de la notion de «culture») –, soit de règles formelles – dispositions légales, droits de propriété ou politiques gouvernementales (Dugger, 1995). Même si elles sont généralement désignées comme des contraintes, la notion de «mise en forme» signifie plus que juste une limitation, elle offre également des opportunités à l'action humaine.

Les institutions sont donc appelées à jouer un rôle décisif dans la sélection et la mise en œuvre des processus d'adaptation et à ce titre, elles sont essentielles pour la capacité d'adaptation. Cependant, les forces institutionnelles ne sont pas libres d'attaches. Elles sont organisées aussi bien de manière informelle (en particulier, les groupements familiaux et les relations de pouvoir) et formelle (notamment, organisations des secteurs public et privé et ONG) (Lowndes, 1996). Cette organisation s'applique également aux actifs, en termes de distribution et d'accès. Ainsi, aux côtés des institutions, les conceptualisations de la capacité d'adaptation doivent également inclure l'organisation et la structure. Voilà pourquoi, dans la pratique, les structures jouent un rôle important pour promouvoir l'autonomisation

des communautés locales et leur participation aux décisions relatives aux processus d'adaptation (Plummer et Armitage, 2007).

Ceci suggère que les processus d'adaptation exigent également des structures efficaces de gouvernance et de gestion, puisqu'elles entraînent le processus de pilotage du changement par les institutions, au sens le plus large (Nelson et al., 2007). Dans les systèmes qui subissent les perturbations liées au climat, les structures elles-mêmes doivent perdurer au travers des processus de changement, tout en faisant face aux conditions climatiques changeantes (ibid.). En fin de compte, dans des systèmes de subsistance vulnérables, les institutions autant que les structures sont déterminantes pour accéder aux ressources, gérer les effets des risques et permettre les instances de prise de décision nécessaires pour que les processus d'adaptation puissent avoir lieu (Burton et Kates, 1993).

La combinaison entre actifs, institutions et structures proposée par la présente analyse n'est qu'une partie des fondements permettant des processus adaptatifs dans des contextes complexes en développement. Afin de compléter cette analyse, tout en introduisant la notion d'action, le concept de Sen relatif aux capacités sera étudié comme un élément supplémentaire important vers la réalisation des mesures d'adaptation dans des milieux vulnérables.

1.1b. La capacité d'adaptation en tant que compétences

L'approche SLA suggère –compte tenu du contexte, tout comme des actifs, des institutions et des structures –, que les processus d'adaptation pourraient être conçus comme faisant partie des stratégies de subsistance choisies par les communautés vulnérables. Ceci dit, une analyse approfondie pourrait également intégrer les idées d'Amartya Sen (1999) sur le développement et les compétences. Les idées de Sen sont compatibles avec notre approche, car les déterminants des compétences sont les actifs, les contraintes et les structures sociales (Bebbington, 1999; Robeyns, 2005), qui correspondent aux éléments identifiés dans la section précédente.

Il existe deux idées supplémentaires applicables à l'approche des compétences. La première découle de l'argument de Sen, selon lequel le développement représente l'élargissement des libertés (Sen, 1999). Ce n'est pas une idée que nous souhaitons explorer particulièrement, car notre principal intérêt, ce sont les résultats concrets de l'adaptation. Cependant, cela conduirait à la conclusion que l'amélioration de la capacité d'adaptation est elle-même un développement intrinsèque, quelle que soit l'utilisation effective de ces capacités. Cela modifie également quelque peu la perspective sur les autres composantes, par exemple, «les actifs ne sont pas simplement des ressources utilisées par les personnes pour construire leurs systèmes de subsistance: ce sont les actifs qui leur donnent la capacité d'être et d'agir» (Bebbington, 1999, p.5).

La deuxième idée est la distinction entre ce qu'une communauté est libre de faire – ses «compétences»– et ce qu'elle réalise effectivement –ses «fonctionnements»– (Heeks et Molla, 2009). Les premières sont les possibilités offertes; les dernières, les actions de subsistance effectivement accomplies. C'est la différence entre compétences et fonctionnements, ou entre stratégies de subsistance *potentielles* et *réelles*, qui constitue l'une des contributions les plus significatives de l'approche de Sen à la compréhension de l'adaptation systémique. Sen postule que les capacités d'adaptation disponibles dans un système donné (les pré-requis sociaux, économiques et physiques nécessaires pour permettre l'adaptation) (Nelson et al., 2007) ne peuvent pas être automatiquement assimilées à des réalisations effectives. Il y a, au contraire, un processus de conversion qui sera soumis aux

préférences personnelles, aux pressions sociales et à d'autres mécanismes décisionnels, qui déterminent en fin de compte l'ensemble des compétences (en tant que fonctionnements *réalisables*) qui peuvent se traduire par des fonctionnements *réels* (y compris les processus d'adaptation) (Zheng et Walsham, 2008).

Niveau d'analyse

L'œuvre de Sen prend souvent l'individu pour unité d'analyse, ce qui pose la question du niveau d'analyse applicable à notre cadre. Comme indiqué ci-dessus, les idées relatives aux systèmes exigent l'établissement d'une limite des systèmes, ce que nous pouvons faire – au moins conceptuellement – pour séparer le contexte dont découlent les vulnérabilités, des résultats du développement issus des processus d'adaptation (et autres fonctionnements concrets). Mais qu'y a-t-il à l'intérieur de cette limite?

A l'intérieur, il y a un «système de subsistance» que nous pouvons définir –en adaptant la définition de «système» de Buckley (1976)– comme «un ensemble d'éléments ou de composantes directement ou indirectement liés de manière plus ou moins stable pour former un réseau causal qui mène à dessein des actions ayant un impact sur le développement». En conséquence, comme il faudrait, selon ce qui précède, inclure les actifs, les institutions et les structures parmi les composantes des systèmes de subsistance, il n'est manifestement pas approprié de sélectionner l'individu comme unité d'analyse. De plus, il est soutenu que les idées relatives aux compétences peuvent facilement être appliquées à des niveaux d'analyse plus élevés (Ibrahim, 2006).

L'analyse des travaux relatifs à l'adaptation au changement climatique montre l'utilisation de trois niveaux/unités principaux d'analyse (Brouwer et al., 2007; Stringer et al., 2009; Ibararan et al., 2010): le niveau micro, des ménages; le niveau moyen, de la communauté; le niveau macro, à l'échelle régionale ou nationale. Chacun de ces niveaux pourrait être représenté par trois niveaux du système, chacun avec sa propre limite. Cependant, compte tenu de la perméabilité de ces limites –par exemple, les institutions et les actifs créés au niveau national peuvent facilement avoir un impact au niveau de la communauté et des ménages– nous nous bornerons à enregistrer ces niveaux différents au sein du système général de subsistance.

Après identification des différents niveaux et des composantes des systèmes de subsistance qui font partie de capacités de ce système, la section suivante passera en revue la manière dont ces capacités (à savoir, les stratégies potentielles de subsistance) peuvent se traduire par des fonctionnements (autrement dit, dans le contexte du changement climatique, par des processus et des actions d'adaptation réels).

1.2. Adaptation au changement climatique: processus du système de subsistance et fonctionnements réels

Au-delà des aptitudes requises pour que les ménages, les communautés ou les systèmes plus larges de subsistance puissent faire face au changement climatique, les processus d'adaptation réels sont le résultat de leur capacité à mettre en œuvre les décisions d'adaptation et à transformer ainsi cette capacité en action (fonctionnements). Les aptitudes peuvent donc être comprises comme la capacité à mettre en œuvre des décisions d'adaptation. À leur tour, les processus d'adaptation peuvent conduire à des transformations des systèmes lorsque de nouvelles stratégies de subsistance sont adoptées (p. ex., lorsque des perturbations

climatiques forcent les systèmes à faire appel à des options de subsistance nouvelles et diversifiées), ainsi qu'à des ajustements des systèmes, lorsqu'ils sont améliorés pour réduire la vulnérabilité et renforcer leur capacité d'adaptation future.

Le concept de *fonctionnements* est la clé pour comprendre que l'adaptation se rapporte au processus de prise de décisions et à la capacité de les mettre en œuvre (Nelson et al, 2007.); c'est un processus permanent dans lequel les actifs, les institutions et les organisations sont en interaction pour générer des capacités d'adaptation, qui vont finalement permettre des actions d'adaptation, lesquelles contribuent à la réalisation des objectifs de développement. Sur la base de l'analyse effectuée jusqu'ici – et étant donné que le rôle et la pertinence de ces éléments seront toujours adaptés à chaque situation (ibid.) – la Figure 3 illustre les liens entre les composantes de base et les processus des systèmes de subsistance vulnérables, qui peuvent tous contribuer à l'adaptation au changement climatique comme un fonctionnement réel (mais tout en reconnaissant aussi qu'il y aura des fonctionnements concrets non directement liés au changement climatique).

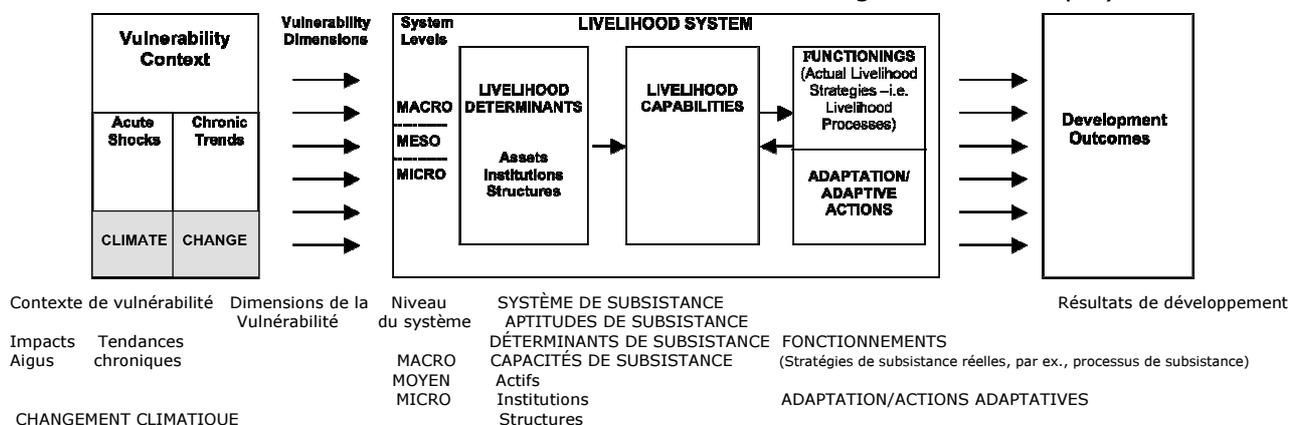


Figure 3. Adaptation au changement climatique: composantes et processus du système

Sur la base de l'approche durable des moyens de subsistance, du néo-institutionnalisme et de l'approche des capacités, ce modèle reflète les principaux éléments pour une analyse de l'adaptation dans les pays en développement. Il illustre les composantes (par ex., les déterminants des aptitudes fondés sur les actifs, les institutions et les structures) et les processus (fonctionnements adaptatifs) qui jouent un rôle pour réussir les objectifs d'adaptation et de développement, dans des systèmes vulnérables au changement climatique, et ce, aux niveaux macro, moyen et micro et portant sur six dimensions clés de la vulnérabilité. Le modèle reconnaît que les forces présentes dans les processus de prise de décision des SLA peuvent être perçus comme des institutions dans un sens néo-institutionnaliste. Il reflète la distinction entre les stratégies de subsistance potentielles (aptitudes) et réelles (fonctionnements).

En passant du modèle de la Figure 1 à celui de la Figure 3, l'analyse conduite jusqu'à présent a montré que les idées issues de différentes sources conceptuelles permettent de dresser un tableau plus complet. Elle montre, par exemple, que l'identification des degrés d'exposition et de sensibilité des stimuli liés au climat n'est pas suffisante pour comprendre les difficultés complexes auxquelles sont confrontés les systèmes de subsistance. Inversement, il faut une connaissance approfondie des vulnérabilités et de leurs capacités d'adaptation connexes (Smit et Wandel, 2006).

Cette démarche, axée sur une image plus complète et qui cherche aussi à mieux cerner le rôle potentiel des TIC, peut faire un pas de plus en introduisant les idées

d'une autre source conceptuelle: les études sur la résilience. La résilience est considérée comme la propriété systémique qui permet aux systèmes de subsistance de faire face aux effets des risques, de la variabilité et des tendances du changement climatique (UNISDR, 2010). Tandis que l'étude de l'adaptation est souvent centrée sur l'acteur et sur la réduction des vulnérabilités à des risques spécifiques, l'approche de la résilience au changement climatique met l'accent sur le fonctionnement total d'un système de subsistance (Nelson et al., 2007). Elle nous permet donc d'analyser en profondeur les relations qui existent entre les composantes et les processus du système, ce qui est particulièrement pertinent pour l'approche systémique adoptée dans le présent document et qui a été résumée dans la Figure 3.

La section suivante examinera en détail la notion de résilience comme une propriété des systèmes de subsistance, ainsi que ses liens avec les composantes et les processus présentés jusqu'à présent.

2. Résilience systémique au changement climatique

La résilience est un concept très controversé, dont la définition diffère selon les auteurs. Au sens strict du terme, elle désigne la capacité à «rebondir», c'est-à-dire, à rétablir l'état d'origine suite à une perturbation externe. Cette définition est l'une de celles adoptées par les études relatives au changement climatique (par ex., Norris et al., 2008). D'autres définitions ajoutent cependant deux capacités à notre compréhension de la résilience, notamment la capacité, fort liée à la première, de supporter une perturbation externe (par ex., Adger, 2000). L'autre est la capacité de changer face à une perturbation externe; d'aller au-delà de la viabilité et du renouvellement, de saisir l'occasion de se transformer pour permettre la survie du système (par ex., Gallopin, 2006; Magis, 2009).

Depuis cette optique assez simple, la résilience est la capacité systémique à faire face à des perturbations externes, qu'il s'agisse de crises aiguës ou de tendances chroniques. Elle implique la possibilité de s'acquitter des trois aptitudes préalablement caractérisées comme «adaptation»: supporter, se rétablir et changer. Les deux premières se rapportent à des événements aigus liés au changement climatique; la dernière, au changement climatique chronique. Cela permet que le système de subsistance puisse souffrir des modifications, quoique en conservant certains aspects de son objectif principal. La résilience peut être considérée comme synonyme de «capacité d'adaptation»⁴; définie par exemple, comme «l'aptitude d'un système à s'adapter au changement climatique (variabilité et situations extrêmes comprises), à atténuer les dommages potentiels, à saisir les opportunités, ou à faire face aux conséquences»(ibid., p. 300). Dans cette définition, la résilience est non seulement une réaction aux menaces liées au changement climatique, mais aussi l'aptitude à mettre activement à profit les opportunités.

La résilience des systèmes de subsistance est donc le noyau central de ces systèmes qui nous permet de comprendre leur capacité à faire face au changement climatique (et à d'autres sources de vulnérabilité). Elle mérite donc une analyse approfondie. Mais si «résilience» est synonyme de capacité d'adaptation (elle-même le revers de la composante interne de la vulnérabilité), alors on peut affirmer qu'elle a déjà été prise en compte: comme les composantes du système résumées dans la Figure 3. Ceci est vrai ... mais partiellement vrai. Une partie de

⁴ L'on pourrait cependant soutenir que la capacité d'adaptation est liée uniquement au rétablissement et au changement, alors que la résilience est un peu plus large, car liée au renouveau, au changement et à la résistance.

la littérature en cette matière (p. ex., Gallopin, 2006) considère que la résilience est une capacité créée par les actifs, les institutions et les structures du système de subsistance. Mais d'autres études relatives (p. ex., Norris et al., 2008) jettent un nouveau regard qui nous aide à comprendre les systèmes de subsistance, non seulement en termes de composantes du système, mais de propriétés et sous-propriétés du système. Vues sous cet angle, les composantes (actifs, institutions et structures) interagissent pour former un système de subsistance dont les sous-propriétés peuvent être collectivement appelées «résilience».

La capacité potentielle d'adaptation d'un système, ses capacités acquises, découlent donc à la fois de ses composantes et de ses propriétés. Développer ce système en augmentant ses capacités c'est, soit renforcer ses composantes, soit renforcer ses propriétés (il s'agit bien sûr d'une conceptualisation: dans la pratique, les deux sont complètement imbriquées). De même, on peut comprendre que la flèche arrière de la Figure 3 signifie que les processus d'adaptation affectent à la fois les composantes et les propriétés du système: les actifs, les institutions et les structures, ainsi que la propriété de résilience.

Ayant reconnu l'importance de la résilience ainsi que ses liens avec les composantes et processus des systèmes de subsistance, la section suivante examinera ce concept plus en détail en présentant un ensemble de ses sous-propriétés et en analysant la manière dont elles peuvent contribuer à l'adaptation.

2.1. La résilience comme ensemble de sous-propriétés d'un système de subsistance

Comme indiqué précédemment, la résilience est une propriété essentielle des systèmes de subsistance. Certains auteurs la traitent de manière monolithique, d'autres la divisent en une série de sous-propriétés (p. ex., l'IISD et al, 2003; Folke et al., 2005). Ces sous-propriétés sont une fonction des composantes du système qui lui permettent de faire face aux impacts (par exemple, au changement climatique). Pour rappel, «faire face» est la capacité à résister aux chocs extérieurs et à s'adapter aux impacts aigus et aux tendances. L'adaptation comprend, quant à elle, non seulement la récupération vis-à-vis des chocs climatiques à court terme, mais aussi vis-à-vis des tendances climatiques à long terme; ces changements comprennent à la fois la réponse aux menaces, mais aussi les possibilités de saisir les opportunités du changement climatique.

Quelles sont donc les sous-propriétés de la résilience qui permettent à un système de subsistance de résister et de s'adapter au changement climatique? Celles proposées ici sont tirées de diverses sources. La première - la robustesse - porte principalement sur la capacité à supporter. Les autres se rapportent principalement à la possibilité de se rétablir et de changer.⁵

- **La robustesse** désigne l'aptitude du système à maintenir ses caractéristiques et sa performance face aux fluctuations et plus particulièrement, aux chocs de l'environnement (élaboré à partir de Carlson et Doyle (2002) et Janssen et Anderies (2007)). Dans les systèmes robustes, le renforcement des influences entre composantes et processus contribue à répartir largement les risques et effets des perturbations pour conserver la cohérence globale et la performance du système, indépendamment des fluctuations (Gunderson, 2000). Cela pourrait inclure le renforcement des actifs ou les liens entre les actifs. Parmi les actions spécifiques visant à améliorer la sous-propriété de la robustesse en

⁵ D'où l'argument selon lequel la capacité d'adaptation ne concerne que les six dernières propriétés, tandis que la résilience y ajoute celle de la robustesse.

matière de changement climatique, on peut mentionner les investissements pour construire des barrières contre les inondations – digues, terrasses sur les collines et infrastructures résistantes –, la sélection de variétés de cultures qui (n'ayant peut-être pas un rendement optimal) peuvent être plus en mesure de survivre dans des conditions climatiques changeantes, et le renforcement des institutions et structures afin qu'elles ne s'effondrent pas en cas d'événements liés au changement climatique.

- **L'échelle** désigne l'ampleur des actifs et des structures auxquels peut avoir accès un système afin qu'il puisse surmonter, rebondir ou s'adapter efficacement aux effets des perturbations. Il s'agit, par exemple, de l'accès aux réseaux d'assistance au-delà de ceux existant au niveau de la communauté immédiate, pour pouvoir disposer de ressources qui pourraient autrement ne pas être disponibles. Des constats dégagés de la gestion et la récupération à la suite de catastrophes (Few et al., 2006) suggèrent que l'accès élargi aux marchés, aux réseaux et autres structures peut jouer un rôle essentiel pour permettre la résilience systémique. Dans la pratique, elle peut se traduire par l'accès aux actifs (p. ex., ressources financières et humaines) à l'échelle régionale, nationale ou internationale.
- **La redondance** est la mesure dans laquelle les composantes d'un système sont remplaçables, notamment, en cas de perturbation ou de dégradation. C'est en partie la diversité des actifs, mais ce n'est pas simplement une question d'échelle. Il s'agit plutôt de la capacité d'accéder à des actifs à la fois supplémentaires et interchangeableables. La redondance peut aussi impliquer la disponibilité de processus, de capacités et de modes de réponse qui admettent une défaillance partielle dans un système sans pour autant l'effondrement complet (RF, 2009). Les approches collaboratives et multisectorielles peuvent renforcer la redondance, car elles facilitent les chevauchements et des sources multiples de soutien et d'expertise aptes à combler les lacunes en cas de besoin, permettant ainsi au système de continuer à fonctionner malgré les perturbations liées au climat.
- **La rapidité** désigne la vitesse à laquelle les actifs peuvent être rendus accessibles ou mobilisés pour atteindre efficacement les objectifs (Norris et al., 2008). Cela peut être crucial, en particulier pour répondre à une perturbation aiguë liée au climat. Dans des contextes vulnérables au changement climatique, cette sous-propriété peut se manifester par la disponibilité de mécanismes financiers pour l'épargne et l'accès au crédit et à l'assurance. L'accès rapide aux informations, à la fois d'entrée et de sortie du système, sera également essentiel pour prendre des décisions rapides et mobiliser un soutien rapide en cas de catastrophes climatiques.
- **La flexibilité** désigne la capacité du système à adopter différentes actions avec les déterminants mis à sa disposition, tout en permettant de saisir les opportunités qui peuvent découler du changement. Ainsi, Folke (2006) soutient que la résilience du système comprend les opportunités ouvertes par les perturbations en termes de recombinaison des structures et processus modifiés, le renouvellement du système et l'apparition de nouvelles voies. Ceci suggère l'importance de la flexibilité pour relever les défis posés par le changement climatique et mettre à profit les opportunités offertes dans des contextes en développement. La résilience au changement climatique implique la flexibilité aux trois niveaux systémiques - micro, moyen et macro - chacun devant répondre et contribuer à chaque situation, et changer si besoin est dans des conditions imprévisibles (RF, 2009). La flexibilité face au changement climatique peut provenir de diverses sources, en particulier, de l'existence de

connaissances (par exemple, des réseaux sociaux) qui peuvent proposer des voies de solution différentes aux problèmes.

- **L'auto-organisation** est la capacité du système à réaménager de manière indépendante ses fonctions et processus face à d'une perturbation externe, sans les contraintes que pourraient imposer d'autres facteurs externes (Carpenter et al., 2001). Fuchs (2004) affirme que l'auto-organisation est un triple processus basé sur la cognition, la communication et la coopération; le concept d'information peut aider à comprendre les dynamiques des systèmes d'auto-organisation. Selon cet auteur, la cognition désigne la dimension individuelle (c'est-à-dire, les éléments des systèmes sociaux), la communication désigne la dimension interactive et la coopération la dimension intégrative (à savoir, le système social lui-même, constitué par l'interaction de ses éléments). Cette définition reflète les divers aspects de l'auto-organisation et montre en même temps que le seul accès aux informations ne suffit pas pour permettre cette sous-propriété, en particulier dans des contextes en développement, caractérisés par le manque d'actifs et les contraintes institutionnelles et structurelles.

Pour une meilleure compréhension, on peut faire appel au modèle de «chaîne de l'information» (Heeks, 2005), qui distingue différentes étapes, depuis la fourniture des informations, en passant par la capacité des actifs et institutions, jusqu'à la liberté de prendre des décisions et d'adopter des mesures sur la base de ces informations. Ainsi, pour que l'auto-organisation puisse intervenir après un événement lié au climat, les communautés doivent être en mesure, d'abord, d'accéder aux données pertinentes, d'évaluer leurs qualités et de les appliquer à leurs propres besoins particuliers (ibid.) En outre, les collectivités doivent pouvoir accéder aux éléments clés qui doivent être présents pour le fonctionnement des chaînes d'information, à savoir «des ressources manifestes (argent, compétences, infrastructures techniques), des ressources incorporées ou sociales (confiance, motivation, connaissance, pouvoir) et des données brutes pertinentes» (Heeks, 1999, p.7). Ainsi, au-delà de l'accès aux moyens et capacités, l'auto-organisation implique également le contrôle et donc le pouvoir sur les biens et processus, ainsi que d'autres aspects psycho-sociaux nécessaires pour réaliser les actions (p. ex., conviction, motivation, espoir, perception d'efficacité personnelle) et s'organiser face à un événement ou une tendance liés au changement climatique. Dans la pratique, l'auto-organisation reflète également la mise en place de structures socio-politiques organisationnelles et l'action collective associée qui réduisent la vulnérabilité (p. ex., la présence de structures de micro-crédit) (Brouwer et al., 2007).

- **L'apprentissage** est une caractéristique étroitement liée à la nature dynamique des systèmes de subsistance. Il se rapporte à la capacité du système à générer des commentaires, à gagner ou à créer des connaissances et à renforcer les compétences et les capacités. Dans les systèmes vulnérables aux effets incertains du changement climatique, l'expérimentation, la découverte et l'innovation faisant partie des processus d'apprentissage, peuvent constituer des facteurs clés dans la capacité du système à rebondir et à s'adapter aux nouvelles conditions. En même temps, la compréhension du problème est essentielle pour apporter des réponses appropriées, d'où l'importance de l'accès à de nouvelles connaissances relatives aux priorités locales et aux options adaptatives. L'apprentissage peut également jouer un rôle important concernant la responsabilisation locale et la mise en œuvre d'actions préventives et de réponse pour réduire au minimum les perturbations du système.

Ces sous-propriétés de résilience constituent des caractéristiques dynamiques qui interagissent avec les actifs, les institutions, les structures et les compétences disponibles (les composantes du système) dans un système de subsistance donné, et qui permettent en fin de compte l'adaptation en tant que fonctionnements réels (les processus du système). Les adaptations réalisées contribueront à la réalisation des objectifs de développement, ainsi qu'à la rétroalimentation de la capacité du système à résister ou à s'adapter aux perturbations et aux incertitudes futures liées au climat. Ces connexions forment le modèle résumé dans la Figure 4.

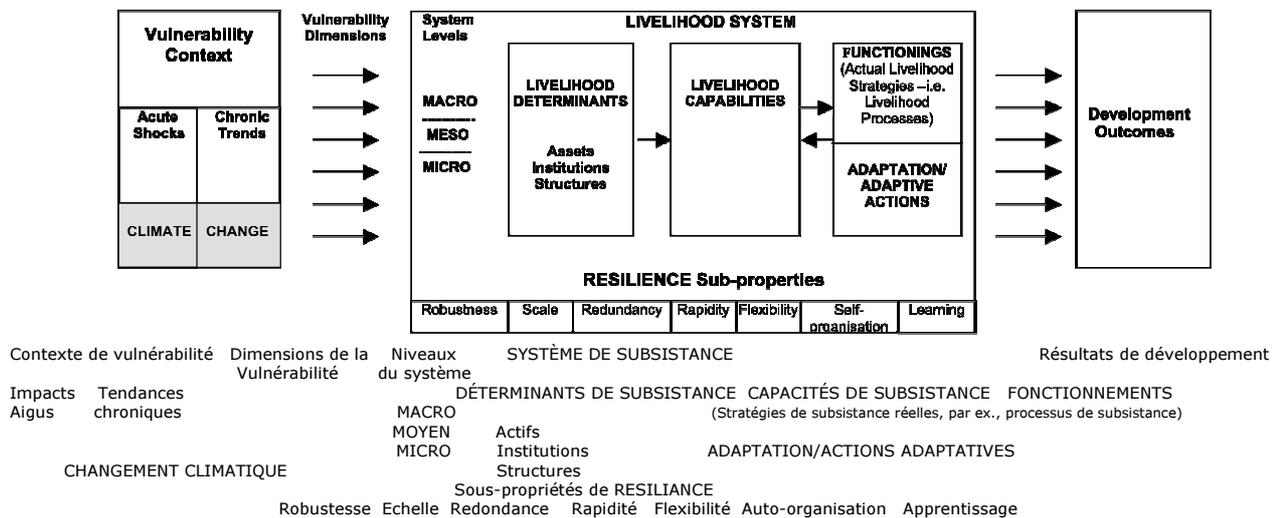


Figure 4: Adaptation au changement climatique: la résilience en tant que propriété du système

En résumé, l'analyse de l'adaptation systémique au changement climatique est axée sur les relations entre composantes, propriétés, processus et résultats dans un système donné (Nelson et al., 2007), comme indiqué dans la Figure 4. Les impacts ou les tendances liés au changement climatique dans un contexte particulier sont un stimulus qui exige une réponse. La capacité du système – au niveau des ménages, de la communauté ou du pays – de répondre par l'adaptation peut être comprise de deux manières: premièrement, comme un ensemble de composantes; deuxièmement, comme un ensemble de (sous-) propriétés. Ces deux ensembles interagissent pour créer la capacité d'adaptation du système, considérée comme son aptitude - ce qu'il est capable d'être et de faire - pour répondre à des manifestations aiguës ou chroniques du changement climatique. La résilience interagit donc avec les actifs et d'autres composantes pour façonner le mode de fonctionnement et d'adaptation suite à une perturbation (Norris et al., 2008).

Un système à haut degré de vulnérabilité n'a pas seulement perdu des composantes d'adaptation, mais aussi la résilience, ce qui implique à son tour une perte probable d'adaptation et une capacité limitée à atteindre les objectifs de développement (Folke, 2006). Inversement, la réduction des vulnérabilités existantes accroît la capacité d'adaptation, en termes soit de composantes, soit de propriétés de résilience, et pourrait aboutir à une meilleure adaptation.

3. Résilience et adaptation électroniques

La vulnérabilité, la capacité d'adaptation et la résilience sont des concepts qui ont été largement discutés et analysés dans la littérature relative à l'adaptation au changement climatique depuis de nombreuses années. Ces domaines sont étroitement liés, bien qu'ils présentent des complexités qui sont la clé pour

comprendre les effets des risques et tendances liés au changement climatique dans des contextes en développement.

Parallèlement, dans ces contextes, les TIC, notamment les téléphones mobiles, ont connu une diffusion rapide (Heeks, 2010), qui a fait l'objet d'un nombre croissant d'études sur le potentiel et les défis des technologies numériques. Une partie de ce potentiel est la capacité à faire face au changement climatique. Pourtant, l'examen des travaux sur les TIC et le changement climatique montre que ces travaux sont dans l'ensemble non seulement assez limités, mais qu'ils présentent des défaillances lorsqu'il s'agit des priorités et de l'adaptation des pays en développement au changement climatique (Ospina et Heeks, 2010).

Quand on passe en revue les études relatives aux TIC, au changement climatique et au développement (ibid.), on constate que le potentiel de la technologie numérique n'a pas encore été intégré dans une compréhension systématique de l'adaptation et de la résilience, et encore moins sur le plan conceptuel. La présente section du document vise à combler cette lacune en explorant le potentiel des TIC pour renforcer la résilience et ses sous-propriétés et contribuer ainsi aux processus d'adaptation dans des contextes vulnérables au changement climatique.

Une façon de comprendre la contribution potentielle des TIC à l'adaptation au changement climatique, fondée sur le modèle des systèmes de subsistance résumé dans la Figure 4, consisterait à définir son rôle en tant que composante des systèmes de subsistance en le comparant aux autres composantes du système: le soutien apporté aux ressources humaines, le soutien aux ressources financières, etc., le soutien aux institutions formelles et aux institutions informelles, et ainsi de suite. Or, cette approche est déjà assez fréquente dans la théorie et la pratique générales du domaine des TIC au service du développement, même si l'accent a été mis sur les TIC relatives aux stratégies de subsistance ou aux objectifs plus larges de développement et bien que les liens des TIC au changement climatique soient encore rarement étudiés. Lorsqu'un lien a occasionnellement été établi entre les TIC et le changement climatique – sur le plan théorique ou dans la pratique – les TIC ont surtout été conçues comme des outils pour relever les défis spécifiques du changement climatique.

Ce qui manque dans tous les cas, qu'il s'agisse de changement climatique ou de questions relatives au développement, c'est la compréhension de la question fondamentale – la résilience – et la façon dont les TIC peuvent contribuer à la renforcer. Pour combler cette lacune et contribuer au cadre conceptuel élaboré jusqu'ici, la section suivante étudiera les liens entre les TIC, la résilience et l'adaptation dans les systèmes de subsistance vulnérables. Elle examinera d'abord comment ces outils pourraient favoriser les sous-propriétés de résilience, puis de quelle façon dont ils pourraient aborder l'adaptation au sens large.⁶

3.1. TIC et résilience: la «résilience électronique»

Aux fins de la présente analyse, le rôle des TIC dans la résilience au changement climatique sera étudié sur la base des liens entre les TIC en tant que composante du système et l'ensemble des sous-propriétés de résilience préalablement identifiées. Cette approche servira de base pour examiner la contribution possible des technologies aux capacités d'adaptation au niveau du système. Elle doit être considérée comme une étude illustrative plutôt que globale.

⁶ Tout en reconnaissant, comme précédemment indiqué, qu'il y a une distinction plutôt conceptuelle que pratique entre la compréhension de la contribution des TIC aux composantes du système (actifs, institutions et structures) et la contribution des TIC aux propriétés du système (résilience). En tant que tel, le débat sur le rôle des TIC en matière de résilience doit nécessairement incorporer celui sur les TIC et les actifs, les institutions et les structures.

- **TIC et robustesse**

Les TIC peuvent aider à renforcer les conditions physiques des systèmes de subsistance pour faire face au changement climatique, au moyen d'applications telles que les logiciels d'information et de positionnement géographique (SIG) et les modélisations. Ces applications peuvent contribuer à concevoir des moyens de défense et à déterminer leur emplacement optimal, afin de rendre le système de subsistance plus robuste. A titre d'exemple de ce potentiel, la télédétection et les SIG ont permis de cartographier, de remettre en état et de gérer durablement les forêts de palétuviers au Kenya (Kairo et al., 2002). Compte tenu du rôle des palétuviers pour réduire les dégâts des tempêtes, cette technologie a contribué à renforcer les barrières côtières et à rendre ces zones plus robustes face à l'intensification de certains phénomènes climatiques, en particulier les cyclones (Kelly et Adger, 2000).

Les TIC peuvent également appuyer les institutions et les organisations nécessaires pour renforcer la résistance du système aux événements climatiques, soutenir les réseaux sociaux et faciliter la coordination des actions (Duncombe, 2006). Elles peuvent notamment améliorer les communications au sein des réseaux sociaux, augmenter leurs liens, renforcer la confiance réciproque et la mise en commun de normes et valeurs.

- **TIC et échelle**

Les TIC peuvent aider à augmenter l'ampleur et la profondeur des actifs auxquels ont accès les ménages, les communautés, etc. Elles peuvent faciliter l'accès à un ensemble plus large d'actifs et favoriser la capacité des systèmes de subsistance à se remettre des événements climatiques. A titre d'exemple de ce potentiel, les TIC disponibles dans les centres de ressources de village dans l'Inde rurale ont permis aux utilisateurs d'interagir avec des scientifiques, des médecins, des professeurs et des fonctionnaires gouvernementaux situés dans les zones urbaines (Nanda et Arunachalam, 2009). Cela a accru les informations disponibles (p. ex., les prévisions météorologiques océaniques) et les ressources humaines (p. ex., grâce aux services de santé et d'enseignement à distance), qui sont particulièrement utiles en cas d'événements liés au climat.

Les TIC peuvent augmenter l'échelle des ressources disponibles en associant les services à distance avec ceux disponibles sur place. En ce qui concerne les ressources d'information, par exemple, dans les zones reculées des Philippines, la modélisation participative tridimensionnelle, un outil communautaire qui combine les données SIG et les connaissances des populations locales pour produire des modèles d'appui, est utilisée pour établir des relations visuelles entre les ressources, les régimes, leur utilisation et leur juridiction, contribuant ainsi à la capacité de la communauté à faire face aux risques et tendances des changements climatiques (IAPAD, 2010).

Les applications mobiles ont amélioré l'accès structurel en permettant l'intégration des producteurs locaux - micro entreprises et agriculteurs - aux chaînes d'approvisionnement régionales et mondiales, ce qui élargit également la disponibilité des actifs, notamment en termes de ressources financières et physiques. En Inde, la *Foundation of Occupational Development* (FOOD) encourage l'utilisation des téléphones portables chez les femmes titulaires de micro-entreprises des communautés pauvres pour leur permettre d'échanger des produits, de passer et de recevoir des commandes, et d'accéder à de nouveaux marchés pour leurs produits (InfoDev, 2003). Ces applications peuvent également augmenter l'échelle des forces institutionnelles. Par

exemple, les services mobiles de microfinance étendent la portée des organisations de microfinance (Garcia Alba et al., 2007). Cela accroît non seulement l'échelle des actifs financiers et des structures organisationnelles, mais aussi le niveau de pénétration des normes et valeurs institutionnelles associées à des organisations de microfinance. Enfin, l'accès aux réseaux sociaux étendus au moyen des TIC peut aussi favoriser l'échelle des actifs, des institutions et des structures en améliorant les liens entre les systèmes locaux et les organisations de niveau moyen et macro qui jouent un rôle clé dans la mise à disposition d'environnements favorables à l'adaptation.

- **TIC et redondance**

La redondance en matière de TIC renvoie au potentiel de ces outils pour accroître la disponibilité des ressources, de sorte qu'il y a des actifs excédentaires, supplémentaires ou de remplacement. L'un des principaux moyens permettant aux TIC de contribuer à la redondance du système est d'appuyer l'accès à des capitaux financiers supplémentaires. Grâce au téléphone portable et à l'utilisation d'Internet, les petits agriculteurs tanzaniens ont augmenté leur participation sur le marché et obtenu des informations qui leur ont permis d'augmenter leur productivité (Lightfoot et al., 2008). Cela peut leur permettre d'obtenir des revenus d'appoint susceptibles de renforcer la préparation locale et l'intervention en cas d'événements climatiques (p. ex., achat de provisions supplémentaires à stocker ou amélioration de la structure du logement familial). De même, l'avènement des systèmes de finance mobile a facilité les transferts de fonds utilisables en cas de catastrophes pour remplacer les revenus qui ne peuvent plus être produits localement, ce qui permet une certaine évaluation de la redondance (Porteous et Wishart, 2006).

Autant la redondance des actifs peut améliorer la résilience des systèmes de subsistance, autant celle des institutions et organisations (p. ex, les marchés) permet aux systèmes de continuer à fonctionner, même en cas de défaillance partielle de certaines de leurs composantes. En est un exemple l'élargissement des marchés du travail grâce à l'utilisation des TIC, notamment les applications portables (p. ex, les dispositifs de recherche d'emploi, tels Babajob, qui utilise des applications Web et la technologie mobile pour contacter des travailleurs du secteur informel – femmes de ménage, cuisiniers, chauffeurs, etc. - avec des employeurs potentiels en Inde) (Babajob, 2010; VanSandt et al., 2010). Alors, en cas d'effondrement ou de défaillance des réseaux informels utilisés par les plus pauvres pour rechercher un emploi, la capacité supplémentaire prévue par le système des TIC peut permettre la continuité du service. Un autre exemple: l'utilisation des systèmes de commerce mobile offerts aux Philippines par SMART Padala, grâce auquel les utilisateurs peuvent effectuer des achats auprès de nombreux détaillants (Wishart, 2006). Le commerce ainsi dégagé des contraintes géographiques (possibilité de faire des achats auprès de détaillants hors de la zone locale) assure la «redondance commerciale» par des liens commerciaux de remplacement.

- **TIC et rapidité**

Les TIC peuvent permettre l'accès rapide et la mobilisation des actifs financiers, grâce en particulier aux services bancaires et financiers mobiles (Duncombe et Boateng, 2009). En permettant un accès rapide au capital et aux transactions financières, les TIC peuvent non seulement renforcer les moyens de subsistance locaux, mais aussi améliorer la rapidité et l'efficacité avec laquelle les communautés locales peuvent faire face et s'adapter aux risques et phénomènes liés au changement climatique.

Les TIC peuvent également accélérer l'accès aux informations. Ceci est particulièrement important en cas d'événements climatiques aigus, de glissements de terrain ou d'inondations. Les réseaux de télécommunications mobiles permettent une communication rapide des informations, améliorent la vitesse de l'alerte, de l'intervention et de la récupération en cas de catastrophe (Aziz et al., 2009; Samarajiva & Waidyanatha, 2009).

- **TIC et flexibilité**

Dans les systèmes de subsistance vulnérables, les TIC peuvent aider à identifier et à mettre en œuvre différentes actions afin de mieux résister aux effets des événements liés au changement climatique et saisir les opportunités qui peuvent découler du changement. L'identification de diverses actions possibles résulte de la mise en commun des connaissances, ce en quoi les TIC sont particulièrement efficaces, pour renforcer les contacts sociaux qui donnent accès à des connaissances tacites et améliorer l'accès aux connaissances explicites qui figurent désormais, par exemple, dans les sites web et les systèmes d'apprentissage en ligne, de portée mondiale. L'accès aux informations peut également favoriser la flexibilité par l'identification des choix possibles, en particulier, les informations sur les différentes opportunités de revenus, y compris sur la demande et les prix sur des marchés différents.

La multifonctionnalité des TIC peut aussi apporter une plus grande flexibilité aux systèmes de subsistance dont elles deviennent une des composantes, voire promouvoir la flexibilité, en l'incorporant comme l'une de ses valeurs intrinsèques. Cette qualité des TIC peut permettre une plus grande souplesse d'action là où les TIC font partie des processus d'action au sein d'un système de subsistance, car elles sont reliées de plus en plus non seulement à la communication, mais aussi aux processus transactionnels: services financiers et bancaires, éducation et santé. Là où les TIC font partie d'un système de subsistance, la flexibilité de la technologie peut permettre la flexibilité du système de subsistance, par exemple, la capacité de diversifier et de passer assez facilement d'une forme d'activité des TIC (p. ex., le téléchargement de données) à une autre (p. ex., la photographie numérique) (cf. Heeks et Arun, 2010).

- **TIC et auto-organisation**

Les TIC peuvent permettre l'accès à l'ensemble des ressources nécessaires pour que les systèmes de subsistance puissent s'auto-organiser efficacement en cas d'impacts ou de perturbations liés au changement climatique. Comme montré par les exemples relatifs aux sous-propriétés: échelle, redondance, rapidité et flexibilité, en plus de l'accès aux données pertinentes, les TIC peuvent faciliter l'accès à certains actifs, notamment au capital physique et économique (ressources visibles), ainsi qu'à d'autres ressources sociales implicites, à savoir, la confiance, la motivation, la connaissance et le pouvoir (p. ex., au moyen des réseaux sociaux, de l'autonomie locale et de l'inclusion ou de l'engagement actif des acteurs locaux dans les processus participatifs).

Par ailleurs, les TIC peuvent jouer un rôle important pour coordonner les efforts entre les parties prenantes, en facilitant les différentes étapes de prise de connaissance, de communication et de coopération qui, selon Fuchs (2004), comptent dans l'auto-organisation des processus au niveau systémique. Plus précisément, les TIC permettent l'accès aux données et aux informations pertinentes qui sont d'abord traitées au niveau individuel (cognition); elles facilitent aussi la communication et l'interaction entre les parties prenantes et permettent enfin la coopération, qui peut se traduire par des actions

d'adaptation mises en œuvre avec la participation de ces nombreuses parties prenantes.

A titre d'exemple du rôle des TIC dans l'auto-organisation à plusieurs niveaux, aux Philippines, les campagnes de mobilisation des citoyens contre la pollution atmosphérique utilisent le SMS pour encourager les citoyens à participer (Dongtotsang et Sagun, 2006), ce qui montre le potentiel de ces outils pour favoriser l'action environnementale et accroître la sensibilisation du public. Dans des cas comme celui-ci, le rôle des TIC va de l'accès aux données pertinentes à la sensibilisation aux questions environnementales au niveau individuel, à la communication et à l'interaction à l'aide de la téléphonie mobile, à l'encouragement de la coopération avec des réseaux plus larges des parties prenantes pour mener des actions, grâce aux outils des réseaux sociaux et au renforcement des processus participatifs.

Par ailleurs, les études montrent que la localisation et la décentralisation sont essentielles pour assurer le succès des stratégies d'auto-organisation et d'adaptation. On pourrait citer l'exemple des stations météorologiques rurales du Kenya, du Zimbabwe et de l'Ouganda qui aident à décentraliser l'analyse des informations climatiques et les stratégies de conception au niveau local (Kalas et Finlay, 2009). En contribuant à la communication et à la coopération, les TIC peuvent faciliter la mise en œuvre de processus participatifs de gestion des ressources naturelles et promouvoir des processus plus inclusifs de formulation et d'application de politiques. Elles peuvent favoriser des dispositifs d'information plus efficaces sur la situation des initiatives environnementales et encourager leur suivi par les individus et les organisations de la société civile. Il s'agit de promouvoir le suivi par les communautés des changements des conditions climatiques locales: nombre de jours de gel, longueur des saisons ou changements du régime des précipitations, qui peuvent finalement aider à renforcer les mesures d'adaptation locales dans les secteurs de l'agriculture et de la foresterie.

Les réseaux sociaux peuvent s'avérer essentiels pour l'auto-organisation, en particulier pour assurer la subsistance des communautés en temps de disette et d'événements climatiques sévères, suivre les changements environnementaux et identifier de nouveaux dispositifs afin de réduire les risques et l'incertitude. Ils jouent un rôle important pour la mise en commun et la diffusion des connaissances entre entités homologues, ce qui dans les villages reculés pourrait être la clé de l'(auto)organisation de systèmes efficaces d'alerte précoce et de stratégies d'adaptation.

De même, dans les processus de prise de décision qui permettent des actions auto-organisées, les TIC facilitent l'évaluation des options et l'analyse des éventuels compromis de l'adoption de lignes de conduite particulières (p. ex., par la modélisation du changement climatique, la prévision et les applications relatives à l'aménagement du territoire). La disponibilité des infrastructures des TIC peut également soutenir le rôle des autres composantes du système pour la résilience et l'adaptation. Les applications des TIC, en particulier les systèmes d'information géographique, peuvent réduire l'incertitude des scénarios de changement climatique en apportant une contribution précieuse pour éclairer les décisions sur les questions relatives à l'aménagement du territoire, à l'analyse des ressources de l'environnement, à l'analyse démographique et à la planification des infrastructures. Tout cela est très important dans des contextes ruraux et urbains vulnérables aux effets du changement climatique.

Comme Heeks et Leon (2009) l'affirment dans leur analyse des chaînes de l'information dans les zones reculées, les facteurs psycho-sociaux sont une

partie importante de la capacité des systèmes à s'organiser de manière indépendante. Là où les TIC peuvent assurer ces facteurs – encourager l'espoir, la motivation ou le sentiment de leur propre efficacité – cela va augmenter leur propre système d'organisation et contribuer à réduire la dépendance vis-à-vis de sources externes. Certains indices montrent déjà que les TIC peuvent y contribuer (p. ex., Pal et al., 2007). Le modèle de la chaîne d'information identifie également un élément essentiel de l'analyse du rôle des TIC pour l'auto-organisation, à savoir, la capacité (la connaissance) de l'utilisateur à juger de l'exactitude, de l'exhaustivité et de la pertinence des données afin de les évaluer et d'agir en conséquence. Cette connaissance est à son tour liée au potentiel des TIC pour favoriser l'apprentissage, comme expliqué ci-dessous.

- **TIC et apprentissage**

Les expériences sur le terrain suggèrent que les compétences accrues et l'accès aux connaissances assuré par les TIC renforcent les capacités des acteurs locaux et l'autonomisation des groupes marginalisés (Labelle et al., 2008). Il est possible de concevoir ce rôle dans le cycle d'apprentissage expérimental qui comporte, selon Kolb (1984), quatre éléments: expérience concrète, observation réfléchie, conceptualisation abstraite et expérimentation active. Les TIC peuvent notamment faciliter la réflexion et la pensée, qui sont les principaux éléments de rétroaction systémique, mais qui auront des incidences sur l'ensemble du cycle.

Par exemple, le Web 2.0 et les nouvelles applications multimédia peuvent être les outils d'un processus d'apprentissage collectif (GTZ, 2008). En mettant en commun les observations et réflexions grâce aux outils TIC (p.ex., blogs, wikis, observations et suivi de l'environnement), les utilisateurs créent de nouvelles façons d'assimiler ou de traduire les informations (p. ex., les changements dans leur environnement naturel), qui peuvent être partagées par des réseaux plus larges et avoir une influence sur l'action (p.ex., promouvoir les essais ou l'expérimentation), ce qui permet la réalisation de nouvelles expériences et pratiques. La génération de ces cycles d'apprentissage nouveaux et élargis pourra à son tour renforcer la résilience systémique.

Ce potentiel se reflète dans des initiatives telles que le projet DEAL en Inde, qui vise à créer une base de connaissances numérique en impliquant différents acteurs dans le processus de création de contenus, tout en rendant ces connaissances accessibles aux agriculteurs et autres travailleurs agricoles (Deal, 2010). Sur la base des outils du Web 2.0, il fournit un moyen aux agriculteurs d'expliquer leurs problèmes et d'établir un dialogue avec des scientifiques et des chercheurs dans le cadre d'un blog audio. Le blog rassemble les connaissances tacites et les savoir-faire des agriculteurs grâce à des fichiers audio téléchargés, tout en assurant des pratiques de collaboration pour la réflexion, la production de connaissances et la réutilisation par l'action (GTZ, 2008). Les TIC peuvent ainsi exposer l'expérience collective des agriculteurs et leurs savoirs traditionnels, qui jouent un rôle crucial pour réussir l'adaptation, tout en favorisant les processus d'apprentissage de nouvelles questions essentielles pour la durabilité des moyens de subsistance locaux au milieu d'un climat changeant.

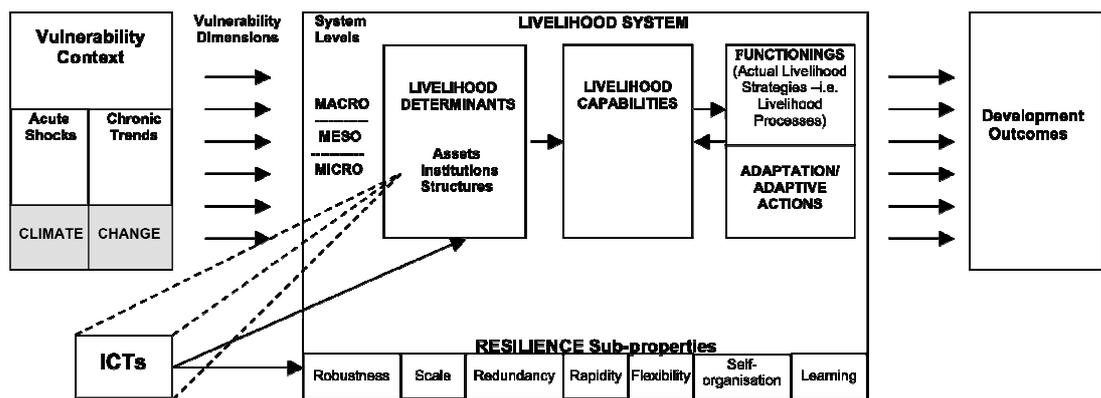
Résilience électronique

L'analyse systémique de la résilience élargit la compréhension de l'adaptation, au-delà de la vulnérabilité inhérente aux moyens de subsistance des contextes en développement, afin de comprendre que les capacités d'adaptation sont également

bâties sur les sous-proprétés de la résilience qui peuvent être renforcées par les TIC et contribuer ainsi à atteindre les objectifs de développement.

L'analyse précédente sur la contribution potentielle des TIC aux sous-proprétés de la résilience n'est pas facile à l'heure actuelle. Elle s'est fondée sur une nouvelle analyse rétrospective des études de cas ICT4D qui évoquent rarement l'adaptation au changement climatique et encore moins la résilience. Cependant, les travaux précédents suggèrent que la contribution des TIC aux processus adaptatifs peut être analysée de deux manières: d'abord, au travers de ses liens dynamiques avec les ressources (sur la base des actifs et facilitateurs), avec les institutions (incapacités /contraintes) et avec les structures (aux niveaux micro, moyen et macro) pour créer des aptitudes (capacités ou incapacités à agir); ensuite, par la mise en valeur des sous-proprétés de résilience.

Bien que le présent document ait adopté cette dernière approche, le tableau résumé de la Figure 5 montre les deux analyses possibles du rôle des TIC. Il reflète également que les TIC sont une composante des déterminants de subsistance (à savoir, une partie de la base des actifs des systèmes de subsistance qui inscrivent en même temps les valeurs institutionnelles et qui aident à structurer les processus), mais qu'elles devraient être particulièrement mises en évidence afin de souligner l'objectif de la présente étude.



Contexte de vulnérabilité	Dimensions de la Vulnérabilité	Niveaux du système	SYSTÈME DE SUBSISTANCE	Résultats de développement				
Impacts Aigus	Tendances chroniques	MACRO MOYEN MICRO	DÉTERMINANTS DE SUBSISTANCE CAPACITÉS DE SUBSISTANCE (Actifs, Institutions, Structures)	FONCTIONNEMENTS (Stratégies de subsistance réelles, par ex., processus de subsistance)				
CHANGEMENT CLIMATIQUE		Sous-proprétés de RESILIENCE		ADAPTATION/ACTIONS ADAPTATIVES				
TIC		Robustesse	Echelle	Redondance	Rapidité	Flexibilité	Auto-organisation	Apprentissage

Figure 5: Cadre de résilience électronique

En examinant la contribution des TIC à l'adaptation au changement climatique du point de vue de ses incidences sur les sous-proprétés de résilience, on voit apparaître le concept de «résilience électronique» ou «e-résilience». La résilience électronique peut être définie comme une propriété des systèmes de subsistance qui assure l'interaction des TIC avec un ensemble de sous-proprétés de la résilience et permet au système de s'adapter aux effets du changement climatique. La résilience électronique en particulier et ce modèle en général visent à faciliter l'identification, l'intégration et l'analyse de la contribution potentielle des TIC à l'adaptation au changement climatique, compte tenu de l'ensemble complexe de liens et d'interactions qui existent dans le contexte des vulnérabilités auxquelles sont confrontés les pays en développement.

Après avoir identifié les principaux domaines potentiels d'utilisation des TIC du point de vue de la résilience et afin d'éclaircir leur rôle au sein des processus adaptatifs, la section suivante abordera leur rôle dans les actions d'adaptation et la réalisation des objectifs de développement, qui constituent la dernière étape (à droite) du tableau de la résilience électronique.

3.2. TIC et actions d'adaptation

La perspective systémique de cette analyse suggère que les TIC peuvent contribuer aux processus adaptatifs, non seulement par leur influence sur les sous-propriétés de résilience, mais aussi par leurs liens dynamiques avec d'autres composantes du système, à savoir, les actifs, les institutions, les structures et les aptitudes, qui favorisent des fonctionnements adaptatifs (à moins qu'ils n'aboutissent à des fonctionnements limitatifs).

Dans les sections précédentes, l'accent a été mis sur les TIC et la résilience (tout en discutant le rôle de la technologie vis-à-vis des composantes du système). Or, en dépit des discussions sur les propriétés ou les composantes du système, elles sont essentiellement des précurseurs. Au moins, ce qui intéresse les experts, c'est avant tout les effets des TIC sur les processus d'adaptation. Il est possible d'évaluer l'impact potentiel des TIC de deux manières différentes: l'une, au niveau macro / national des systèmes de subsistance (qui sont la clé des mesures d'adaptation), et l'autre, au niveau des vulnérabilités identifiées au début de cette étude (notamment, les moyens de subsistance et les finances, les conditions socio-politiques, la santé, l'habitat et les migrations, la sécurité alimentaire et l'approvisionnement en eau), qui sont les domaines dans lesquels le changement climatique aura probablement des incidences plus importantes et qui jouent un rôle crucial dans la capacité du système à assurer les objectifs de développement.

Ceci dit, la contribution potentielle des TIC à l'adaptation au changement climatique, que ce soit par l'une ou l'autre de ces voies ou en termes de résilience électronique, ne va pas de soi. L'analyse portera donc sur certains des défis associés à l'utilisation des TIC dans les processus concrets d'adaptation.

3.2a. L'impact des TIC sur l'adaptation au niveau national

Alors que les systèmes de subsistance peuvent plus facilement être conçus au niveau des ménages ou de la communauté, comme précédemment indiqué, ils font eux-mêmes partie d'un système plus vaste qui favorise et attire à la fois les actifs, institutions et structures. Ce système plus vaste doit donc être examiné si nous voulons construire une image plus complète des TIC et de l'adaptation au changement climatique. Nous avons fixé la portée de ce système en tant qu'objectif mondial, mais étant donné le rôle critique de l'État-nation et des partenaires nationaux dans l'élaboration et la mise en œuvre des politiques pertinentes du domaine des TIC, du changement climatique, de l'agriculture, du développement urbain, etc., nous avons préféré mettre l'accent sur le niveau national.

Pour effectuer cette analyse, trois principaux domaines d'impact potentiel des TIC au niveau national ont été identifiés, à savoir: (i) les politiques relatives à l'infrastructure et aux applications des TIC qui sont le fondement de la résilience et de l'adaptation électroniques; (ii) la formation de nouvelles structures à partir des TIC (souvent sur la base du réseau) qui peuvent contribuer à l'adaptation; et (iii) le rôle des TIC dans la collecte de données, l'analyse et la prise de décisions au niveau national qui conduisent ensuite aux actions et politiques ayant un effet sur

la résilience et l'adaptabilité au changement climatique. Chacun de ces domaines sera abordé par des exemples illustratifs du potentiel des TIC.

- **Soutenir l'infrastructure des TIC, l'utilisation et l'application des TIC liées au changement climatique**

Le secteur des télécommunications peut jouer un rôle important dans l'adaptation au changement climatique en apportant son assistance technique et financière et par la création d'alliances multisectorielles destinées à mettre en œuvre des solutions liées aux TIC (Labelle et al., 2008). Au niveau des politiques, les institutions des pays en développement peuvent soutenir la prestation de meilleurs services d'accès et de connectivité dans les zones rurales, en particulier dans les régions marginalisées plus exposées aux risques ou aux tendances liés au changement climatique. Les alliances multisectorielles fournissant une infrastructure adéquate peuvent s'avérer essentielles pour mettre en œuvre des systèmes efficaces d'alerte précoce (UIT, 2007). Elles peuvent également encourager les experts des TIC à jouer un rôle actif dans la diversification des moyens de subsistance locaux, afin de réduire la dépendance vis-à-vis des ressources naturelles et la vulnérabilité aux effets des phénomènes climatiques.

Face aux risques énormes que représente le changement climatique pour l'agriculture et la sécurité alimentaire, les structures et les institutions des pays en développement pourraient jouer un rôle important en mettant en place des programmes nationaux basés sur les TIC à l'intention des petits agriculteurs et producteurs, afin de renforcer les connaissances locales en matière de diversification des cultures et de production sous des conditions variables (p. ex., modèles et techniques agricoles pour réduire les risques climatiques, gestion des produits et semences dans les établissements agricoles). Les TIC peuvent également renforcer les capacités internes des organisations à l'échelle nationale en tant que facilitateurs efficaces de mesures d'adaptation locales (FAO, 2003).

- **Structures d'adaptation au changement climatique à l'échelle nationale fondées sur les TIC**

Malgré la valeur reconnue de l'auto-organisation en tant que fondement de la résilience, la capacité d'adaptation est également renforcée par l'intégration des communautés dans des structures supérieures qui peuvent catalyser des flux d'actifs et de valeurs institutionnelles. Les TIC peuvent y contribuer en favorisant ou en renforçant les réseaux sociaux et socio-politiques. La technologie peut aider à construire des systèmes de gouvernance hybrides à plusieurs niveaux, fondés sur des modèles d'organisation souples qui comprennent les réseaux sociaux, pour combiner les contributions tant externes que participatives, afin de faire face aux incertitudes du changement climatique par une gestion plus efficace des ressources naturelles (Folke et al., 2005). L'AMARC (Association mondiale des radios communautaires) en est un exemple Amérique latine. Elle utilise les TIC pour faire connaître les stratégies élaborées par les communautés locales pour répondre aux effets du changement climatique sur la sécurité alimentaire (Kalas et Finlay, 2009)

On peut voir ces flux en grande partie au niveau moyen: ils aident les collectivités à élaborer leurs actions locales sur la base de connaissances construites avec des pairs ou transmises par des institutions nationales compétentes. Mais les flux ascendants peuvent être tout aussi importants, en mettant en valeur les expériences des communautés individuelles en matière de changement climatique et en assurant qu'elles soient prises en considération

et intégrées dans les politiques nationales appropriées qui favorisent l'adaptation à long terme.

En même temps, les TIC peuvent faciliter la coordination des mesures adaptatives en créant et en soutenant les réseaux ou les communautés entre les différentes parties prenantes au niveau national, à propos de questions spécifiques liées au climat. La technologie favorise en général les échanges entre la communauté scientifique et les décideurs, et entre les organisations de la société civile travaillant sur les questions environnementales dans ce domaine.

- **Adaptation au changement climatique au niveau national facilitée par la collecte de données, l'analyse, la prise de décisions et les actions fondées sur les TIC**

Les TIC peuvent renforcer la capacité des organisations nationales travaillant sur le changement climatique en permettant des processus décisionnels mieux informés et plus participatifs. Les outils TIC peuvent aider les ministères et les organismes gouvernementaux à coordonner leurs actions, à mettre en œuvre des campagnes nationales et à faciliter les dispositifs appropriés de prévention et de réponse au niveau local. ALERTA, par exemple, une application de surveillance des maladies mise en place au Pérou, permet aux professionnels de la santé des zones rurales de transmettre des rapports aux autorités de la santé grâce à des applications téléphoniques ou basées sur Internet et de recevoir des informations et une assistance via la boîte vocale. Cela permet à la communauté de répondre plus rapidement aux urgences sanitaires de courte durée et contribue également à suivre certains changements à long terme relatifs à la prévalence des maladies associées au changement climatique (InfoDev, 2003).

Les applications des TIC (p. ex., les systèmes d'information géographiques) sont de plus en plus intégrées à la collecte de données sur les milieux urbains. Elles soutiennent les décisions des organismes gouvernementaux en matière de planification urbaine et de développement. Cela inclut des données particulièrement importantes pour cerner les vulnérabilités au changement climatique, notamment les modes d'approvisionnement en eau actuels et probablement futurs (eoPortal, 2010). En puisant des informations à partir d'une variété de parties prenantes, depuis les communautés et jusqu'aux services météorologiques, les TIC aident ces organismes à comprendre non seulement la situation actuelle, mais aussi les modèles futurs - y compris des scénarios de changement climatique- qui aboutissent à la prise de décision sur les mesures visant à améliorer la résilience au climat, qu'il s'agisse de digues, de réservoirs ou de systèmes d'irrigation à grande échelle.

De même, grâce aux dernières applications qui permettent de cartographier, de visualiser, de piloter et de modéliser, tout en assurant les approches participatives en fonction des besoins locaux, les TIC aident à définir de nouvelles politiques et réglementations sur les établissements humains, ainsi que des règles de construction qui contribuent à réduire les vulnérabilités existantes dans ce domaine. Ces outils peuvent également soutenir les organisations (p. ex., pour garantir les droits d'accès à l'approvisionnement en eau des petits agriculteurs et assurer la disponibilité de l'eau), entre autres mesures d'adaptation.

Outre les politiques ciblées sur les incidences directes des vulnérabilités au changement climatique, l'adaptation exigera également des actions sur les aspects plus contextuels et institutionnels, notamment l'accès aux marchés ou

la politique fiscale. Des systèmes solides d'information sont une condition préalable indispensable pour les politiques comme l'administration fiscale efficace ou des mesures d'incitation visant à encourager les pratiques environnementales. Ceci suggère l'existence de liens entre les stratégies de gouvernement électronique et la promotion efficace de bonnes pratiques environnementales et d'adaptation au niveau national.

3.2b. L'impact de l'«adaptation électronique» sur les dimensions de la vulnérabilité au changement climatique

Après avoir identifié les domaines clés d'influence potentielle des TIC sur l'adaptation au niveau national, une analyse systémique de leur rôle exige également l'étude de leur contribution à la mise en œuvre de mesures d'adaptation qui abordent directement (et réduisent) les dimensions de la vulnérabilité au changement climatique dans les pays en développement.

- **Systèmes de subsistance et finances**

De nouvelles expériences sur le terrain suggèrent le potentiel des TIC pour soutenir les systèmes de subsistance locaux (à savoir: processus productifs et activités de subsistance locales) dans les régions vulnérables au changement climatique. Les TIC fournissent notamment des informations sur les aspects des moyens de subsistance liés au climat. Elles peuvent apporter des informations aux agriculteurs locaux sur de nouvelles variétés de cultures, sur des maladies et sur des processus de production plus efficaces qui favorisent la productivité et facilitent les processus d'adaptation aux moyens de subsistance locaux (Scott et al., 2004). En Ouganda, par exemple, un pays très vulnérable aux variations et aux catastrophes climatiques (Magrath, 2008), les iPods et podcasts sont utilisés dans des communautés marginalisées pour accéder à des contenus présentés de façon créative sur leurs moyens de subsistance. Il s'agit d'informations générales sur l'amélioration des cultures, mais qui peuvent facilement intégrer des données climatiques pertinentes, par exemple, de nouvelles semences et cultures et promouvoir des changements des pratiques agricoles (ALIN, 2010).

Nous avons déjà évoqué la contribution des TIC au financement des communautés touchées par le changement climatique. A ce jour, peu d'études ont porté spécifiquement sur le financement de l'adaptation au changement climatique et sur la façon dont les TIC peuvent y contribuer. Les TIC peuvent également aider à créer des moyens de subsistance plus résilients: par exemple, en apportant des informations plus précises sur les prix et la demande qui permettent des ventes plus rentables ou sur un plus grand nombre de marchés (Jensen, 2007), ou en créant des micro-entreprises basées sur les TIC qui assurent des revenus supplémentaires et/ou plus élevés (p. ex., Heeks et Arun, 2010). Or, là encore, cette question ne semble pas avoir été suffisamment étudiée du point de vue du changement climatique.

- **Conditions socio-politiques**

Les conditions socio-politiques générales qui caractérisent l'adaptation des communautés locales ont été déjà examinées dans la section précédente. Nous avons vu que les TIC peuvent aider à activer de nouvelles structures dans l'environnement socio-politique qui peuvent favoriser l'inclusion et la participation à la conception et à la mise en œuvre des processus d'adaptation, réduisant ainsi l'instabilité ou l'éventualité de tensions sociales. Une étude relative à des femmes pratiquant l'agriculture organique dans les Caraïbes, a

montré que les outils TIC ont renforcé leurs réseaux, leur coopération et leur autonomie, ce qui a amélioré leur résilience face à au changement climatique (Tandon, 2009).

- **Santé**

L'exemple d'ALERTA déjà cité a montré que les TIC peuvent aider à suivre les modifications des patrons des maladies qui pourraient survenir à la suite du changement climatique. Les TIC peuvent également apporter de nouvelles données médicales aux communautés, grâce aux technologies accessibles sur le terrain (téléphones portables, radios communautaires, etc.) qui fournissent des informations climatiques de base sur des questions clés pour la santé, afin d'améliorer la réponse locale à l'évolution des maladies à transmission vectorielle (p. ex., paludisme et dengue) et des maladies à transmission hydrique, favorisées par la chaleur, la faible sécurité alimentaire et la diminution de la disponibilité en eau potable (IIDD, 2005). Elles peuvent aussi introduire d'autres ajustements liés à la santé qui pourraient s'avérer nécessaires dans les communautés locales (Kalas et Finlay, 2009).

- **Habitat et migrations**

Les applications des TIC peuvent atténuer les pressions des migrations et redistributions de personnes déclenchées par l'élévation du niveau des océans, les sécheresses, la désertification ou les inondations, entre autres effets potentiels du changement climatique. Comme indiqué précédemment, des applications telles que la télédétection et les systèmes d'information géographique (SIG) peuvent faciliter l'aménagement urbain, améliorant ainsi les conditions de l'habitat des populations déplacées qui sont forcées de s'installer dans des zones défavorisées ou surpeuplées. Les TIC peuvent également permettre la communication entre membres de familles séparées ou démembrées à cause d'événements climatiques, et soulager ainsi le stress psychologique provoqué par les migrations chez des populations vulnérables (Dempsey, 2010).

- **Sécurité alimentaire**

Les rendements des cultures touchées par la sécheresse ou les inondations, ou par une diminution globale de la productivité due à la variabilité climatique peuvent entraîner des pénuries alimentaires, des problèmes de malnutrition et autres difficultés connexes chez des populations vulnérables. Dans ces contextes, les TIC peuvent contribuer à soutenir les services de formation agricole, élargir la portée de ces programmes, en particulier dans les régions rurales et marginalisées des pays en développement. À bien des égards, cela coïncide avec le rôle des systèmes de subsistance agricoles précédemment examinés. Pour les agriculteurs des tribus du Nord-Est de l'Inde, par exemple, où la diffusion insuffisante des informations agricoles et des technologies ont conduit à une faible productivité et à l'insécurité alimentaire, les TIC (y compris la radio et la télévision) sont utilisées pour diffuser des informations, par exemple, sur les ravageurs et sur le traitement des maladies, (Saravanan, 2008; e-Arik, 2010). Cependant, les TIC jouent un rôle en matière de sécurité alimentaire, au-delà de la production et de la divulgation d'informations relatives à la planification, à la conservation, à la distribution et à la consommation des aliments.

- **Approvisionnement en eau**

Les TIC peuvent aider à améliorer la gestion des ressources hydriques, le suivi des ressources en eau et la sensibilisation au niveau communautaire. Au Pérou, le Centre d'Etudes Sociales (CEPES, 2010) a mis en place un projet basé sur un petit réseau de téléc centres dans la vallée de l'Huaral, une région éloignée où les sécheresses et la pénurie d'eau ont entravé la production agricole et la subsistance locale. Un système d'information agricole a été mis en place à l'aide des TIC. Il comprend un logiciel destiné à améliorer la distribution de l'eau (APC, 2007). Or, comme pour d'autres vulnérabilités, la plupart des cas à ce jour concernent la vulnérabilité générale plutôt que l'identification du rôle spécifique que peuvent jouer les TIC pour gérer l'approvisionnement en eau à la suite du changement climatique.

Comme nous l'avons déjà dit, les exemples présentés sont presque tous tirés de la documentation ICT4D, plutôt que de celle de «ICT4CCA» (adaptation au changement climatique), d'autant plus que celle-ci n'existe guère. De même, bien que nous ayons souligné les aspects spécifiques de la vulnérabilité de chaque cas, dans la pratique, les projets des TIC recouvrent souvent plusieurs vulnérabilités. Par exemple, un système unique d'information rurale pourrait couvrir les moyens de subsistance, la sécurité alimentaire, la santé et l'eau.

D'une part, cela renforce la nécessité d'envisager rapidement une analyse spécifique des projets TIC relatifs au changement climatique. D'autre part, cependant, cela indique la valeur d'une perspective globale des TIC et de l'adaptation au changement climatique: celle qui va au-delà des solutions à court terme face aux différents événements et symptômes du changement climatique et qui s'attaque aux causes sous-jacentes de la vulnérabilité et à l'exposition à long terme aux tendances et incertitudes du changement climatique. Voilà précisément ce que le cadre de la résilience électronique cherche à faire.

Un aspect commun qui pourrait être établi à partir des zones de vulnérabilité identifiées, et qui se reflète également dans le cadre de la résilience électronique, c'est le potentiel des TIC pour aider à définir et à conjuguer les priorités des acteurs aux niveaux micro, moyen et macro, ainsi que pour élargir l'accès aux actifs et aux aptitudes et soutenir les organisations et institutions en vue de l'adoption de fonctionnements adaptatifs. Les TIC pourraient aussi contribuer à mettre en œuvre des processus plus inclusifs et participatifs qui reflètent les besoins et les relations de pouvoir existant dans les contextes locaux.

Les solutions sans connexion avec les priorités et les caractéristiques du tissu social local n'auront pas les effets à long terme nécessaires à l'adaptation future et à la réalisation objectifs de développement. Dans des contextes en développement, le potentiel des TIC pourrait compléter les approches intégrées qui incluent non seulement le suivi et l'alerte précoce, mais aussi des mesures plus larges visant à réduire la vulnérabilité dans des domaines tels que la diversification des moyens de subsistance, les conditions sociopolitiques, la sécurité alimentaire, l'approvisionnement en eau, l'habitat et les migrations, entre autres. Autrement dit, les TIC ne suffisent pas à apporter la solution à l'adaptation au changement climatique: elles doivent faire partie intégrante d'une approche holistique.

3.2c. Difficultés rencontrées par l'utilisation des TIC pour appuyer l'adaptation au changement climatique

L'analyse menée à ce jour indique l'existence de liens positifs et importants entre les TIC et la résilience des systèmes vulnérables au changement climatique. Cependant, les pays en développement sont caractérisés par l'interaction d'un

ensemble complexe de facteurs de stress et d'inégalités, y compris des contextes socio-politiques où les relations de pouvoir et les écarts potentiels se fondent en particulier sur le sexe et l'origine ethnique, et où la mise en œuvre des approches novatrices des TIC doit être évaluée avec soin (Duncombe, 2006). L'analyse du rôle des TIC doit également reconnaître qu'elles peuvent avoir un impact négatif sur les systèmes de subsistance, susceptible de réduire leur résilience et leur capacité d'adaptation aux risques, aux tendances et aux variations liés au climat.

Le danger peut-être le plus évident des TIC c'est qu'elles pourraient absorber les ressources internes d'un système, notamment d'une communauté. En effet, les TIC sont coûteuses et accaparent souvent des moyens destinés à d'autres utilisations (p. ex., Diga, 2007). De façon moins évidente, les TIC pourraient demander du temps et de la motivation, au détriment des capacités et actions d'adaptation. Même si elles fournissent de nouveaux actifs, ces actifs ne sont pas nécessairement utilisables. Par exemple, elles peuvent fournir des informations peu fiables, faiblement adaptées aux réalités locales ou transmises dans une langue inaccessible aux acteurs locaux. Cela peut non seulement compromettre le potentiel de ces outils dans les processus adaptatifs, mais aussi contribuer plus généralement à aggraver l'incertitude, voire à encourager des erreurs ou des actions mal adaptées.

L'adaptation en réponse à une perturbation particulière liée au climat peut nuire à la résilience systémique en rendant la communauté plus vulnérable à d'autres événements, ou en limitant les sous-propriétés génériques, telles la flexibilité (Nelson et al., 2007). Si les TIC sont utilisées pour des mesures adaptatives qui n'intègrent pas ou ne reconnaissent pas ces facteurs, elles pourraient contribuer à une mauvaise adaptation globale, en accordant une attention et des ressources privilégiées à une seule initiative, par exemple, à un système d'alerte précoce aux catastrophes, et en détournant donc ces actifs de leur application à d'autres initiatives.

Il faut de plus reconnaître que les systèmes de subsistance des contextes en développement impliquent des rapports de pouvoir complexes et des inégalités qui déterminent l'accès, par exemple, aux actifs et aux opportunités, et peuvent transformer les avantages potentiels des interventions en matière de TIC en situations où le pouvoir des couches privilégiées est renforcé (p. ex., celui des sphères de prise de décision). Cela risque de creuser le fossé qui les sépare des groupes les plus vulnérables. Selon Pettengell (2010), «l'examen des conditions qui accentuent la vulnérabilité au changement climatique ou qui limitent la capacité d'adaptation est une composante essentielle de l'adaptation» (ibid., p. 29), et parmi ces conditions, il y a notamment les rapports de pouvoir.

Par exemple, les actions qui ne reconnaissent pas les vulnérabilités spécifiques et le rôle des femmes dans les processus adaptatifs risquent d'approfondir les écarts existants, notamment, en ce qui concerne propriété de la terre, les droits ou l'accès aux actifs, en particulier, au crédit financier (ibid.). Les TIC pourraient aussi faciliter l'adaptation des individus, mais pas nécessairement celle des groupes plus larges. Les applications qui renforcent les moyens de subsistance d'une famille ou d'un groupe n'ont pas nécessairement le même effet au niveau communautaire; elles approfondissent parfois le fossé entre les «nantis» et les «démunis» dans certaines communautés. Si les TIC sont utilisées sans tenir compte des déséquilibres de genre et autres et des rapports de pouvoir au sein d'une communauté donnée, elles peuvent renforcer les inégalités existantes et favoriser les intérêts de certains groupes qui ne sont peut-être pas les plus vulnérables. Par conséquent, les solutions en matière de TIC doivent reconnaître et cibler le rôle et la contribution du pouvoir et des inégalités au processus d'adaptation, afin d'assurer une adaptation efficace et inclusive. Ces exemples suggèrent que, dans

des contextes caractérisés par la pauvreté et les inégalités, la réduction des risques liés au climat ne suffit pas à garantir la réussite. L'analyse du potentiel des TIC nécessite un examen attentif des facteurs de vulnérabilité sous-jacents au sein des environnements en développement, ainsi que des institutions et structures existantes propres à un système de subsistance donné.

4. Conclusions

S'il est vrai qu'il reste bien des aspects à étudier concernant le rôle et le potentiel des TIC dans le domaine du changement climatique, la présente analyse met en lumière les principaux fondements conceptuels qui aident à mieux comprendre les liens complexes existant au sein des systèmes vulnérables, qui déterminent en fin de compte le rôle des technologies numériques pour atteindre des résultats de développement dans un avenir climatique incertain.

Le cadre ici élaboré intègre les principaux concepts qui interviennent dans le rôle des TIC dans le changement climatique: la vulnérabilité, l'adaptation et la résilience, et les résultats du développement. Sur la base de l'approche durable des moyens de subsistance, du nouvel institutionnalisme et de l'approche fondée sur les aptitudes, ce modèle constitue un outil conceptuel pour comprendre la résilience au changement climatique dans les systèmes vulnérables. Il jette les bases pour analyser comment les interactions dynamiques entre les composantes (p.ex., les déterminants fondés sur les actifs, les institutions et les structures des aptitudes) et les processus (fonctionnements adaptatifs) qui jouent un rôle dans la réalisation de l'adaptation et du développement, peuvent être compris aux niveaux macro, moyen et micro.

La présente analyse suggère que, s'agissant de phénomènes ou de tendances liés au changement climatique dans un contexte particulier, la capacité du système (au niveau du ménage, de la communauté ou du pays) à répondre par l'adaptation peut être comprise, soit comme un ensemble de composantes, soit comme un ensemble de (sous-) propriétés qui interagissent pour créer la capacité d'adaptation du système. La résilience apparaît ainsi comme une propriété importante des systèmes de subsistance soumis aux changements et à l'incertitude liés au climat; cette propriété interagit avec d'autres actifs et composantes pour façonner la trajectoire de fonctionnement et d'adaptation après une perturbation aiguë ou chronique (Norris et al., 2008)

L'analyse systémique de la résilience a permis d'élargir la compréhension de l'adaptation au-delà de la vulnérabilité inhérente aux moyens de subsistance des contextes en développement, afin de comprendre que les capacités d'adaptation se fondent également sur les sous-propriétés de résilience qui peuvent être renforcées par les TIC et contribuer ainsi à atteindre les objectifs du développement.

Dans ces contextes, le concept de *résilience électronique* est défini comme une propriété des systèmes de subsistance par laquelle les TIC interagissent avec un ensemble de sous-propriétés de résilience qui permettent au système de s'adapter aux effets du changement climatique. Ainsi, la résilience électronique est proposée comme un nouveau domaine d'étude pour comprendre comment les outils et les approches novatrices en matière de TIC peuvent renforcer la réponse des systèmes vulnérables aux difficultés et incertitudes du changement climatique.

La valeur de cette approche réside en sa contribution à une meilleure compréhension de l'ensemble complexe de rapports entre composantes, propriétés et processus du système de subsistance, qui se caractérisent à leur tour par la

présence de multiples facteurs de stress du développement. Ce modèle devrait servir d'outil pour examiner le potentiel et les difficultés du rôle des TIC dans les processus d'adaptation, tout en facilitant l'identification des stratégies qui pourraient renforcer les capacités d'adaptation, et finalement, la réalisation des objectifs de développement face aux incertitudes du climat à long terme.

L'étude reconnaît que l'information joue un rôle à la fois analytique et fonctionnel dans les systèmes de subsistance, et qu'elle doit être considérée comme faisant partie d'un processus dynamique de changement plutôt que comme une ressource statique (Duncombe, 2006). Ces attributs sont particulièrement pertinents, étant donné le dynamisme et l'imprévisibilité qui caractérisent le changement climatique. Elle a également reconnu que les TIC doivent être considérées non seulement comme un outil pour traiter et communiquer des informations, mais aussi, de plus en plus, comme un moyen pour effectuer des opérations numériques et comme un moyen de production pour les entreprises nouvelles fondées sur les TIC.

L'étude suggère la pertinence de considérer les impacts du changement climatique tant à court terme (p. ex., risques,) qu'à long terme (p. ex., tendances et variabilité), ainsi que la distinction entre les actions ou réactions à court terme pour supporter et se rétablir, et les processus d'adaptation à plus long terme qui peuvent impliquer la transformation du système. A cet égard, le développement du cadre de résilience électronique indique que l'étude du potentiel des TIC dans le domaine du changement climatique oblige à reconnaître que les processus dynamiques en matière de TIC peuvent être formels ou informels, qu'ils peuvent répondre à la fois aux besoins à court terme (supporter/se rétablir) et à long terme (adaptation/transformation), et ce, à différents niveaux (micro / moyen / macro), tout en favorisant l'interaction entre les structures et les institutions, les aptitudes et les fonctionnements (ibid.). Les TIC peuvent donc contribuer à l'adaptation, ce qui peut rentrer directement sous la rubrique «adaptation électronique».

Dans ce contexte, l'innovation et la flexibilité sont devenues les principales caractéristiques pour construire la résilience locale aux conditions changeantes à court, à moyen et à long terme (IISD, 2005). En conséquence, l'innovation apparaît comme la capacité du système à faire du neuf avec les déterminants existants: elle est donc étroitement liée à la flexibilité comme une sous-propriété de la résilience.

Carpenter et al. (2001) affirment que la meilleure façon de faire face aux surprises, c'est la résilience. Le développement du cadre de la résilience électronique postule que les TIC peuvent contribuer aux capacités d'adaptation, en aidant les systèmes vulnérables à changer et à s'adapter face aux perturbations et aux incertitudes du changement climatique. Cette approche de la résilience offre un contexte utile pour analyser les réponses des systèmes au changement climatique dans les pays en développement et pour identifier le potentiel et les difficultés associés à l'utilisation des TIC dans les processus adaptatifs.

Elle suggère également que les projets du domaine de l'ICT4D, qui privilégiaient les modèles d'information ou les objectifs de développement, ont été insuffisants pour faire face aux difficultés et renforcer la résilience. Nous espérons que la présente étude pourra stimuler la recherche et la discussion sur les possibilités et le potentiel des TIC pour l'adaptation au changement climatique, en particulier face aux problèmes posés par le changement climatique dans les régions en développement.

Enfin, le défi pour les pays en développement n'est pas seulement de résister et de se récupérer après des événements climatiques, mais de s'adapter, de changer et de se transformer face aux tendances en lente évolution et à une variabilité

imprévisible, car ils sont confrontés à un avenir dont la seule certitude est l'incertitude elle-même, et dans lequel les résultats du développement seront déterminés, dans une large mesure, par leur capacité à renforcer les «épiphanies du développement» et d'innover avec le soutien des outils des TIC.

Bibliographie

Adger, W.N. (2000) 'Social and Ecological Resilience: Are They Related?', *Progress in Human Geography*, 24(3):347-364.

Adger, W.N. (2005) 'Vulnerability', *Global Environmental Change*, 16::268-281.

ALIN. (2010) *Connecting Communities with Knowledge*, Kenya: Arid Land Information Network (ALIN) [En ligne], Disponible: http://www.alin.net/?news/alin_pilots_use_of_ipods_for_communities [Consulté le 2 février 2010].

APC. (2007) *Huaral Valley: Wireless Technology for Traditional Agriculture*, Montevideo: Association for Progressive Communications (APC) [En ligne], Disponible: <http://www.apc.org/en/news/all/lac/huaral-valley-wireless-technology-traditional-agri> [Consulté le 17 janvier 2010].

Babajob. (2010) *Babajob*: [En ligne], Disponible: <http://www.babajob.com/> [Consulté le 14 mai 2010].

Bebbington, A. (1999) 'Capitals and Capabilities: A Framework for Analyzing Peasant Viability, Rural Livelihoods and Poverty', *World Development*, 27(12):2021-2044.

Brouwer, R., Akter, S., Brander, L. & Haque, E. (2007) 'Socioeconomic Vulnerability and Adaptation to Environmental Risk: A Case Study of Climate Change and Flooding in Bangladesh', *Risk Analysis*, 27(2):313-326.

Buckley, W. (1976) 'Society as a Complex Adaptive System', *In: Systems Behaviour*, Beishon, J. & Peters, G. (eds.). The Open University Press. Londres, 178-201.

Burton, I. & Kates, R. W. (1993) *The Environment as Hazard*, Second ed. Guilford, New York.

Cannon, T. (2010) *Adapting to Climate Change: Applying Concepts in Practice. Climate Change, Disasters and Urban Poverty*. School of Environment and Development (SED), University of Manchester, Royaume Uni.

Carlson, J. M. & Doyle, J. (2002) 'Complexity and Robustness', *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99(1):2538-2545.

Carpenter, S., Walker, B., Anderies, M. & Abel, N. (2001) 'From Metaphor to Measurement: Resilience of What to What?', *Ecosystems*, 4:765-781.

CEPES. (2010) *Information and Communication Observatory [Observatorio Información y Comunicación]*, Lima: Peruvian Centre of Social Studies (CEPES) [En ligne], Disponible: http://www.cepes.org.pe/prueba_site.shtml?-&s=I [Consulté le 12 février 2010].

Chambers, R. & Conway, G. R. (1991) *Sustainable Rural Livelihoods: Practical Concepts for the 21st Century*, Brighton, Royaume Uni: Institute for Development Studies (IDS) [En ligne], Disponible: <http://community.eldis.org/.59b4ab37/dp296.pdf> [Consulté le 29 janvier 2010].

DEAL. (2010) *High Level View of Digital Ecosystem for Agriculture & Rural Livelihood*, India: Digital Ecosystem for Agriculture & Rural Livelihood (DEAL) [En ligne], Disponible: <http://opaals.iitk.ac.in/deal/> [Consulté le 14 mai 2010].

- Dempsey, P. (2010) *How ICT is Helping in Haiti*, Londres: The Institution of Engineering and Technology (IET) [En ligne], Disponible: <http://kn.theiet.org/news/jan10/haiti-update.cfm> [Consulté le 23 mars 2010].
- DFID. (1999) *Sustainable Livelihoods Guidance Sheets*, Londres: Department for International Development (DFID) [En ligne], Disponible: <http://www.eldis.org/vfile/upload/1/document/0901/section2.pdf> [Consulté le 20 mars 2010].
- Diga, K. (2007) *Mobile Cell Phones and Poverty Reduction*. Masters Dissertation. Durban, South Africa: School of Development Studies, University of KwaZulu-Natal. http://ecologize.org/Documents/Diga_2007.pdf [Consulté le 5 mai 2010].
- Dongtotsang, D. T. & Sagun, R. A. (2006) *Mobile Telephony as an Enabler of Environmental Action in the Philippines*, Winnipeg: International Institute for Sustainable Development (IISD) [En ligne], Disponible: <http://iisd.org> [Consulté le 13 janvier 2010].
- Dugger, W. (1995) 'Douglass C. North's New Institutionalism', *Journal of Economic Issues*, 29 (2):453-458.
- Duncombe, R. (2006) *Analysing ICT Applications for Poverty Reduction via Micro-enterprise Using the Livelihoods Framework*. IDPM Development Informatics Working Paper no. 27. University of Manchester, Disponible: http://www.sed.manchester.ac.uk/idpm/research/publications/wp/di/documents/DI_WkPpr27.pdf [Consulté le 14 février 2010].
- 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, Disponible: http://www.sed.manchester.ac.uk/idpm/research/publications/wp/di/documents/di_wp37.pdf [Consulté le 9 février 2010].
- e-Arik. (2010) *e-Arik for Empowerment: ICTs for Agriculture Extension*, Pasighat, India: Central Agricultural University [En ligne], Disponible: www.earik.in [Consulté le 14 mai 2010].
- eoPortal. (2010): *Sharing Earth Observation Resources* [En ligne], Disponible: <http://www.eoportals.org/> [Consulté le 27 février 2010].
- 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, Italie <http://omec.uab.cat/Documentos/11.pdf> [Consulté le 13 décembre 2009].
- Few, R., Osbahr, H., Bouwer, L. M., Viner, D. & Sperling, F. (2006) *Linking Climate Change Adaptation and Disaster Risk Management for Sustainable Poverty Reduction, Synthesis Report*. Vulnerability and Adaptation Resource Group (VARG), European Commission, Brussels http://www.preventionweb.net/files/570_10367.pdf [Consulté le 16 février 2010].
- Folke, C. (2006) 'Resilience: The Emergence of a Perspective for Socio-Ecological Systems Analyses', *Global Environmental Change*, 16:253-267.
- Folke, C., Hahn, T., Olsson, P. & Norberg, J. (2005) 'Adaptive Governance of Socio-Ecological Systems', *Annual Review of Environment and Resources*, 30:441-473.

- Fuchs, C. (2004) *Knowledge Management in Self-Organizing Social Systems*. Journal of Knowledge Management Practice. Disponible: <http://www.tlinc.com/articl61.htm> [Consulté le 8 mai 2010].
- Fussel, H. M. (2007) 'Vulnerability: A Generally Applicable Conceptual Framework for Climate Change Research', *Global Environmental Change*, 17:155-167.
- Gaillard, J. C. (2010) 'Vulnerability, Capacity and Resilience: Perspectives for Climate and Development Policy', *Journal of International Development*, 22:218-232.
- Gallopin, G. C. (2006) 'Linkages between Vulnerability, Resilience and Adaptive Capacity', *Global Environmental Change*, 16:293-303.
- Garcia Alba, J., Wilke Meins, R. & Navajas, S. (2007) *M-Banking: Extending the Reach of Financial Services through Mobile Payment Systems*, Washington D.C: The Multilateral Investment Fund (MIF)/IDB [En ligne], Disponible: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getDocument.aspx?DOCNUM=1328322> [Consulté le 7 mai 2010].
- GTZ. (2008) *The Participatory Web: New Potentials of ICT in Rural Areas*, Eschborn, Germany: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) [En ligne], Disponible: <http://www.gtz.de/de/dokumente/en-ict-web.pdf> [Consulté le 13 mai 2010].
- Gunderson, L. H. (2000) 'Ecological Resilience in Theory and Application', *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31:425-439.
- Hardy, J. T. (2003) *Climate Change: Causes, Effects and Solutions*, John Wiley & Sons, Ltd., Chichester.
- Heeks, R. (1999) *Information and Communication Technologies, Poverty and Development*. IDPM Development Informatics Working Paper no 5. University of Manchester, Disponible: http://www.sed.manchester.ac.uk/idpm/research/publications/wp/di/documents/di_wp05.pdf.
- Heeks, R. (2005) *Foundation of ICTs in Development: The Information Chain*. eDevelopment Briefing no.3, University of Manchester, Royaume Uni, <http://www.sed.manchester.ac.uk/idpm/research/publications/wp/di/short/DIGBriefing3Chain.pdf> [Consulté le 27 avril 2010].
- Heeks, R. (2010) 'Do Information and Communication Technologies (ICTs) Contribute to Development', *Journal of International Development*, 22(5).
- Heeks, R. & Arun, S. (2010) 'Social Outsourcing as a Development Tool', *Journal of International Development*, 22(4), 441-454.
- Heeks, R. & Leon Kanashiro, L. (2009) *Remoteness, Exclusion and Telecentres in Mountain Regions: Analysing ICT-Based Information Chains in Pazos, Peru*. IDPM Development Informatics Working Paper no.38. University of Manchester, Disponible: http://www.sed.manchester.ac.uk/idpm/research/publications/wp/di/documents/di_wp38.pdf [Consulté le 29 octobre 2009].
- Heeks, R. & Molla, A. (2009) *Impact Assessment of ICT-for-Development Projects: A Compendium of Approaches*. IDPM Development Informatics Working Paper no.36. University of Manchester, Disponible:

http://www.sed.manchester.ac.uk/idpm/research/publications/wp/di/di_wp36.htm
[Consulté le 20 mars 2010].

IAPAD. (2010) *Participatory 3-Dimensional Modelling: Integrated Approaches to Participatory Development (IAPAD)* [En ligne], Disponible: http://www.iapad.org/participatory_p3dm.htm [Consulté le 14 mai 2010].

Ibarraran, M. E., Malone, E. L. & Brenkert, A. L. (2010) 'Climate Change Vulnerability and Resilience: Current Status and Trends for Mexico', *Environment, Development and Sustainability*, 12(3):365-388.

Ibrahim, S. S. (2006) 'From Individual to Collective Capabilities: The Capability Approach as a Conceptual Framework for Self-help.', *Journal of Human Development*, 7:397-416.

IISD. (2003) *Livelihoods and Climate Change: Combining Risk Reduction, Natural Resource Management and Climate Change Adaptation in a New Approach to the Reduction of Vulnerability and Poverty*, Winnipeg: International Institute for Sustainable Development (IISD), IUCN – The World Conservation Union and Stockholm Environment Institute – Boston Centre (SEI-B). [En ligne], Disponible: http://www.iisd.org/pdf/2003/natres_livelihoods_cc.pdf [Consulté le 24 février 2010].

IISD. (2005) *Vulnerability and Adaptation in Developing Countries*, Winnipeg: International Institute for Sustainable Development (IISD) [En ligne], Disponible: <http://www.iisd.org/> [Consulté le 21 décembre 2009].

IISD, IUCN & SEI. (2003) *Livelihoods and Climate Change*, Winnipeg: International Institute for Sustainable Development (IISD), The World Conservation Union (IUCN) and Stockholm Environment Institute- Boston Centre (SEI-B) [En ligne], Disponible: http://www.iisd.org/pdf/2003/natres_livelihoods_cc.pdf [Consulté le 25 janvier 2010].

InfoDev. (2003) *ICT for Development: Contributing to the Millennium Development Goals*, Washington D.C: Information for Development Program (infoDev) [En ligne], Disponible: <http://www.infodev.org/en/Publication.19.html> [Consulté le 6 mai 2010].

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) [En ligne], Disponible: <http://www.ipcc.ch/> [Consulté le 10 novembre 2009].

IPCC. (2007) *Fourth Assessment Report (AR4)*: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) [En ligne], Disponible: <http://www.ipcc.ch> [Consulté le 3 novembre 2009].

ITU. (2007) *ICTs and Climate Change*. ITU-T Technology Watch Report #3, International Telecommunications Union (ITU), Genève http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/23/01/T23010000030002PDFE.pdf [Consulté le 12 novembre 2009].

ITU. (2010) *ITU Sees 5 billion Mobile Subscriptions Globally in 2010: Strong Global Mobile Cellular Growth Predicted Across All Regions and All Major Markets*. ITU Press Release. Disponible: http://www.itu.int/newsroom/press_releases/2010/06.html.

Janssen, M. A. & Anderies, J. M. (2007) 'Robustness Trade-offs in Socio-Ecological Systems', *International Journal of the Commons*, 1(1):43-65.

- 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.
- Kairo, J. G., Kiviyatu, B. & Koedam, N. (2002) 'Application of Remote Sensing and GIS in the Management of Mangrove Forests Within and Adjacent to Kiunga Marine Protected Area, Lamu, Kenya', *Environment, Development and Sustainability*, 4:153-166.
- 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> [Consulté le 2 décembre 2010].
- Kelly, P. M. & Adger, N. W. (2000) 'Theory and Practice in Assessing Vulnerability to Climate Change and Facilitating Adaptation', *Climatic Change*, 47.:325-352.
- Kolb, D. A. (1984) *Experiential Learning Experience as a Source of Learning and Development*, Prentice Hall, New Jersey.
- 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), Genève <http://www.itu.int/ITU-D/cyb/app/docs/itu-icts-for-e-environment.pdf> [Consulté le 3 novembre 2009].
- Lightfoot, C., Gillman, H., Scheuermeier, U. & Nyimbo, V. (2008) 'The First Mile Project in Tanzania', *Mountain Research and Development*, 28(1):13-17.
- Lowndes, V. (1996) 'Varieties of New Institutionalism: A Critical Appraisal', *Public Administration*, 74:181-197.
- MacLean, D. (2008) ICTs, Adaptation to Climate Change, and Sustainable Development at the Edges. *International Telecommunication Union Symposium on ICTs and Climate Change*. Londres: International Institute for Sustainable Development.
- Magis, K. (2009) 'Community Resilience: An Indicator of Social Sustainability', *Society and Natural Resources*, 23:401-416.
- Magrath, J. (2008) *Turning Up the Heat: Climate Change and Poverty in Uganda*, Kampala, Uganda: OXFAM [En ligne], Disponible: http://www.oxfam.org.uk/resources/policy/climate_change/downloads/ugandan_climate_change.pdf [Consulté le 19 janvier 2010].
- Moser, C. (2009) A Conceptual and Operational Framework for Pro-Poor Asset Adaptation to Urban Climate Change *5th Urban Research Symposium 'Cities and Climate Change: Responding to an Urgent Agenda'*. Marseille, 28-30 juin: World Bank (WB).
- Moser, C. & Satterthwaite, D. (2008) *Towards Pro-Poor Adaptation to Climate Change in the Urban Centres of Low and Middle-Income Countries*. International Institute for Environment and Development (IIED), Londres <http://www.iied.org/pubs/pdfs/10564IIED.pdf> [Consulté le 14 février 2010].
- Nanda, S. & Arunachalam, S. (2009) *Reaching the Unreached: Community based Village Knowledge Centres & Village Resource Centres*, IGNOU Jamsetji Tata National Virtual Academy (NVA), M S Swaminathan Research Foundation, Taramani, Chennai.

Nelson, D. R., Adger, N. W. & Brown, K. (2007) 'Adaptation to Environmental Change: Contributions of a Resilience Framework', *Annual Review of Environment and Resources*, 32:395-419.

Norris, F. H., Stevens, S. P., Pfefferbaum, B., Wyche, K. F. & Pfefferbaum, R. L. (2008) 'Community Resilience as a Metaphor, Theory, Set of Capacities, and Strategy for Disaster Readiness', *Am J Community Psychol*, 41:127-150.

North, D. C. (1990) *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*, Cambridge University Press, Cambridge.

Ospina, A. V. & Heeks, R. (2010) *Unveiling the Links between ICTs & Climate Change in Developing Countries: A Scoping Study*. Centre for Development Informatics, Institute for development Policy and Planning (IDPM), University of Manchester, <http://www.niccd.org/ScopingStudy.pdf> [Consulté le 29 avril 2010].

OXFAM. (2009) *Suffering the Science: Climate Change, People and Poverty*, Oxford: Oxfam [En ligne], Disponible: http://www.oxfam.org.uk/resources/policy/climate_change/downloads/bp130_suffering_science.pdf [Consulté le 27 février 2010].

Pal, J., Lakshmanan, M. & Toyama, K. (2007) 'My Child Will Be Respected: Parental Perspectives on Computers in Rural India', In: *ICTD2007*, Parthasarathy, B. & Rmamaritham, K. (eds.). 168-176.

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.

Pettengell, C. (2010) *Climate Change Adaptation*, Oxford: Oxfam [En ligne], Disponible: http://www.oxfam.org.uk/resources/policy/climate_change/downloads/rr_climate_change_adaptation_full_290410.pdf [Consulté le 2 mai 2010].

Plummer, R. & Armitage, D. (2007) 'A Resilience-Based Framework for Evaluating Adaptive Co-management: Linking Ecology, Economics and Society in a Complex World', *Ecological Economics*, 61:62-74.

Porteous, D. & Wishart, N. (2006) *m-Banking: A Knowledge Map*: Information for Development Program (infoDev) [En ligne], Disponible: <http://www.infodev.org/en/Publication.169.html> [Consulté le 6 mai 2010].

RF. (2009) *Building Climate Change Resilience*, New York: Rockefeller Foundation (RF) [En ligne], Disponible: <http://www.rockefellerfoundation.org/uploads/files/c9725eb2-b76e-42eb-82db-c5672a43a097-climate.pdf> [Consulté le 17 novembre 2009].

Robeyns, I. (2005) 'The Capability Approach: a Theoretical Survey', *Journal of Human Development*, 6 (1):93-114.

Saravanan, R. (2008) 'Tribal Farmers Information Needs and ICT Preference Assessment', *Agricultural Extension Review*, 20(2):27-29.

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*. Commission for Africa, <http://gamos.org.uk/couk/site/Projects/Docs/Mobile%20phones%20in%20Africa/FulI%20Report.pdf> [Consulté le 9 février 2010].
- Sen, A. (1999) *Development as Freedom*, Oxford University Press, Oxford.
- Smit, B. & Wandel, J. (2006) 'Adaptation, Adaptive Capacity and Vulnerability', *Global Environmental Change*, 16:282-292.
- Stringer, L. C., Dyer, J. C., Reed, M. S., Dougill, A. J., Twyman, C. & Mkwambisi, D. (2009) 'Adaptations to Climate Change, Drought and Desertification', *Environmental Science and Policy*, 12(7):748-765.
- Tandon, N. (2009) *Issues and Challenges of Climate Change for Women Farmers in the Caribbean: The potential of ICTs*. Networked Intelligence for Development (NID)/ International Development Research Centre (IDRC), <http://www.networkedintelligence.com/Issues & Challenges of Climate Change for Women Farmers in the Caribbean.pdf> [Consulté le 14 novembre 2009].
- UNCTAD. (2009) *Information Economy Report 2009: Trends and Outlook in Turbulent Times*. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), New York and Genève http://www.unctad.org/en/docs/ier2009_en.pdf [Consulté le 18 décembre 2009].
- UNDP. (2007) *Human Development Report 2007/2008: Fighting Climate Change, Human Solidarity in a Divided World*. United Nations Development Program (UNDP), New York http://www.preventionweb.net/files/2272_hdr20072008summaryenglish.pdf [Consulté le 23 janvier 2010].
- UNISDR. (2010) *Terminology: Basic Terms of Disaster Risk Reduction*, Brussels: International Strategy for Disaster Reduction (ISDR) [En ligne], Disponible: <http://www.unisdr.org/eng/terminology/terminology-2009-eng.html> [Consulté le 2 février 2010].
- VanSandt, G. V., Sud, M. & Marme, C. (2010) 'Enabling the Original Intent: Catalysts for Social Entrepreneurship', *Journal of Business Ethics*.
- Wishart, N. (2006) *Micro-Payment Systems and their Application to Mobile Networks*, Washington D.C: Information for Development Program (infoDev) [En ligne], Disponible: <http://www.infodev.org/en/Publication.43.html> [Consulté le 5 mai 2010].
- Zheng, Y. & Walsham, G. (2008) 'Inequality of What? Social Exclusion in the e-Society as Capability Deprivation', *Information Technology & People*, 21 (3) 222-243.