

## Amélioration des bases scientifiques, aspects méthodologiques et décisionnels de la résilience aux risques de catastrophes : la nouvelle approche ClimProspect

BADOLO Mathieu

*Laboratoire science et technologie, climat, environnement et société  
Centre africain de Recherche Scientifique et de formation (Cres)*

*Ouagadougou, Burkina Faso*

*M\_badolo@yahoo.fr*

Septembre 2019

---

### Lettre

#### Résumé

Pour de nombreux territoires à travers le monde, une des menaces liées aux changements climatiques serait une pression accrue des risques de catastrophes sur le développement économique et social. Une réponse à cette menace est la promotion d'une meilleure résilience aux risques de catastrophes, par l'amélioration des bases scientifiques, des aspects méthodologiques et décisionnels des processus et actions de résilience.

L'objectif de cette lettre est de présenter ClimProspect, une approche théorique et méthodologique innovante qui offre des éléments scientifiques robustes pour une efficacité et une efficacité accrue des processus de résilience aux risques de catastrophes.

De manière singulière, ClimProspect suggère de focaliser les processus et actions de résilience sur des configurations de résilience et propose des unités méthodologiques pour caractériser et construire ces configurations.

Pouvant être implémentée par des méthodes accessibles comme la méthode des jugements d'experts, la prévision par analogie ou par des évaluations participatives, ClimProspect pourrait fonder des processus de résilience plus en phase avec les dynamiques locales de développement.

**Mots clés :** risques de catastrophes, résilience, ClimProspect

---

### 1. Introduction

Dans maints territoires à travers le monde, les risques de catastrophes, de par leurs impacts, constituent des entraves à la réalisation des conditions d'un développement économique et social durable. Dans des contextes fragiles, ces impacts peuvent concerner les secteurs économiques et sociaux, les écosystèmes, les infrastructures, les dynamiques sociales et politiques (Wahlström, 2009 ; Paali et al., 2010 ; Kreiman, 2010 ; Marx et al., 2012 ; Adeagbo et al., 2016 ; Calo et al., 2017).

L'augmentation de la fréquence et de l'intensité des risques de catastrophes attendue des changements climatiques (GIEC, 2007a) se traduirait par une pression accrue de ces risques de catastrophes. Une réponse de base à cette menace est la promotion d'une meilleure résilience (Christian, 2013 ; Denis, 2016), par l'amélioration des bases scientifiques, des aspects

méthodologiques et décisionnels des processus et actions de résilience.

Dans cette lettre, nous proposons une approche théorique et méthodologique innovante pour l'élaboration de corpus de référentiels d'aide à la décision en lien avec l'amélioration de la résilience aux risques de catastrophes. Cette approche est ClimProspect (Badolo, 2011 ; Gahi et al., 2015 ; Sanou et Badolo, 2017). Elle se singularise par la prise en compte des principales dimensions des systèmes considérés et distingue la vulnérabilité de ces systèmes de la sensibilité contextuelle. Elle comporte des unités méthodologiques permettant d'élaborer des référentiels d'aide à la décision pour des processus ou actions de résilience mieux focalisés sur les besoins de résilience.

Pouvant être implémentée par des méthodes accessibles, comme la méthode des jugements

d'experts, la prévision par analogie ou par des évaluations participatives, ClimProspect permettrait de fonder des dynamiques endogènes de résilience aux risques de catastrophes, plus efficaces et efficaces.

## 2. Fondements théoriques

Les fondements théoriques de ClimProspect sont l'équation d'impact (Badolo, 2011), qui permet de distinguer une configuration de vulnérabilité d'une configuration de résilience à un risque de catastrophes spécifié.

Pour un système S dans un état ou configuration (e) et un risque de catastrophes r donné, l'équation d'impact est de la forme :

$$\hat{r}e = d \quad (1)$$

Où  $\hat{r}$  est un opérateur associé au risque r et d l'ensemble des impacts directs et indirects induits par r.

Si  $d \neq \emptyset$ , alors le système S est vulnérable au risque r et (e) une configuration de vulnérabilité ; à l'inverse, si  $d = \emptyset$ , alors le système S est résilient à r et (e) une configuration de résilience.

Un processus de résilience est efficient et efficace s'il est à même de changer la configuration de vulnérabilité d'un système donné en une configuration de résilience.

## 3. Aspects méthodologiques

Les approches méthodologiques sous ClimProspect sont les trois unités méthodologiques décrites par la figure (1), l'unité « Impacts », l'unité « Vulnérabilité et l'unité « Résilience » (Badolo, 2011 ; Sanou et Badolo, 2017).

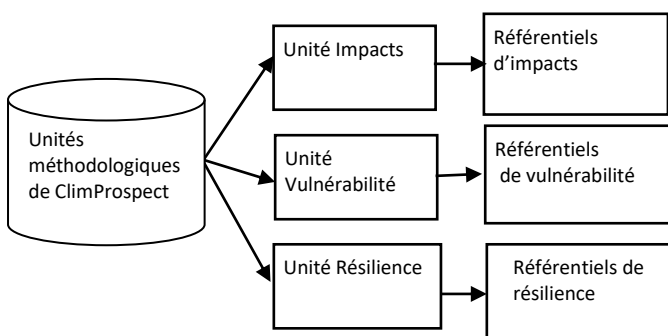


Figure (1) : Unités méthodologiques sous ClimProspect

L'unité méthodologique « Impacts » est dévolue à l'élaboration de référentiels d'impacts qui comprennent les chaînes d'impacts, les spectres d'impacts, les enveloppes d'impacts socio-économiques et les familles d'impacts.

Les référentiels de vulnérabilité qui peuvent être obtenus par l'unité méthodologique « Vulnérabilité » incluent les blocs de facteurs de vulnérabilité, les groupes de facteurs de vulnérabilité, les spectres de

facteurs de vulnérabilités, les classes de vulnérabilité et les enveloppes de vulnérabilité socio-économique.

La troisième et dernière unité méthodologique est l'unité « Résilience », pour des référentiels de résilience, qui peuvent être des groupes de solutions de résilience, des spectres de solutions de résilience, des classes de solutions de résilience et des enveloppes de solutions de résilience socio-économique

Dans la mise en œuvre de ClimProspect, un système S considéré est remplacé par un analogue qui est un vecteur e ( $e_1, e_2, \dots, e_m$ ) où  $e_1, e_2, \dots, e_m$  sont les principales dimensions ou composantes de S. Ceci est une particularité de ClimProspect permettant des approches innovantes de la résilience.

## 4. Référentiels d'aide à la décision

### 4.1. Référentiels d'impacts

La première catégorie de référentiels d'impacts comprend les chaînes d'impacts. Pour une composante  $e_i$  ( $i = 1, \dots, m$ ) du vecteur (e), une chaîne d'impacts  $ce_i$  est de la forme :

$$ce_i \equiv eid_0, eid_1, \dots, eid_p,$$

p est la longueur de la chaîne d'impacts et  $eid_0$  est l'impact direct ou l'impact d'ordre zéro (0) de r sur  $e_i$ . Un impact  $eid_l$  ( $l = 1, \dots, p$ ) est l'impact indirect ou contextuel d'ordre l ; il est la conséquence ou la répercussion immédiate la plus importante de l'impact  $eid_{(l-1)}$ .

Un impact direct  $eid_0$  ( $i = 1, \dots, m$ ) traduit la sensibilité de la compose  $e_i$  de (e) au risque de catastrophe (r). Les impacts indirects  $eid_l$  ( $i = 1, \dots, m$  ;  $l = 1, \dots, p$ ) expriment la sensibilité économique, sociale, environnementale, institutionnelle ou politique du contexte du système S étudié aux impacts directs du risque de catastrophes (r)).

Les spectres d'impacts constituent la seconde catégorie de référentiels d'impacts. Un spectre d'impacts ( $dr$ ) est le sous-ensemble d'impacts constitué des impacts directs et indirects d'un risque de catastrophe donné. Il est obtenu par la combinaison des (m) chaînes d'impacts,

$$dr = ce_1U\dots Ucem$$

Deux sous-ensembles spécifiques d'impacts sont associés à  $dr$  :  $dS$ , formé des éléments de ( $dr$ ) qui sont des impacts directs et  $d\Omega$  le sous-ensemble constitué des impacts indirects ou contextuels.

La troisième catégorie des référentiels d'impacts est constituée des enveloppes d'impacts socio-économiques, qui sont obtenues en regroupant par types les éléments du spectre ( $dr$ ). Dans cette lettre, les enveloppes d'impacts de types social ( $dr_{social}$ ), environnemental ( $dr_{environnemental}$ ), économique ( $dr_{économique}$ ),

institutionnel( $dr_{institutionnel}$ ) et politique ( $dr_{politique}$ ) sont considérées :

- $dr_{social}$  = {les éléments du spectre  $dr$  de type social}
- $dr_{environnemental}$  = {les éléments du spectre  $dr$  de type environnemental}
- $dr_{économique}$  = {les éléments du spectre  $dr$  de type économique}
- $dr_{institutionnel}$  = {les éléments du spectre  $dr$  de type institutionnel}
- $dr_{politique}$  = {les éléments du spectre  $dr$  de type politique}

La dernière catégorie de référentiel d'impacts considérée est celle des familles d'impacts. Une famille d'impacts  $fd(k)$  d'ordre  $k$  ( $= 0, \dots, p$ ) est un sous ensemble d'impacts comprenant les impacts de même ordre  $k$  :  $e_{1dk}, e_{2dk}, \dots, e_{mdk}$ . Les familles d'impacts décrivent des vagues successives d'impacts, à la suite d'un risque de catastrophes.

#### 4.2. Référentiels de vulnérabilité

La vulnérabilité est l'information de base qui oriente les réponses aux risques de catastrophes. Elle résulte en pratique de la combinaison de facteurs de vulnérabilité.

Un facteur de vulnérabilité est défini ici comme un caractère, une propriété, une spécificité ou une caractéristique du système  $S$  considéré ou du contexte du système. Il est un problème à résoudre pour se mettre à l'abri d'un impact donné d'un risque spécifique.

De manière générale, à chaque référentiel d'impacts est associé un référentiel de facteurs de vulnérabilité

A un impact  $eid_j$  ( $i = 1, \dots, m$  ;  $j = 0, \dots, p$ ) est associé un bloc de facteurs de vulnérabilité  $veid_j$ , qui comprend l'ensemble des facteurs de vulnérabilité à adresser pour ne pas avoir l'impact  $eid_j$ . Pour  $j = 0$ ,  $veid_j$  est une combinaison de caractères du système étudié et de caractéristiques du contexte de ce système. Pour  $j > 0$ ,  $veid_j$  ne comprend que des caractéristiques du contexte du système.

Le référentiel de facteurs de vulnérabilité associé à une chaîne d'impacts  $ce_i$  ( $i = 1, \dots, m$ ) est le groupe de facteurs de vulnérabilité  $vce_i$ . Il est obtenu par une combinaison des blocs de facteurs de vulnérabilité  $veid_j$  ( $i = 1, \dots, m$  ;  $j = 0, \dots, p$ ).

Un spectre de facteurs de vulnérabilité  $vdr$  est le référentiel de vulnérabilité associé à un spectre d'impacts  $dr$ . Il est obtenu par la combinaison des ( $m$ ) groupes de facteurs de vulnérabilité  $vce_1, vce_2, \dots, vce_m$ ,  
 $vdr = vce_1U\dots Uvce_m$

Dans les réponses aux risques de catastrophes, on distingue généralement les deux sous-ensembles de

facteurs de vulnérabilité que sont  $vdS$  et  $vd\Omega$  :  $vdS$  est formé des éléments de  $vdr$  qui sont des caractères du système considéré et  $vd\Omega$  des éléments de  $vdr$  qui sont des caractéristiques ou spécificités du contexte du système.

Les classes de vulnérabilité  $v_{alerte\_précoce}$ ,  $v_{riposte}$ ,  $v_{relèvement}$  forment la catégorie des référentiels de facteurs de vulnérabilité relative respectivement à l'alerte précoce, à la riposte et au relèvement. Elles sont définies par la figure (2).

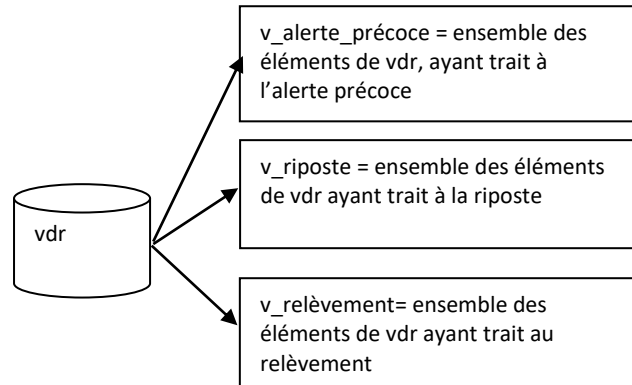


Figure (2) : Classes de facteurs de vulnérabilité

La cartographie de la vulnérabilité permet d'établir des configurations de vulnérabilité  $er$  ( $e_{1fv}, \dots, e_{mfv}$ ) d'un système considéré ou des configurations de vulnérabilité  $\Omega_r(\Omega_r_{social}, \Omega_r_{environnemental}, \Omega_r_{économique}, \Omega_r_{scientifique}, \Omega_r_{technologique}, \Omega_r_{institutionnel}, \Omega_r_{politique})$  du contexte de ce système. Les composantes de ( $er$ ) sont des éléments du spectre de vulnérabilité  $vdr$  désignant respectivement des caractères des composantes  $e_1, \dots, e_m$ . Quant aux composantes de  $\Omega_r$ , elles sont respectivement des caractéristiques sociales, environnementales, économiques, scientifiques, technologiques, institutionnelles et politiques du contexte  $\Omega$  du système étudié incluses dans  $vdr$ .

#### 4.3. Référentiels de résilience

En rappel, un facteur de vulnérabilité est un problème à résoudre pour se mettre à l'abri d'un impact donné d'un risque spécifique. Une mesure ou solution de résilience est une solution au problème qu'est un facteur de vulnérabilité.

A chaque référentiel de facteurs de vulnérabilité est associé un référentiel de solutions de résilience, comme le montre le tableau (1). Des combinaisons des référentiels de solutions de résilience peuvent être réalisées pour obtenir un schéma de résilience en lien avec une configuration recherchée de résilience.

Tableau (1) : référentiels de résilience

Référentiels de facteurs de vulnérabilité	Référentiels de résilience associés
Bloc de facteurs de vulnérabilité veidj	zeidj, bloc de solutions de résilience associé à veidj
Groupe de facteurs de vulnérabilité vcei	zcei, groupe de solutions de résilience associé à vcei
Spectre de facteurs de vulnérabilité vr	zr, spectre de solutions de résilience associé à vr
Sous ensemble de facteurs de vulnérabilité vS du système S	zs, sous ensemble de solutions de résilience associé à vs
Sous ensemble de facteurs de vulnérabilité contextuelle, vΩ	zΩ, sous ensemble de solutions de résilience associé à vΩ
Classes de facteurs de vulnérabilité v_alerte_précoce, v_riposte, v_relèvement,	z_alerte_précoce, z_riposte, z_relèvement, classes de solutions de résilience associées respectivement à v_alerte_précoce, v_riposte, v_relèvement
Enveloppes de facteurs de vulnérabilité vdr_social, vdr_environmental, vdr_économique, vr_institutionnel et vdr_politique	zr_social, zr_environmental, zr_économique, zr_institutionnel, zr_politique enveloppes de solutions de résilience associées respectivement à vdr_social, vdr_environmental, vdr_économique, vr_institutionnel et vdr_politique

## 5. Discussion

L'approche ClimProspect, de par ses différentes unités méthodologiques, permet de répondre à divers besoins en outils d'aide à la décision en lien avec les impacts, la vulnérabilité et la résilience aux risques de catastrophes. Elle distingue la vulnérabilité des systèmes étudiés de la vulnérabilité contextuelle et indique que la résilience consiste à intervenir sur des caractères d'un système donné ou des spécificités du contexte de ce système.

La résilience aux risques de catastrophes se construit à travers des processus spécifiques. ClimProspect

devrait permettre de formuler de tels processus, plus en phase avec les besoins de résilience (Christian, 2013), et aboutissant à des changements distinctifs vers des états ou configurations de résilience.

Une cartographie de multiples approches méthodologiques en lien avec la résilience aux risques de catastrophes a été proposée par Emlyn Witt et Irene Lill (2012). ClimProspect se singularise par la prise en compte des différentes dimensions des systèmes étudiés, la distinction de la vulnérabilité des systèmes de la vulnérabilité contextuelle, ses trois unités méthodologiques spécifiques et la focalisation des processus de résilience sur des configurations de résilience.

## 6. Conclusion

L'objectif de cette lettre était de présenter ClimProspect, une approche innovante pour des processus de résilience aux risques de catastrophes.

ClimProspect, de par ses différentes unités méthodologiques, permet de répondre avec efficacité et efficacité à divers besoins en outils d'aide à la décision en lien avec les impacts, la vulnérabilité et la résilience aux risques de catastrophes. Elle distingue la vulnérabilité des systèmes étudiés de la vulnérabilité contextuelle et indique que la résilience consiste à changer ou transformer des caractères ou des spécificités.

Pouvant être implémentée par des méthodes accessibles comme la méthode des jugements d'experts, la prévision par analogie ou par des évaluations participatives, ClimProspect pourrait fonder des dynamiques locales et endogènes aboutissant à des changements progressifs vers des états ou configurations de résilience.

## Bibliographie

Adeagbo Ademola, Daramola Adebukola, Carim-Sanni Adeola, Akujobi Cajetan, Ukpong Christiana, 2016. Effects of natural disasters on social and economic well being: A study in Nigeria. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Volume 17

Alcira Kreimer, 2001. Social and Economic Impacts of Natural Disasters, *International Geology Review*, volume 5; DOI: 10.1080/00206810109465021

Calo-Blanco A, Kovářik J, Mengel F, Romero JG, 2017. Natural disasters and indicators of social cohesion. *PLoS ONE* 12(6); <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176885>

Christian Jost, 2013. Gestion du risque et sécurité civile : résilience, adaptation, stratégies. Du diagnostic spatialisé au transfert de stratégie. *Revue Géographique de l'Est*, vol. 53 ; <http://journals.openedition.org/rge/4565>

Denis J. Sonwa, Amadou Dieye, El-Houssine El Mzouri, Amos Majule, Francis T. Mugabe, Nancy Omolo, Hervé Wouapi, Joy Obando & Nick Brooks, 2016. Drivers of climate risk in African agriculture. *Climate and Development*, DOI: 10.1080/17565529.2016.1167659

Emlyn Witt, Irene Lill, 2018. Methodologies of contemporary disaster resilience research; *Procedia Engineering* 212 , <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2018.01.125>

Gahi Narcisse Z. , Dongo Kouassi and Badolo Mathieu , 2015. Using a New Approach to Design Innovative Tools for Monitoring and Evaluating Water Policy of

Burkina Faso in Response to Climate Risks. *Climate*, volume 3

GIEC, 2007a. Contribution du Groupe de travail I au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat ; <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm>.

Komi Sanou, Mathieu Badolo, 2017. Corpus de référentiels d'aide à la décision pour la résilience de la production vivrière aux risques climatiques dans la région Maritime au Togo. *Vertigo*, Volume 17, Numéro 3

Mathieu BADOLO, 2011. Aspects méthodologiques de la prise en compte des considérations liées aux changements climatiques dans les actions de développement : la méthode ClimProspect ; <http://www.cres-edu.org>

Michael Marx, Revati Phalkey, and Debarati Guha-Sapir, *Integrated health*, 2012. Social, and economic impacts of extreme events: evidence, methods, and tools. *Glob Health Action*; volume 5. DOI: 10.3402/gha.v5i0.19837

Nourin Shabnam, 2014. Natural Disasters and Economic Growth: A Review. *International Journal of Disaster Risk Science*, Volume 5, Issue 2

Padli, J., Shah Habibullah, M. and Baharom, A. 2010. Economic impact of natural disasters' fatalities. *International Journal of Social Economics*, Vol. 37 No.6. <https://doi.org/10.1108/03068291011042319>