Revue Française d'Économie et de Gestion
ISSN : 2728- 0128
Volume 7 : Numéro 11

Mesurer la résilience budgétaire climatique de l'État : un indice composite articulant le management des risques et la gestion des crises. Cadre conceptuel et méthodologie dans le contexte marocain

Measuring the State's Climate-Related Fiscal Resilience: A Composite Index Linking Risk Management and Crisis Management. Conceptual Framework and Methodology in the Moroccan Context

HANINI Imane
Doctorante
École Nationale de Commerce et de Gestion (ENCG) Kénitra
Université Ibn Tofail
Laboratoire des Sciences de Gestion des Organisations Maroc

ACHIBANE Mustapha
Enseignant-chercheur
École Nationale de Commerce et de Gestion (ENCG) Kénitra
Université Ibn Tofail
Laboratoire des Sciences de Gestion des Organisations Maroc

TERRADA Zohra
Enseignante-chercheuse
École Nationale de Commerce et de Gestion (ENCG) Kénitra
Université Ibn Tofail
Laboratoire des Sciences de Gestion des Organisations Maroc

Date de soumission : 05/10/2026

Date d'acceptation : 06/11/2026

Pour citer cet article :

HANINI. I. & AL. (2026) « Mesurer la résilience budgétaire climatique de l'État : un indice composite articulant le management des risques et la gestion des crises. Cadre conceptuel et méthodologie dans le contexte marocain », Revue Française d'Économie et de Gestion « Volume 7 : Numéro 11 » pp : 920- 941.

Author(s) agree that this article remain permanently open access under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 International License

Résumé

Le management des risques et la gestion des crises sont fréquemment évoqués comme des leviers de résilience des États face au changement climatique. Cet article s'intéresse à leur articulation avec la dimension budgétaire des finances publiques. Cet article soulève la problématique suivante : comment articuler et opérationnaliser le management des risques et la gestion des crises pour construire un indice de résilience budgétaire climatique applicable au Maroc ? Cette recherche théorique repose sur une revue narrative de la littérature (24 références, 1973-2022). Elle s'appuie sur la distinction entre la vulnérabilité structurelle et la résilience découlant des politiques publiques, comme l'indiquent Briguglio et al. (2009). Elle s'appuie également sur la méthodologie élaborée par l'OCDE et le JRC (Nardo et al., 2008), dont les dix étapes sont regroupées ici en huit. Elle présente quatre sous-indicateurs (effort préventif, capacité de réponse, recettes fiscales, marge de dette) ainsi que des variables de pression climatique en vue d'une estimation ARDL ultérieure. La décision entre l'application d'une pondération égale et celle d'une pondération fondée sur l'analyse en composantes principales (ACP) est arbitrée par les tests de pertinence, conformément à une règle préétablie.

Mots-clés : Management des risques et des crises ; Résilience budgétaire ; Changement climatique ; Indice composite ; Maroc.

Classification JEL : Q54 ; H12 ; H61 ; C43

Abstract

Risk management and crises management are frequently mentioned as key levers for strengthening state resilience to climate change. This article is concerned with their link to the fiscal dimension of public finance. This article addresses the following question: how can the management of risks and crises be articulated and operationalised to construct a climate-related fiscal resilience index that is applicable to the Moroccan context? This theoretical study is based on a narrative literature review (24 references, 1973-2022). It draws on the distinction between structural vulnerability and resilience resulting from public policies, as Briguglio et al. (2009) have indicated. It also adopts the methodology developed by the OECD and the JRC (Nardo et al., 2008), whose ten steps are consolidated into eight stages for this study. It includes four sub-indicators (preventive effort, response capacity, tax revenues, and debt margin) as well as climate pressure variables for the purpose of a subsequent ARDL estimation. The decision between applying an equal weighting and one based on principal component analysis (PCA) is determined by the suitability tests, in accordance with a predetermined rule.

Keywords : Risk and Crisis management ; Fiscal resilience ; Climate change ; Composite index ; Morocco.

JEL Classification : Q54; H12; H61; C43

Introduction

Le changement climatique représente aujourd'hui l'un des risques systémiques prépondérants auxquels font face les États, notamment ceux du bassin méditerranéen et du continent africain, dont les économies demeurent fortement tributaires de secteurs vulnérables au climat, tels que l'agriculture et les ressources hydriques. La gestion des risques et la gestion des crises sont couramment invoquées, tant dans les discours institutionnels que dans la littérature académique, comme les deux principaux mécanismes permettant à un État de consolider sa résilience face à ce type de chocs (ISO, 2018 ; Pearson & Clair, 1998). Le présent article s'intéresse à l'articulation entre ces deux mécanismes de gestion et la dimension financière de la résilience étatique, ainsi qu'à sa déclinaison en un cadre méthodologique opérationnel et reproductible.

À cet égard, le Maroc est retenu comme cas d'application dans cette étude. Figurant parmi les pays de la région Moyen-Orient et Afrique du Nord (MENA) les plus exposés aux risques géologiques et climatiques (World Bank, 2022), le Royaume a engagé, depuis le début des années 2020, plusieurs réformes institutionnelles en matière de gestion des risques, notamment la mise en place d'une Direction de la Gestion des Risques Naturels (DGRN) au sein du ministère de l'Intérieur, la mise en œuvre de la Stratégie Nationale de Gestion des Risques de Catastrophes Naturelles (SNGRCN) 2020-2030 (Royaume du Maroc, 2020), ainsi que l'entrée en fonctionnement, en janvier 2020, du Fonds de Solidarité contre les Événements Catastrophiques (FSEC), conçu pour indemniser les victimes non assurées d'événements catastrophiques (Royaume du Maroc, 2016). Cette dynamique institutionnelle récente, documentée par les organisations internationales (World Bank, 2022), offre un terrain d'étude pour une réflexion théorique et méthodologique sur la mesure de la résilience budgétaire.

Dans cette perspective, le présent article formule la question de recherche suivante : comment le management des risques et la gestion des crises peuvent-ils être conceptuellement articulés et méthodologiquement opérationnalisés pour construire un indicateur de résilience budgétaire climatique applicable au cas d'un État tel que le Maroc ? Cette question présente un double enjeu. D'un point de vue théorique, elle incite à combiner deux ensembles de travaux : l'économie de la résilience (Briguglio, Cordina, Farrugia & Vella, 2009) et la littérature sur l'espace budgétaire (Ostry, Ghosh, Kim & Qureshi, 2010). D'un point de vue méthodologique, elle suggère une procédure de création d'un indice composite reproductible, basée sur le cadre normatif de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) ainsi que du Centre commun de recherche de la Commission européenne (Nardo et al., 2008), et ajustée

aux limites liées à la disponibilité des données spécifiques à un pays en développement, où de nombreux dispositifs institutionnels de gestion des risques demeurent récents.

Cet article vise donc à exposer et à justifier un cadre conceptuel ainsi qu'une méthodologie de construction d'un Indice de Résilience Budgétaire (IRB), fondés sur le contexte marocain, sans toutefois en fournir une application empirique exhaustive.

La contribution est double : (i) sur le plan théorique, l'article structure l'analyse autour de l'économie de la résilience et de la littérature sur l'espace budgétaire ; (ii) sur le plan méthodologique, il propose une démarche reproductible adaptée aux données limitées des pays en développement. Après cette introduction, l'article se structure en trois sections, suivies d'une conclusion. La section 1 expose la synthèse de la littérature relative au management des risques, à la gestion des crises et à la résilience, ainsi qu'aux méthodes d'évaluation de cette dernière. La section 2 présente le cadre conceptuel, le modèle global ainsi que la méthodologie employée pour élaborer l'indice et les variables relatives à la pression climatique. La section 3 examine l'étendue, les conditions de validité et les limites du cadre présenté. La conclusion présente les principaux apports et annonce l'application empirique, qui sera analysée dans une étude ultérieure.

Comparativement aux cadres déjà établis, l'IRB se distingue par trois aspects spécifiques. (i) Contrairement à l'indice de résilience économique proposé par Briguglio et al. (2009), qui évalue la qualité générale des politiques macroéconomiques, il se concentre spécifiquement sur la dimension budgétaire en réponse aux chocs climatiques. (ii) Contrairement aux analyses de l'espace budgétaire réalisées par Ostry et al. (2010), qui se concentrent sur la soutenabilité de la dette, cette approche intègre de manière explicite l'effort de prévention, notamment en matière de gestion des risques, ainsi que la capacité de réponse, c'est-à-dire la gestion des crises. (iii) Contrairement aux recherches portant sur la protection financière de l'État face aux catastrophes (Ghesquiere & Mahul, 2010), qui se concentrent sur la description d'instruments, cette étude propose une mesure annuelle, agrégée et reproductible. La section 1.4 clarifie ce positionnement.

1. Revue de littérature

1.1. Management des risques et gestion des crises : deux processus complémentaires

En sciences de gestion, la littérature distingue classiquement le management des risques, processus anticipatif d'identification, d'évaluation et de traitement des risques avant leur occurrence (approche formalisée notamment par la norme ISO 31000 ; ISO, 2018), de la gestion des crises, processus réactif mis en œuvre après la survenue d'un événement perturbateur

susceptible de compromettre la continuité d'un système ou d'une organisation (Pearson & Clair, 1998). Bien que ces deux domaines aient longtemps évolué de manière relativement isolée, la littérature contemporaine souligne leur complémentarité et leur intégration indispensable au sein d'un continuum unique de gestion des risques, de la prévention à la réponse, puis au relèvement post-crise conformément au principe « build back better », principe inscrit dans la quatrième priorité du Cadre de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe 2015-2030 (UNDRR, 2015), adopté par les Nations unies. Dans le présent article, les termes « management des risques » et « gestion des risques » sont utilisés comme synonymes, en référence au *risk management* au sens de la norme ISO 31000.

Au niveau étatique, ces deux mécanismes se concrétisent par des choix de politique publique tels que la cartographie et la prévision des aléas, les systèmes d'alerte précoce, les dispositifs assurantiels et les fonds de solidarité, ainsi que les plans de continuité et de coordination institutionnelle en contexte de crise. Le dispositif marocain de gestion intégrée des risques de catastrophes constitue une illustration, visant à renforcer de manière concomitante la résilience institutionnelle, la résilience physique ainsi que la résilience financière (World Bank, 2022), ce triptyque formant un cadre d'analyse utilisé pour la modélisation développée dans le présent article.

1.2. Le concept de résilience : origines et évolutions

Le concept de résilience tire son origine des travaux fondamentaux de l'écologue Holling (1973), qui la définit comme la capacité des systèmes à persister et à absorber les changements ainsi que les perturbations tout en conservant les mêmes relations entre les variables du système. Cette définition, d'abord limitée aux systèmes écologiques, a par la suite été étendue aux systèmes sociaux par Adger (2000), qui caractérise la résilience sociale comme la capacité des communautés humaines à supporter les perturbations externes affectant leur infrastructure sociale, qu'elles soient d'ordre environnemental, économique ou politique. Cette double origine à la fois écologique et sociale a conduit progressivement à l'émergence du domaine des « systèmes socio-écologiques », lequel appréhende la résilience non plus uniquement comme une aptitude à une résistance passive, mais aussi comme une capacité d'apprentissage, de réorganisation et d'adaptation face aux changements (Folke, 2006). C'est cette approche dynamique de la résilience comprenant l'absorption, l'adaptation et la transformation qui sous-tend actuellement la littérature relative à l'adaptation au changement climatique et à la réduction des risques de catastrophe, et qui sera utilisée dans le cadre conceptuel présenté à la section 2.

1.3. La résilience économique et budgétaire : vers une mesure opérationnelle

Bien que les définitions antérieures demeurent principalement conceptuelles, un second ensemble de travaux scientifiques s'est consacré à l'opérationnalisation et à la quantification de la résilience à l'échelle économique. Selon Briguglio et al. (2009), il est crucial d'établir une analyse distinguant deux concepts clés : la vulnérabilité économique, correspondant à l'exposition structurelle d'une économie aux chocs exogènes, largement indépendante de la volonté des décideurs, et la résilience économique, définie comme la capacité, favorisée par la politique publique, à résister à ces chocs ou à s'en remettre. Les auteurs élaborent à partir de ce fondement un indice de résilience économique mesurant la pertinence des politiques publiques dans quatre domaines : la stabilité macroéconomique, l'efficience microéconomique, la gouvernance et le développement social.

Cette méthodologie a inspiré une série d'études ultérieures dédiées à l'élaboration d'indices composites de résilience ou de vulnérabilité adaptés à divers contextes, reposant sur une approche méthodologique homogène, formalisée par le *Handbook on Constructing Composite Indicators* de l'OCDE et du Centre commun de recherche de la Commission européenne (Nardo et al., 2008). Cette référence méthodologique, fréquemment utilisée dans la littérature relative à l'élaboration d'indicateurs composites, organise la démarche de construction présentée en section 2 de cet article. Dans le domaine des finances publiques, un ensemble de travaux complémentaires mobilise la notion d'« espace budgétaire » (*fiscal space*) ; Ostry et al. (2010) conceptualisent l'espace budgétaire comme l'écart entre le niveau actuel de la dette publique et le niveau d'endettement maximal au-delà duquel sa soutenabilité serait remise en cause, en tenant compte des tendances historiques d'ajustement budgétaire de l'État. Dans le contexte des chocs climatiques, cette notion renvoie à la capacité d'un État à absorber les coûts budgétaires liés aux catastrophes naturelles sans compromettre la soutenabilité de sa dette publique.

1.4. Le changement climatique comme facteur de risque pour les finances publiques des pays en développement

En ce qui concerne plus particulièrement les pays en développement vulnérables au changement climatique, la littérature institutionnelle atteste d'une augmentation de l'exposition des finances publiques aux chocs climatiques, notamment par la sensibilité des secteurs agricoles aux variations pluviométriques ainsi que par la fréquence accrue des épisodes de stress hydrique. Dans le contexte marocain, cette situation a favorisé une organisation progressive de la réponse institutionnelle, accompagnée par la création de la Direction de la Gestion des Risques Naturels (DGRN), la mise en œuvre de la Stratégie Nationale de Gestion des Risques de Catastrophes

Naturelles (SNGRCN) pour la période 2020-2030, ainsi que par l'instauration du Fonds de Solidarité contre les Événements Catastrophiques (FSEC), opérationnel depuis janvier 2020.

De nombreuses études empiriques récentes examinent la relation entre les chocs climatiques et les finances publiques. Lis et Nickel (2010) étudient l'impact des événements météorologiques extrêmes sur les soldes budgétaires ainsi que les répercussions de cette dynamique sur la politique budgétaire. Melecky et Raddatz (2015) analysent les réponses budgétaires consécutives à des catastrophes et mettent en évidence le rôle facilitateur du développement financier. Cevik et Jalles (2020) établissent un lien entre les chocs climatiques et le marché de la dette souveraine. Ghesquiere et Mahul (2010) présentent un cadre destiné à assurer la protection financière de l'État face aux catastrophes naturelles. Ces études portent sur la réponse budgétaire, le solde ou le coût de financement, et non sur l'élaboration d'un indice composite de résilience budgétaire intégrant la prévention et la gestion de crise.

Cette dynamique institutionnelle, qui a fait l'objet d'une documentation descriptive approfondie, incite à proposer un cadre conceptuel et méthodologique établissant un lien entre les processus de gestion des risques et des crises et un indicateur composite de résilience budgétaire spécifiquement adapté à ce contexte institutionnel. C'est là le sujet du présent article.

La contribution de l'indice proposé se décline en trois volets. En premier lieu, il établit la distinction formulée par Briguglio et al. (2009) entre la vulnérabilité subie et la résilience construite, au niveau des finances publiques et du risque climatique. En second lieu, il associe chaque sous-indicateur à un mécanisme de gestion des risques ou des crises, tandis que les indicateurs relatifs à l'espace budgétaire se concentrent principalement sur des ratios de dette et de recettes. En troisième lieu, il prévoit les contraintes relatives aux données d'un pays où les dispositifs sont récents (rupture de 2020), ce que les indices conçus pour des séries longues n'intègrent pas nécessairement. Cette contribution demeure à valider de manière empirique, comme le souligne la section 3.

2. Méthodologie de recherche

Cette section expose la démarche conceptuelle et méthodologique envisagée pour rendre opérationnelle la résilience budgétaire climatique. Elle s'organise en trois parties : le cadre conceptuel ainsi que le modèle général de la recherche (2.1), la méthodologie employée pour élaborer l'indice de résilience budgétaire (2.2), et les variables explicatives relatives à la pression climatique destinées à être utilisées dans une future stratégie d'estimation économétrique (2.3).

2.1 Cadre conceptuel et modèle général

Le cadre conceptuel présenté repose sur la différenciation établie par Briguglio et al. (2009) entre la vulnérabilité structurelle, subie, et la résilience résultant de l'intervention des politiques publiques, c'est-à-dire construite. Le changement climatique représente ici le choc exogène à l'origine de la vulnérabilité structurelle des économies en développement, exposées aux risques hydriques et climatiques, tandis que la résilience budgétaire constitue la réponse endogène, déterminée par les décisions de politique publique relatives à la gestion des risques et des crises. Dans cette étude, la résilience budgétaire face au climat est définie comme la capacité d'un État à mobiliser, rediriger et assurer la durabilité des ressources budgétaires en réponse aux chocs induits par le changement climatique, sans mettre en péril la soutenabilité de ses finances publiques.

Cette structure conceptuelle autorise l'élaboration de l'hypothèse principale suivante, conçue pour faire l'objet d'une vérification empirique dans une étude future : l'intensité des perturbations climatiques conditionnerait, en partie, le degré de résilience budgétaire mobilisé par l'État. Le modèle général associé, proposé en tant que cadre analytique et non pour une estimation empirique, intègre un volet « pression climatique » (valeur ajoutée agricole, stress hydrique, fréquence et intensité des événements climatiques extrêmes) ainsi qu'un volet « résilience budgétaire » (variable dépendante, section 2.2), sous le contrôle d'une variable macroéconomique représentant la taille de l'économie (PIB global) :

$$IRB_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot VAagr_t + \beta_2 \cdot StressH_t + \beta_3 \cdot EvExt_t + \beta_4 \cdot PIBtot_t + \varepsilon_t$$

Où IRB_t représente l'indice de résilience budgétaire à l'année t (variable dépendante, dont la méthodologie de construction est exposée en section 2.2), $VAagr_t$, $StressH_t$ et $EvExt_t$ correspondent aux indicateurs de pression climatique (section 2.3), $PIBtot_t$ constitue la variable de contrôle macroéconomique, et ε_t désigne le terme d'erreur. Conformément aux pratiques méthodologiques courantes destinées à prévenir toute tautologie économétrique, la dette publique et les recettes fiscales, bien qu'elles interviennent dans la définition la résilience budgétaire, ne peuvent être employées comme variables explicatives dans une estimation ultérieure lorsqu'elles contribuent déjà à la construction de la variable dépendante (section 2.2). Le cadre conceptuel donne lieu aux propositions de recherche suivantes, présentées sous forme d'hypothèses à vérifier dans le contexte d'une application empirique ultérieure :

- P1 : Une contraction de la VA agricole liée aux aléas climatiques devrait exercer un effet négatif et significatif sur le niveau de résilience budgétaire à court terme.

- P2 : Le stress hydrique devrait exercer un effet négatif et significatif sur la marge de manœuvre budgétaire de résilience.
- P3 : La fréquence et la gravité des événements climatiques extrêmes devraient exercer un effet positif sur la composante « effort préventif » (EP), estimée séparément. L'impact sur l'IRB agrégé apparaît a priori ambigu, dans la mesure où une pression accrue peut entraîner une augmentation de l'EP tout en diminuant la marge de dette.
- P4 : Une relation de cointégration (long terme) devrait exister entre les indicateurs de pression climatique et l'indice de résilience budgétaire, indiquant une relation d'équilibre de long terme.

Les propositions P1 et P2 s'appuient sur l'argument suivant : une diminution de la valeur ajoutée agricole ou une intensification du stress hydrique entraîne une réduction des recettes et une augmentation des dépenses de soutien, ce qui a pour effet de diminuer la marge budgétaire (recettes fiscales, marge de dette). Le P3 s'appuie sur un effet d'apprentissage : les événements extrêmes encouragent une intensification des mesures de prévention, ce qui ne signifie pas nécessairement une augmentation de l'IRB agrégé. P4 suppose que ces variables présentent une trajectoire à long terme commune avec l'IRB, ce que le test aux bornes proposé par Pesaran et al. (2001) permettra de vérifier. Ces indications demeurent des hypothèses théoriques qu'il convient de confronter aux données.

2.2 Méthodologie de construction de l'indice de résilience budgétaire (IRB)

La construction de l'IRB est proposée selon la démarche méthodologique standardisée du *Handbook on Constructing Composite Indicators* (Nardo et al., 2008), dont les dix étapes peuvent être regroupées en huit étapes adaptées au contexte d'un pays en développement où plusieurs dispositifs institutionnels de gestion des risques sont récents : (1) définition du cadre théorique à partir de Briguglio et al. (2009) ; (2) sélection et définition des sous-indicateurs (détaillée ci-après) ; (3) évaluation de la qualité et du traitement des données disponibles ; (4) analyse multivariée exploratoire (analyse en composantes principales) destinée à évaluer la structure statistique des sous-indicateurs ; (5) normalisation des sous-indicateurs sur une échelle comparable ; (6) pondération et agrégation (le choix entre une pondération égale et une pondération par analyse en composantes principales (ACP) sera déterminé par les résultats des tests de l'étape 4, conformément à la règle énoncée dans la présente section); (7) tests de robustesse au schéma de pondération retenu ; (8) validation et présentation.

2.2.1. Sélection et définition des sous-indicateurs

D'un point de vue conceptuel, quatre sous-indicateurs sont proposés afin d'opérationnaliser la résilience budgétaire face aux enjeux climatiques, chacun étant justifié sur le plan théorique plutôt que sur le plan empirique à ce stade.

Chaque sous-indicateur illustre une facette de la définition de la résilience budgétaire présentée en section 2.1 : l'effort préventif illustre la capacité à réorienter les ressources vers la prévention (ex ante) ; la capacité de réponse ainsi que les recettes fiscales reflètent la capacité à mobiliser des ressources, de manière ciblée après un choc et de manière structurelle ; enfin, la marge liée à la dette représente la capacité à maintenir ces ressources sans compromettre la soutenabilité. Ce choix revêt un caractère normatif et ne découle pas d'une évaluation empirique ; il est par conséquent soumis à la discussion de la section 3 ainsi qu'aux tests de robustesse prévus à l'étape 7. Les poids égaux ne constituent pas une hypothèse de neutralité ; ils reflètent l'absence, dans la littérature examinée, d'une hiérarchie clairement établie entre ces quatre composantes.

Effort budgétaire préventif :

EP_t = *(Dépenses de prévention des risques climatiques + Dépenses d'adaptation climatique) / Dépenses du Budget Général de l'État*

Ce ratio est destiné à mesurer la priorité *ex ante* accordée par l'État à la prévention des risques climatiques, opérationnalisant la dimension « management des risques » du cadre conceptuel (section 2.1).

Limite d'interprétation : une valeur élevée de l'EP peut indiquer une exposition accrue aux risques plutôt qu'une meilleure résilience (l'État engage des dépenses plus importantes en raison d'une exposition accrue). Il convient donc de considérer l'EP en conjonction avec les variables de pression climatique présentées dans la section 2.3. Dans le cadre d'un test de robustesse, une variante associant l'EP à un indicateur d'exposition, tel que les pertes engendrées par des événements extrêmes, pourra être calculée.

Capacité de réponse budgétaire :

CR_t = *(Recettes du fonds de solidarité contre les catastrophes − Décaissements de ce fonds) / PIB*

Ce sous-indicateur est destiné à mesurer le flux net de ressources mobilisables par un fonds de solidarité contre les catastrophes, opérationnalisant la dimension « gestion des crises » (réponse *ex post*) du cadre conceptuel.

Étant donné que le FSEC n'est opérationnel que depuis janvier 2020, ce sous-indicateur ne peut être observé sur l'intégralité de la période d'étude envisagée (2000-2024). Deux approches de

traitement seront comparées dans le cadre de l'application empirique : (i) l'attribution d'une valeur nulle aux années antérieures, traduisant l'absence de mécanisme dédié, assortie d'une variable indicatrice de rupture institutionnelle ; (ii) la construction d'une variante de l'IRB excluant ce sous-indicateur, utilisée comme test de robustesse (étape 7).

Limite d'interprétation : Le CR représente un flux net annuel, lequel est tributaire des ressources à la disposition du fonds (dotation, primes, contributions), de ses décaissements ainsi que de son fonctionnement institutionnel (délais d'indemnisation, critères de déclenchement). Une valeur élevée peut indiquer une sollicitation réduite du fonds en l'absence d'événements, et non nécessairement une forte capacité de réponse ; à l'inverse, un décaissement significatif au cours d'une année marquée par une catastrophe diminue le CR sans refléter une vulnérabilité. Dans le cadre de l'application empirique, le CR sera interprété en tenant compte du stock de ressources du fonds ainsi que du rythme de ses décaissements, et son interprétation sera conditionnée à la période suivant l'année 2020.

Recettes fiscales rapportées au PIB :

RF_t = *Recettes fiscales / PIB*

Cet indicateur, standard dans la littérature sur l'espace budgétaire (*fiscal space*), est destiné à mesurer la capacité structurelle et récurrente de l'État à mobiliser des ressources internes, par opposition aux recettes non fiscales, plus volatiles et non reconductibles.

Marge liée à la dette publique :

$MD_t = 1 - (Dette\ publique / PIB)$

Le complément à 1 du ratio d'endettement est proposé afin que ce sous-indicateur, par nature un indicateur de risque, pointe dans le même sens que les trois précédents, condition nécessaire à toute agrégation ultérieure (Nardo et al., 2008).

2.2.2. Normalisation des sous-indicateurs

Selon les recommandations formulées par Nardo et al. (2008), chaque sous-indicateur doit être normalisé avant son agrégation ; parmi les techniques de normalisation présentées dans le Handbook, la méthode min-max est celle qui a été adoptée ici.

Chaque sous-indicateur serait donc ajusté sur une échelle allant de 0 à 1 :

$Iit = (xit - \min(xi)) / (\max(xi) - \min(xi))$

Où xit représente la valeur du sous-indicateur i pour l'année t et min(xi) ainsi que max(xi) correspondent à ses valeurs extrêmes au cours de la période d'étude.

- **Justification de la normalisation min-max :**

Le Handbook expose diverses méthodes de normalisation, telles que le classement, la standardisation par scores z, la transformation min-max, la distance à une valeur de référence, ainsi que les échelles catégorielles (Nardo et al., 2008).

La méthode min-max est retenue pour quatre raisons. (i) Les quatre sous-indicateurs sont formulés dans des unités et des ordres de grandeur hétérogènes (part du budget, ratios au PIB, ratio d'endettement) ; il est donc nécessaire de recourir à une échelle commune avant toute agrégation. (ii) La transformation linéaire conserve les écarts relatifs entre les années, contrairement au classement qui ne conserve que l'ordre des observations et fait ainsi perdre l'information quant à l'amplitude des variations, information néanmoins utile pour évaluer l'impact d'un choc sur une série temporelle. (iii) Elle borne chaque sous-indicateur à une plage comprise entre 0 et 1, ce qui permet une interprétation immédiate de l'indice agrégé (0 représentant la situation la moins favorable observée et 1 la plus favorable) et assure une cohérence avec une moyenne pondérée, tandis que les scores z, qui ne sont pas bornés, ne permettent pas une telle interprétation. (iv) La normalisation par distance par rapport à une valeur de référence impliquerait l'établissement de seuils normatifs consensuels qui, à notre connaissance, ne sont pas disponibles pour l'ensemble des sous-indicateurs, en particulier en ce qui concerne l'effort préventif et la capacité de réponse. De plus, la corrélation linéaire étant invariante à toute transformation linéaire, la matrice de corrélation sur laquelle repose l'analyse en composantes principales (ACP) demeure identique, que les sous-indicateurs soient normalisés par la méthode min-max ou standardisés. Par conséquent, cette option n'influence pas les tests de pertinence de l'ACP. Il convient toutefois de signaler une limitation : les bornes sont tributaires de la période d'étude et sont sensibles aux valeurs extrêmes, de telle sorte que les valeurs de l'indice sont relatives à la période analysée et devront être recalculées en cas d'allongement de la série temporelle.

2.2.3. Pondération et agrégation

La sélection du schéma de pondération (qu'il soit égal ou statistique, par exemple dérivé d'une analyse en composantes principales) doit être déterminée empiriquement en fonction de la taille effective de l'échantillon disponible ainsi que de la robustesse des tests usuels de pertinence (tels que l'indice de Kaiser-Meyer-Olkin et le test de sphéricité de Bartlett), lesquels ne peuvent être réalisés qu'après la collecte des données ; cette condition de validité est abordée en section 3. Cette sélection respecte la règle d'arbitrage préalablement établie et justifiée ci-après.

Lorsque les tests de pertinence de l'ACP ne sont pas concluants (section 3), la pondération égale entre les quatre sous-indicateurs est adoptée comme schéma principal d'agrégation, chaque sous-indicateur contribuant à hauteur de 25 % à l'indice final :

$$IRB_t = \sum_{i=1}^{4} w_i \cdot I_{it}, \text{ avec } \; w_i = 0{,}25 \; \forall i$$

Dans ce cas, la pondération par ACP est utilisée comme test de robustesse (étape 7).

Sur le plan conceptuel, l'IRB est envisagé ici en tant qu'indicateur composite formatif (formative index) plutôt que réflexif (Diamantopoulos & Winklhofer, 2001) : les sous-indicateurs ne sont pas censés représenter les manifestations d'un même construit latent sous-jacent, cependant, ils constituent les éléments complémentaires, et parfois opposés, de la capacité budgétaire globale de l'État. Des corrélations faibles, voire négatives, entre certains sous-indicateurs (tels que la relation entre l'effort préventif et la marge liée à la dette) ne remettraient donc pas en question la cohérence de l'indice ; elles constitueraient par ailleurs un argument additionnel en faveur d'une pondération normative plutôt que statistique.

La sélection des pondérations représente l'une des phases les plus sensibles dans l'élaboration d'un indicateur composite : elle reflète un jugement de valeur concernant l'importance relative des dimensions agrégées et peut influencer de manière significative la hiérarchie des observations (Greco et al., 2019 ; Nardo et al., 2008). Deux schémas sont présentés en comparaison : une pondération égale (wi = 0,25), de nature normative, et une pondération issue de l'Analyse en Composantes Principales (ACP), de nature statistique. La décision entre les deux options n'est pas déterminée a priori : elle est régie par les résultats des tests de pertinence de l'Analyse en Composantes Principales (ACP), en accord avec la méthodologie établie dans le Handbook (Nardo et al., 2008). Cette démarche repose sur une règle préétablie afin de prévenir tout choix opportuniste du schéma après l'analyse des résultats.

- **Justification du recours à ces deux seuls schémas :**

Les méthodes de pondération sont variées, incluant des pondérations normatives, qu'elles soient égales ou inégales, ainsi que celles fondées sur les avis d'experts. On y trouve également des pondérations statistiques, telles que l'analyse en composantes principales (ACP), la régression, l'enveloppement de données, ou celles basées sur la dispersion (Greco et al., 2019 ; Nardo et al., 2008). Seules la pondération égale et la pondération par analyse en composantes principales (ACP) sont retenues, en fonction des données accessibles et du cadre conceptuel établi. D'un point de vue statistique, l'Analyse en Composantes Principales (ACP) constitue l'une des principales méthodes statistiques de pondération présentées dans le Handbook et elle est déjà

mise en œuvre à l'étape 4 afin de diagnostiquer la structure des sous-indicateurs. Les mêmes tests sont ainsi utilisés pour évaluer la pertinence statistique de l'agrégation et pour arbitrer entre les deux schémas, conformément à la règle qui sera présentée ci-après. Les pondérations par régression reposent sur l'existence d'une variable de résultat mesurant la résilience, laquelle n'est pas présente dans ce contexte ; l'utilisation des variables de pression climatique engendrerait la circularité que le modèle s'efforce justement d'éviter (section 2.1). Les pondérations par enveloppement de données (benefit of the doubt) permettent à chaque année de sélectionner les poids qui lui sont les plus avantageux, ce qui compromet la comparabilité intertemporelle de l'indice et nécessite un nombre accru d'observations. Les approches reposant exclusivement sur la dispersion des sous-indicateurs, telle que l'entropie, attribueraient un poids élevé aux séries présentant une forte variabilité, même lorsque cette variabilité découle d'une rupture institutionnelle, comme cela se manifeste dans le cas de la capacité de réponse. D'un point de vue normatif, la pondération égale est celle qui est le plus fréquemment utilisée (Nardo et al., 2008) et elle s'inscrit dans le cadre d'un principe de moindre hypothèse : en l'absence d'une hiérarchie théorique entre les dimensions, toute pondération inégale (par exemple 40/30/20/10) pourrait être considérée comme arbitraire et plus facilement contestable. Les pondérations résultant d'un avis d'experts (processus d'analyse hiérarchique, allocation budgétaire) requièrent un panel dont la composition et la légitimité dépassent le périmètre de cet article ; elles sont considérées comme un prolongement (section 3). En définitive, restreindre à deux le nombre de schémas comparés et les établir a priori diminue les possibilités d'action du chercheur, réduisant ainsi le risque de sélection a posteriori du schéma le plus avantageux.

- **Règle d'arbitrage fondée sur les tests de l'ACP :**

La règle suivante est définie a priori. La pondération par analyse en composantes principales (ACP) n'est considérée comme le schéma principal que si les quatre conditions suivantes sont réunies de manière simultanée : (a) adéquation statistique, à savoir un indice KMO d'au moins 0,5 (Kaiser, 1974) et un test de sphéricité de Bartlett présentant une signification au seuil de 5 % ; (b) interprétabilité, c'est-à-dire des charges factorielles dont les signes sont en accord avec l'orientation des sous-indicateurs, condition nécessaire pour assurer la compatibilité avec un indice formatif dont l'ensemble des composantes sont alignées dans le même sens ; (c) stabilité, c'est-à-dire des poids qui présentent peu de variations lors de l'estimation répétée en excluant successivement une année ou en recourant au rééchantillonnage par bootstrap par blocs ; (d) absence de marginalisation, c'est-à-dire qu'aucun sous-indicateur ne doit présenter un poids inférieur à un seuil indicatif établi à 10 %, ce qui reviendrait à le neutraliser sans justification

théorique. Dans l'éventualité où l'une de ces conditions ne serait pas remplie, la pondération égale demeurerait le schéma principal, tandis que la pondération par analyse en composantes principales (ACP) ne serait calculée qu'à des fins de test de robustesse. Cette asymétrie illustre un principe de prudence : la responsabilité de la preuve repose sur la pondération statistique, dont le gain de précision pourrait ne pas compenser la perte de la lisibilité conceptuelle lorsque la taille de l'échantillon est restreinte.

- **Justification de la pondération égale lorsque les tests ne sont pas concluants :**

Quatre arguments justifient ce repli. (i) Équilibre conceptuel : les quatre sous-indicateurs traduisent concrètement les composantes de la définition adoptée en section 2.1 (mobiliser, rediriger et pérenniser les ressources budgétaires) et se divisent en deux piliers, à savoir le pilier « processus » (effort préventif en matière de management des risques, capacité de réponse pour la gestion des crises) et le pilier « espace budgétaire » (recettes fiscales, marge liée à la dette) ; une pondération de 25 % accordée à chaque sous-indicateur confère un poids identique (50 %) à ces deux piliers ainsi qu'aux logiques ex ante et ex post, sans qu'aucune hiérarchie ne puisse, à notre connaissance, être établie de manière consensuelle dans la littérature. (ii) Cohérence avec le caractère formatif de l'indice : les pondérations d'un indice à caractère formatif doivent représenter l'importance conceptuelle de chaque composante plutôt que leur covariance (Diamantopoulos & Winklhofer, 2001) ; un sous-indicateur faiblement corrélé aux autres, tel que la capacité de réponse, serait automatiquement sous-évalué par l'analyse en composantes principales, bien qu'il traduise la gestion des crises. (iii) Stabilité : la capacité de réponse est nulle avant l'établissement du FSEC, sa variance témoigne d'une rupture institutionnelle plutôt que de fournir des indications sur son importance relative, ce qui engendre une instabilité des poids statistiques estimés sur une série de données courte. (iv) Parcimonie et reproductibilité : aucun paramètre ne doit être estimé sur un échantillon de taille réduite. Cependant, cette pondération n'est pas exempte de biais : lorsque les sous-indicateurs présentent une corrélation, le poids nominal diverge de l'influence réelle de chaque composante sur l'indice (Becker et al., 2017), une évaluation que permet d'effectuer le test de robustesse.

- **Évaluation de la sensibilité :**

Les deux versions de l'indice sont soumises à une comparaison (étape 7) à l'aide de la corrélation de rang de Spearman, du tau de Kendall ainsi que de l'écart maximal de rang observé pour une même année (Saisana et al., 2005). Selon un seuil indicatif retenu a priori, une corrélation de rang égale ou supérieure à 0,8 est interprétée comme un signe que les conclusions ne sont pas influencées par le schéma de pondération. En revanche, lorsque cette corrélation est inférieure

à ce seuil, l'indice est considéré comme sensible à la pondération. Dans ce cas, les deux versions sont rapportées, et les résultats de l'estimation ARDL ne sont considérés comme robustes que s'ils sont qualitativement corroborés par chacune des deux versions en tant que variable dépendante. Le tableau 1 résume cette décision d'arbitrage.

Le processus de validation s'effectue en quatre étapes : (1) Évaluations de la pertinence de l'Analyse en Composantes Principales (KMO, test de sphéricité de Bartlett) ; (2) mise en œuvre de la règle d'arbitrage (a) à (d), laquelle détermine le schéma principal (voir tableau 1) ; (3) comparaison des deux schémas à l'aide de la corrélation de rang (Spearman, Kendall) ainsi que de l'écart maximal de rang ; (4) tests de sensibilité complémentaires : retrait successif de chaque sous-indicateur (notamment la variante sans CR), normalisation alternative par scores z, et simulation de poids aléatoires (Saisana et al., 2005). L'indice est considéré comme stable lorsque le seuil de 0,8 est atteint dans ces différentes variantes. Étant donné une série annuelle d'environ 25 observations, la puissance de ces tests demeure limitée : les résultats seront présentés à titre indicatif et non en tant que preuves de solidité.

Tableau 1. Arbitrage entre pondération égale et pondération par ACP selon les résultats des tests

Critère	Pondération égale (25 % chacun)	Pondération par ACP
Nature	Normative : jugement de valeur explicite	Statistique : dérivée de la structure de covariance
Compatibilité avec un indice formatif	Élevée : le poids exprime l'importance conceptuelle	Faible : le poids exprime la corrélation entre sous-indicateurs (Diamantopoulos & Winklhofer, 2001)
Exigences sur les données	Aucune	KMO ≥ 0,5, test de Bartlett significatif, échantillon suffisant
Sensibilité à un échantillon court et à une rupture institutionnelle	Faible	Élevée : poids instables
Lisibilité et reproductibilité	Élevées	Moindres : poids dépendants de l'échantillon
Risque principal	Influence effective inégale si les sous-indicateurs sont corrélés (Becker et al., 2017)	Marginalisation des sous-indicateurs peu corrélés (ex. capacité de réponse)
Condition de retenue comme schéma principal	Tests de l'ACP non concluants (au moins une des conditions (a) à (d) non satisfaite)	Tests de l'ACP concluants (conditions (a) à (d) toutes satisfaites)
Rôle de l'autre schéma	Pondération par ACP : test de robustesse	Pondération égale : test de robustesse

Source : Élaboré par les auteurs (2026) à partir de Nardo et al. (2008), Diamantopoulos & Winklhofer (2001) et Becker et al. (2017).

2.3 Variables explicatives envisagées de la pression climatique

Selon le modèle conceptuel présenté en section 2.1, les variables explicatives retenues pour une estimation économétrique ultérieure auraient pour objectif de représenter la pression climatique exercée sur l'économie, auxquelles s'ajoute une variable de contrôle macroéconomique. La valeur ajoutée agricole est présentée comme le principal indicateur de la pression climatique, en raison de la sensibilité avérée de ce secteur à la variabilité des précipitations dans les économies en développement à prédominance agricole, où l'agriculture joue un rôle de vecteur direct des chocs climatiques sur l'économie réelle, puis sur les finances publiques. Le stress hydrique, évalué notamment à travers le taux de remplissage des infrastructures hydrauliques, représenterait un indicateur additionnel, de nature plus structurelle, de la pression exercée sur les ressources en eau.

En ce qui concerne les événements climatiques extrêmes, la littérature recommande de dépasser le simple dénombrement annuel, qui ne distingue pas entre un incident mineur et une catastrophe majeure, en y intégrant une mesure de gravité (telle que les pertes économiques exprimées en pourcentage du PIB), laquelle s'avère plus directement compatible avec une approche budgétaire. Il est préconisé d'utiliser une base de données internationale reconnue et à méthodologie homogène pour le recensement de ces événements (telle que la base EM-DAT du Centre for Research on the Epidemiology of Disasters [CRED] de l'UCLouvain ; Guha-Sapir et al., s.d.), afin d'assurer la comparabilité des mesures adoptées avec celles d'autres études, indépendamment des sources nationales susceptibles de présenter une hétérogénéité dans leurs critères de recensement.

Enfin, une méthode d'estimation de type ARDL (*Autoregressive D*istributed Lag ; Pesaran, Shin & Smith, 2001) est proposée pour une application empirique ultérieure, ce choix étant théoriquement justifié par sa capacité à traiter un mélange de variables intégrées d'ordres différents I(0) et I(1), situation vraisemblable en raison de la nature structurelle de certaines variables (VA agricole, stress hydrique) et de la nature plus ponctuelle d'autres (fréquence et gravité des événements extrêmes), ainsi que par sa robustesse relative sur des échantillons de taille limitée, à condition de recourir aux valeurs critiques adaptées aux petits échantillons (Narayan, 2005), contrainte anticipée dans le cadre de dispositifs institutionnels récents (section 3).

La période considérée (2000-2024) marque une rupture : le FSEC est devenu opérationnel en janvier 2020, ce qui correspond à une période d'environ cinq observations annuelles postérieures. Le protocole stipule donc (i) l'inclusion d'une variable indicatrice D2020 (0 avant

2020, 1 à partir de 2020) dans l'équation ARDL, (ii) la réalisation de tests de stabilité des coefficients (CUSUM, CUSUMSQ), (iii) une estimation sur la variante de l'IRB sans CR pour l'ensemble de la période, en comparaison avec celle de l'IRB complet, et (iv) la précision explicite que les résultats relatifs à CR ne se fondent que sur la période postérieure à 2020.

3. Discussion : portée, conditions de validité et limites du cadre proposé

Le cadre conceptuel ainsi que la méthodologie présentée dans cet article suscitent plusieurs points de discussion relatifs à leur portée théorique, à leurs conditions de validité empirique et à leurs limites prévisibles, en raison de l'absence délibérée d'une application quantitative dans ce travail.

D'un point de vue théorique, la contribution majeure de cette recherche consiste en la mise en relation explicite de deux corpus littéraires : l'économie de la résilience (Briguglio et al., 2009) et la littérature relative à l'espace budgétaire. Cette structuration offre la possibilité de formuler une définition opérationnelle de la résilience budgétaire climatique, immédiatement applicable sous forme d'indicateur composite, répondant ainsi à une critique fréquente adressée aux cadres conceptuels de la résilience : leur difficulté à être convertis en mesures reproductibles et quantifiables.

D'un point de vue méthodologique, diverses conditions de validité doivent être prévues avant toute mise en œuvre empirique. D'abord, l'établissement de sous-indicateurs basés sur des structures institutionnelles récentes (comme un fonds de solidarité contre les catastrophes instauré il y a moins de dix ans) limite mécaniquement la dimension temporelle de l'indice, réduisant ainsi la puissance statistique des tests de pertinence de l'analyse multivariée (indice de Kaiser-Meyer-Olkin, test de sphéricité de Bartlett) mentionnés en section 2.2. Dans ce contexte, il serait vraisemblablement préférable d'adopter un schéma de pondération normatif (égalitaire) plutôt qu'une pondération statistique, conformément à la règle d'arbitrage présentée en section 2.2. Il serait également possible d'envisager une expansion vers un panel régional afin d'augmenter le nombre d'observations. Ensuite, la sélection des sous-indicateurs suggérés repose sur des choix délibérés, notamment l'exclusion des recettes non fiscales, estimées trop instables pour saisir une capacité structurelle de collecte de ressources ; cette décision appelle une discussion approfondie et, si nécessaire, une vérification lors de la mise en œuvre pratique. En matière de pondération, l'utilisation de poids équivalents représente un jugement de valeur explicite plutôt qu'une approche neutre : elle implique que les quatre dimensions participent de manière égale à la résilience budgétaire, une hypothèse que seule une consultation d'experts ou une analyse de sensibilité pourrait permettre de nuancer. Le cadre vise à limiter ce risque au

moyen d'une règle d'arbitrage établie a priori ainsi que d'un test de robustesse systématique (section 2.2). Des approches complémentaires, telles que l'attribution de pondérations fondées sur des avis d'experts (processus d'analyse hiérarchique) ou une analyse d'incertitude par le biais d'un tirage aléatoire des poids (Saisana et al., 2005), pourraient être envisagées dans le cadre de recherches ultérieures.

Deux sous-indicateurs nécessitent une interprétation attentive (section 2.2.1). L'effort préventif peut augmenter en fonction de l'exposition, ce qui complique la compréhension de la relation avec la résilience. La capacité de réponse est conditionnée par les ressources, les décaissements ainsi que le fonctionnement du fonds, et ne peut être constatée qu'après l'année 2020. Le caractère formatif de l'indice ainsi que les tests de robustesse visent à limiter ces biais sans toutefois les éliminer ; seule une application empirique permettra d'en apprécier l'ampleur.

Enfin, bien que le cadre s'appuie sur le contexte marocain pour justifier le choix des variables, sa portée méthodologique comprenant les huit étapes d'élaboration de l'indice, la logique d'articulation entre la gestion des risques et celle des crises, ainsi que la stratégie d'estimation adoptée a été conçue pour pouvoir être appliquée à d'autres pays en développement présentant des caractéristiques similaires (exposition climatique, dispositifs institutionnels récents de gestion des risques), ce qui ouvre explicitement une perspective de recherche comparative ultérieure.

Conclusion

Cet article présente un cadre conceptuel ainsi qu'une méthodologie pour élaborer un Indice de Résilience Budgétaire (IRB) climatique, intégrant les contributions de l'économie de la résilience (Briguglio et al., 2009) et de la littérature relative à l'espace budgétaire, tout en s'appuyant sur le contexte marocain afin de justifier théoriquement les variables retenues. Quatre sous-indicateurs ont été établis et conceptualisés (effort budgétaire préventif, capacité de réponse, recettes fiscales rapportées au PIB et marge relative à la dette publique), ainsi que des variables explicatives de la pression climatique destinées à être intégrées dans une méthodologie d'estimation économétrique de type ARDL. Le choix du schéma de pondération est arbitré par les résultats des tests de pertinence de l'ACP, selon une règle établie a priori ; la pondération égale, justifiée par le caractère formatif de l'indice et la taille limitée des séries, est retenue à défaut de validation statistique, et un test de robustesse de rang complète le dispositif (section 2.2).

Cet article présente une contribution à double volet. Sur le plan théorique, il établit une articulation explicite entre la gestion des risques, la gestion des crises et la résilience budgétaire, répondant ainsi à l'exigence, soulignée dans la littérature, de convertir les concepts de résilience en indicateurs quantifiables et reproductibles. Sur le plan méthodologique, il présente une approche de construction d'indice composite spécifiquement adaptée aux limitations de disponibilité des données caractéristiques des pays en développement, où les dispositifs institutionnels de gestion des risques climatiques demeurent récents, une contrainte à prendre en compte lors de l'application de méthodologies élaborées pour des contextes disposant de séries statistiques étendues.

Cette étude comporte des limites reconnues, analysées en section 3, parmi lesquelles figure principalement l'absence d'une mise en œuvre empirique destinée à évaluer la validité statistique du cadre proposé. Cette application, reposant sur des données marocaines couvrant la période 2000-2024, constitue le sujet d'une étude approfondie ultérieure, pour laquelle cet article se propose de fournir les bases conceptuelles et méthodologiques. Au-delà du contexte marocain, l'approche permet une analyse comparative entre pays en développement caractérisés par une exposition climatique bien établie et des dispositifs institutionnels récents de gestion des risques, contribuant ainsi de manière plus étendue à la conceptualisation de la résilience des États face au changement climatique.

RÉFÉRENCES

Adger, W.N. (2000). Social and ecological resilience: Are they related? *Progress in Human Geography, 24*(3), 347-364. https://doi.org/10.1191/030913200701540465

Becker, W., Saisana, M., Paruolo, P. & Vandecasteele, I. (2017). Weights and importance in composite indicators: Closing the gap. *Ecological Indicators, 80*, 12-22.

Briguglio, L., Cordina, G., Farrugia, N. & Vella, S. (2009). Economic vulnerability and resilience: Concepts and measurements. *Oxford Development Studies, 37*(3), 229-247. https://doi.org/10.1080/13600810903089893

Cevik, S. & Jalles, J.T. (2020). This changes everything: Climate shocks and sovereign bonds (IMF Working Paper WP/20/79). Washington, DC : International Monetary Fund.

Diamantopoulos, A. & Winklhofer, H.M. (2001). Index construction with formative indicators: An alternative to scale development. Journal of Marketing Research, 38(2), 269-277. https://doi.org/10.1509/jmkr.38.2.269.18845

Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. Global Environmental Change, 16(3), 253-267. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002

Ghesquiere, F. & Mahul, O. (2010). Financial protection of the state against natural disasters: A primer (Policy Research Working Paper 5429). Washington, DC : World Bank.

Greco, S., Ishizaka, A., Tasiou, M. & Torrisi, G. (2019). On the methodological framework of composite indices: A review of the issues of weighting, aggregation, and robustness. *Social Indicators Research, 141*(1), 61-94. https://doi.org/10.1007/s11205-017-1832-9

Guha-Sapir, D., Below, R. & Hoyois, Ph. (s.d.). *EM-DAT: The CRED/OFDA International Disaster Database*. Bruxelles, Belgique : Université catholique de Louvain (UCLouvain). https://www.emdat.be/ [consulté le 04/10/2026]

Holling, C.S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics, 4*, 1-23. https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245

ISO (International Organization for Standardization). (2018). *ISO 31000:2018 Risk management – Guidelines*. Genève : ISO.

Kaiser, H.F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika, 39*(1), 31-36. https://doi.org/10.1007/BF02291575

Lis, E.M. & Nickel, C. (2010). The impact of extreme weather events on budget balances. International Tax and Public Finance, 17(4), 378-399.

Melecky, M. & Raddatz, C. (2015). Fiscal responses after catastrophes and the enabling role of financial development. The World Bank Economic Review, 29(1), 129-149.

Narayan, P.K. (2005). The saving and investment nexus for China: Evidence from cointegration tests. Applied Economics, 37(17), 1979-1990. https://doi.org/10.1080/00036840500278103

Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., Tarantola, S., Hoffmann, A. & Giovannini, E. (2008). *Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide*. Paris : OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264043466-en

Ostry, J.D., Ghosh, A.R., Kim, J.I. & Qureshi, M.S. (2010). *Fiscal space* (IMF Staff Position Note SPN/10/11). Washington, DC : International Monetary Fund.

Pearson, C.M. & Clair, J.A. (1998). Reframing crisis management. *Academy of Management Review, 23*(1), 59-76. https://doi.org/10.5465/amr.1998.192960

Pesaran, M.H., Shin, Y. & Smith, R.J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics, 16*(3), 289-326. https://doi.org/10.1002/jae.616

Royaume du Maroc. (2016). Loi n° 110-14 instituant un régime de couverture des conséquences d'événements catastrophiques et modifiant et complétant la loi n° 17-99 portant code des assurances. Dahir n° 1-16-152.

Royaume du Maroc. (2020). Stratégie nationale de gestion des risques des catastrophes naturelles 2020-2030.

Saisana, M., Saltelli, A. & Tarantola, S. (2005). Uncertainty and sensitivity analysis techniques as tools for the quality assessment of composite indicators. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A, 168*(2), 307-323.

UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction). (2015). *Sendai framework for disaster risk reduction 2015-2030*. Genève : United Nations.

World Bank. (2022, August 11). *Supporting Morocco's journey to disaster and climate resilience*. https://www.worldbank.org/en/results/2022/08/11/supporting-morocco-s-journey-to-disaster-and-climate-resilience