



FONDATION POUR LES ÉTUDES ET RECHERCHES  
SUR LE DÉVELOPPEMENT INTERNATIONAL



**REPOBLIKAN'I MADAGASIKARA**  
Fitiavana - Tanindrazana - Fandrosoana

**MINISTRE DE L'ECONOMIE ET DES FINANCES**



**SECRETARIAT GENERAL**

-----

**PROJET D'APPUI AU RENFORCEMENT DES CAPACITES D'ANALYSE DES FACTEURS DE  
VULNERABILITE STRUCTURELLE ET LA PROMOTION DE L'ECONOMIE BLEUE**

Mesurer les diverses formes de vulnérabilité pour en  
quantifier l'impact:

Un nouveau cadre conceptuel appliqué au cas de  
Madagascar

Janvier 2021

## Table des matières

Table des matières .....	3
Liste des tables et figures .....	5
Liste des abréviations .....	7
Avant-Propos .....	9
Introduction.....	11
Chapitre I - Le cadre conceptuel pour la mesure de la vulnérabilité et de la résilience.....	15
Qu'est-ce que la vulnérabilité et la résilience d'un pays ?.....	15
Pourquoi convient-il mesurer la vulnérabilité d'un pays ? .....	18
Les critères de sélection des indicateurs : cinq principes à respecter.....	20
Des vulnérabilités interconnectées : Le cadre conceptuel général .....	21
La méthodologie de mesure des vulnérabilités .....	24
Chapitre II - La vulnérabilité économique structurelle à Madagascar .....	25
Le choix de l'indice des Nations Unies « Economic Vulnerability Index » (EVI).....	25
La mesure de la vulnérabilité économique structurelle à Madagascar .....	30
Les coûts de la vulnérabilité économique structurelle, bien que difficiles à évaluer avec précision, paraissent élevés. ....	35
Chapitre III - La vulnérabilité au changement climatique à Madagascar.....	39
Pourquoi et comment mesurer la vulnérabilité de Madagascar au réchauffement climatique ? .....	39
La vulnérabilité au réchauffement climatique de Madagascar selon « Notre Dame Global Adaptation Index » ou « ND-GAIN » .....	41
La vulnérabilité de Madagascar aux chocs climatiques extrêmes. ....	42
La vulnérabilité au réchauffement climatique de Madagascar selon l'Indice de vulnérabilité physique au changement climatique, de la Ferdi. ....	43
Les dommages du changement climatique à Madagascar .....	52
L'impact macroéconomique des catastrophes naturelles est influencé par la vulnérabilité structurelle. ....	53
Chapitre IV - La vulnérabilité sociétale à Madagascar .....	61
La mesure de la vulnérabilité sociétale à Madagascar à travers l'indice de violence interne de la Ferdi.....	61
Des crises politiques récurrentes à Madagascar et l'ampleur de leurs coûts. ....	67
L'impact macroéconomique des crises politiques est particulièrement sévère à Madagascar. ....	70
Chapitre V - La résilience à Madagascar .....	73
Les facteurs structurels de la résilience malgache.....	73
Quelles politiques pour améliorer la résilience de Madagascar ?.....	77
Conclusion .....	85

Bibliographie .....	87
Annexes .....	91
Annexe 1 : Valeurs des indicateurs EVI, PVCCI, IVI, SVI, ICH et GNIpc pour les pays d’Afrique au Sud du Sahara .....	91
Annexe 2 : Données et méthodologies utilisées pour construire les indicateurs .....	98
Annexe 3 : L’indice de besoin (relatif) d’intégration régionale.....	103
Annexe 4 : Méthodologie et données utilisées pour la construction du PVCCI local.....	106
Annexe 5 : Graphiques supplémentaires .....	113
Annexe 6 : Notre Dame Global Adaptation Index » ou « ND-GAIN ».....	117

## Liste des tables et figures

Figure 1 : Les différentes formes de vulnérabilité ou fragilité structurelle .....	16
Figure 2 : La vulnérabilité aux chocs exogènes .....	18
Figure 3 : Cadre conceptuel pour l'évaluation de la vulnérabilité .....	22
Figure 4 : Le profil de vulnérabilité structurelle de Madagascar .....	23
Figure 5 : L'indicateur de vulnérabilité économique structurelle (EVI révisé).....	29
Table 1 : L'EVI et ses composants. Madagascar comparé au pays d'Afrique au Sud du Sahara en 2018.....	31
Figure 6 : Évolution de l'indice de chocs de l'EVI .....	33
Figure 8 : Evolution des termes de l'échange, 1980-2018.....	34
Table 2 : Estimations de l'impact de la vulnérabilité économique sur la croissance, en général et à Madagascar .....	37
Figure 9 : L'indicateur de vulnérabilité physique au changement climatique (PVCCI).....	44
Table 3 : Le PVCCI et ses composants. Madagascar comparé aux pays d'Afrique au sud du Sahara en 2018.....	45
Figure 12 : Le PVCCI régional au Afrique.....	48
Figure 13 : Les composants du PVCCI régional .....	50
Figure 14 : Interactions entre le PVCCI et différents facteurs d'exposition .....	51
Table 4 : Estimations de l'impact des désastres naturels ou des cyclones (ou tempêtes tropicales) dans les pays en développement (2000-2019) .....	56
Figure 15 : L'indicateur de vulnérabilité sociétale .....	64
Table 5 : L'IVI et ses composants. Madagascar comparé au pays d'Afrique au sud du Sahara en 2018.....	65
Figure 16 : Évolution du risque structurel de conflit sur la période 1990-2018 .....	67
Figure 17 : Évolution du risque non-structurel de conflit sur la période 1990-2018 .....	68
Table 6 : Estimations de l'impact de la vulnérabilité sociétale sur la croissance dans les pays en développement et à Madagascar.....	71
Figure: 18 : L'indice de capital humain (HAI) .....	74
Table 7 : Le produit national brut par tête. Madagascar comparé aux pays d'Afrique au Sud du Sahara en 2018.....	75
Table 8 : L'indice de capital humain (ICH/HAI) et ses composants. Madagascar comparé aux pays d'Afrique au sud du Sahara en 2018.....	75
Table A1 : L'EVI.....	92
Table A2 : Le PVCCI.....	93
Table A3 : L'IVI.....	94
Table A4 : L'indicateur de vulnérabilité sociétale (SVI).....	95

Table A5 : L'indicateur de capital humain (HAI).....	96
Table A6 : Le GNIpc .....	97
Table A7 : Les composants de l'indicateur de vulnérabilité économique structurelle (EVI) ...	98
Table A8 : Les composants de l'Indice de Violence Interne (IVI) .....	99
Table A9 : Les composants de l'Indice de capital humain (HAI) .....	102
Figure A1 : L'indicateur de besoin (relatif) d'intégration régionale (IBIR) .....	103
Table A10 : L'indicateur de besoin d'intégration régionale .....	105
Figure A2 : le modèle d'estimation du risque .....	113
Figure A3 : Croisement du PVCCI et de la densité de population en Afrique .....	114
Figure A4 : Croisement du PVCCI et du pourcentage de terre cultivée en Afrique.....	115
Figure A5 : Croisement du PVCCI et de luminosité nocturne en Afrique .....	116

## Liste des abréviations

APD	Aide Publique au Développement
ASS	Afrique sub-Saharienne
BAD	Banque Africaine de Développement
CDAA	Communauté de développement de l’Afrique Australe
CDP	Comité des politiques de développement
CO2	dioxyde de carbone
COVID-19	Coronavirus Disease 2019
CRED	Centre for Research on the Epidemiology of Disasters
EM-DAT	Emergency Disasters Database
EVI	Economic Vulnerability Index (indice de vulnérabilité économique)
FERDI	Fondation pour les études et recherches sur le développement international
FMI	Fonds Monétaire International
GIEC	Groupe d’experts Intergouvernemental sur l’Évolution du Climat
GTD	Global Terrorism Database
GVCCI	General Vulnerability to Climate Change Index
HAI	Human Asset Index (indice de capital humain)
HDI	Humain Development Index (Indice de développement humain)
IBIR	Indice de Besoin d'Intégration Régionale
IVI	Internal Violence Index (indice de violence interne)
LDI	Least Development Index
LECZ	Low Elevated Coastal Zones
MPPSPF	Ministère de la Population, de la Protection Sociale et de la Promotion de la Femme
ND-GAIN	Notre Dame Global Adaptation Index
ODD	Objectifs du Développement Durable
PAM	Programme Alimentaire Mondial
PEM	Plan Emergence Madagascar
PIB	Produit Intérieur Brut
PNB	Produit National Brut
PMA	Pays les Moins Avancés
PVCCI	Physical Vulnerability to Climate Change Index (Indice de vulnérabilité physique au changement climatique)
SASPEN	Stratégie nationale de protection sociale

SHI	Structural Handicap Index (Indice de handicap structurel)
SHI	Structural Handicap Index (Indice de handicap structurel)
SPAV	Stabilité politique et absence de violence
SSNDR	Social Safety Net Drought Response
SSNP	Social Safety Net Project
TMDH	Transfert monétaire pour le développement humain
UCDP/PRIO	Uppsala Conflict Data Program / Peace Research Institute Oslo
WGI	World Governance Indicators

## Avant-Propos

Le présent rapport a été établi dans le cadre d'un contrat passé par la FERDI avec le ministère de l'économie et des finances de Madagascar pour la Cellule d'exécution du projet d'appui au renforcement des capacités d'analyse des facteurs de vulnérabilité structurelle et la promotion de l'économie bleue (ARCEB). Il est accompagné d'une « brève » (dite aussi note d'orientation) qui en résume les conclusions et en tire les recommandations politiques. Ce rapport devrait aussi être suivi d'un séminaire à l'attention de l'administration malgache sur les différentes formes de vulnérabilité auxquelles Madagascar fait face, sur leur mesure et sur les choix de politique économique et sociale qui semblent en découler.

Les auteurs du rapport remercient vivement les membres du comité de pilotage de l'étude à Madagascar pour leurs excellentes observations, qui ont permis d'apporter des changements importants aux deux versions préalables du rapport finalisé ici.

L'analyse de la mesure des vulnérabilités auxquelles fait face Madagascar devrait trouver un écho dans l'intérêt croissant que porte la communauté internationale aux questions de vulnérabilité.





## Introduction

Il est largement reconnu qu'en moyenne les pays africains sont non seulement plus pauvres, mais aussi plus vulnérables que les pays des autres continents. Cette forte vulnérabilité, combinée à un faible niveau de revenu et de capital humain, constitue un handicap majeur pour leur développement.

La vulnérabilité d'une économie résulte de la survenance ou de la récurrence de chocs de nature exogène, qui sont d'origine diverse, économique, climatique, sociétale. Il peut s'agir de l'instabilité du prix international des produits primaires, qui constituent encore une forte proportion des exportations de nombreux pays africains, d'épisodes catastrophes naturelles, qui réduisent drastiquement la production agricole (ou à l'inverse de cyclones et d'inondations), de violences, lorsque le pays devient la plaque tournante d'un commerce international de drogue ou qu'il subit l'incursion de bandes armées étrangères ou encore, comme l'expérience récente l'a encore montré, d'épidémies coûteuses en vies humaines mais aussi en termes d'activité économique. Si la vulnérabilité économique des pays africains est ancienne, leur fragilité politique semble s'être accrue et il est probable que le changement climatique va en exacerber les conséquences. Les pays africains risquent d'être dans un avenir proche particulièrement touchés par le changement climatique, alors même qu'ils n'en sont quasiment pas responsables. Ceci constitue un défi pour la mise en œuvre de la politique intérieure des États comme pour l'aide de la communauté internationale.

De nombreux facteurs structurels entraînent une forte sensibilité ou exposition des économies africaines aux chocs exogènes, qu'il s'agisse de leur taille, de leur localisation géographique ou simplement de leur faible niveau de développement, lequel se traduit par un manque d'infrastructures et une faible diversification des économies. Il appartient certes aux politiques nationales de pallier les conséquences des chocs exogènes. Cependant, si la résilience à la vulnérabilité dépend en grande partie du comportement des gouvernements, elle est aussi conditionnée par des facteurs structurels. Le faible niveau de développement d'un pays africain s'accompagne en général d'un bas niveau d'éducation et de santé, d'une composition de la population marquée par une proportion élevée de jeunes et souvent de la présence de réfugiés en provenance d'autres pays africains eux-mêmes vulnérables. Ces caractéristiques des économies africaines pèsent sur leurs finances publiques et rendent difficiles les politiques budgétaires contra-cycliques. De plus, un faible capital humain réduit les capacités du secteur public et privé, essentielles à la résilience. Comme les autres pays africains, et peut-être plus encore, Madagascar, par ses caractéristiques géographiques et politiques, n'échappe pas à ces facteurs de vulnérabilité.

Madagascar, grande nation insulaire située dans la partie sud-ouest de l'Océan Indien, juste à la limite sud-est du continent africain, englobe une diversité d'écosystèmes, avec un plateau

montagneux qui s'étend dans tout le centre, bordé de toutes parts par des zones côtières de faible altitude et par un certain nombre de rivières. Son histoire montre l'importance des défis que ce pays affronte.

En tant que PMA, Madagascar est caractérisée par une importante vulnérabilité aux chocs que ceux-ci soit économiques, climatiques ou sociétaux qui menacent la croissance de son économie et son développement humain. Le pays est particulièrement vulnérable aux chocs sur les prix des matières premières exportées, comme le nickel ou la vanille, ainsi que sur le cours du prix pétrole et des produits intermédiaires importés. Les produits alimentaires et intermédiaires ainsi que les produits pétroliers représentent les deux tiers des importations totales. Les exportations de produits à forte valeur ajoutée sont essentiellement agricoles, exploitées par de petits producteurs, eux-mêmes vulnérables aux conditions économiques et environnementales. L'accès aux marchés internationaux est quant à lui rendu difficile par la faiblesse des infrastructures ainsi que par l'éloignement des principaux marchés mondiaux. Dès lors, l'agriculture de subsistance emploie 75% de la population, maintenant ses actifs en situation de sous-emploi dans la pauvreté.

Madagascar est confronté à des risques importants imposés par un climat de plus en plus changeant et est sans doute l'un des pays africains les plus gravement touchés par les effets du changement climatique. Les cyclones (en moyenne trois cyclones par an), les sécheresses et les inondations sont monnaie courante dans le pays. Ces événements deviennent de plus en plus fréquents et intenses, affectant de nombreux aspects de l'économie et du bien-être des populations locales.

Madagascar est également confrontée à des chocs sociétaux ou politiques récurrents. Ce phénomène a souvent été présenté comme le « paradoxe malgache », que Razafindrakoto et al. (2013) énoncent ainsi : « toute phase de croissance se solde par une convulsion sociopolitique mettant à bas le régime en place ». Ainsi les crises politiques et sociales de 1972, 1991, 2002 et 2009 mettent en lumière l'importance des facteurs politiques et sociaux pour la stabilité de la croissance et la soutenabilité du développement à Madagascar.

Ces différentes caractéristiques contribuent à l'extrême vulnérabilité de Madagascar et représentent un frein majeur au développement du pays, qui se retrouve alors dans un piège de vulnérabilité. Ainsi, Madagascar présente l'un des indices de développement humain les plus bas du monde, avec un taux de malnutrition chronique extrêmement élevé, impliquant que près d'un enfant de moins de cinq ans sur deux souffre aujourd'hui d'un retard de croissance. L'impact négatif des chocs externes, économiques, climatiques et sociétaux sur la croissance, le développement et la réduction de la pauvreté dans différentes régions du monde a été largement mis en exergue par de nombreuses études économiques. Cette

situation de Madagascar et singulièrement sa vulnérabilité structurelle rend difficile la réponse politique au choc sanitaire et économique que représente la pandémie actuelle. C'est pourquoi le diagnostic de la vulnérabilité sous ces différentes formes doit se retrouver au cœur de l'action pour le développement.

Cependant avant la pandémie de COVID-19 (coronavirus), Madagascar était sur une trajectoire ascendante. Après une longue période d'instabilité politique chronique et de stagnation économique, la croissance s'est accélérée au cours des cinq dernières années pour atteindre 5 % en 2019. La transition politique pacifique lors des dernières élections a été déterminante pour cette accélération économique. Cette croissance a alors permis une diminution des taux de pauvreté. Aujourd'hui environ 75 % de la population vit encore en dessous du seuil de pauvreté fixé à 1,90 dollar par jour, nettement supérieur à la moyenne régionale de 41 %.

L'impact économique, social et fiscal négatif de la crise COVID-19 sera très important en 2020. Selon les estimations de la Banque Mondiale, l'année 2020 devrait être caractérisée par un fort ralentissement de l'activité économique, la croissance du PIB devant ralentir à 1,2 %, contre un taux de croissance estimé à 5,2 % juste avant l'apparition de la crise. Dans ces circonstances, les populations vulnérables des zones urbaines sont particulièrement exposées aux difficultés économiques et aux pièges de la pauvreté. Dès lors la forte baisse des recettes fiscales et l'accroissement des dépenses liées à la COVID-19 vont creuser le déficit budgétaire et limiter les capacités d'action du gouvernement en cas d'autres chocs exogènes.

Cette rapide description de la situation malgache justifie pleinement le désir des autorités malgaches de disposer d'une étude sur les vulnérabilités malgaches et leur coût pour le développement économique de l'île. Ce rapport présente dans une première partie un cadre conceptuel pour analyser le rôle et mesurer l'impact de la vulnérabilité de manière générale. Mettant à profit cet outil, les parties suivantes appliquent le cadre conceptuel présenté à Madagascar ; après avoir mesuré l'importance des différentes formes de vulnérabilité, elles tentent, dans la mesure du possible, d'apprécier les coûts qu'elles engendrent. Une dernière partie s'interroge sur les facteurs de résilience aux chocs subis.



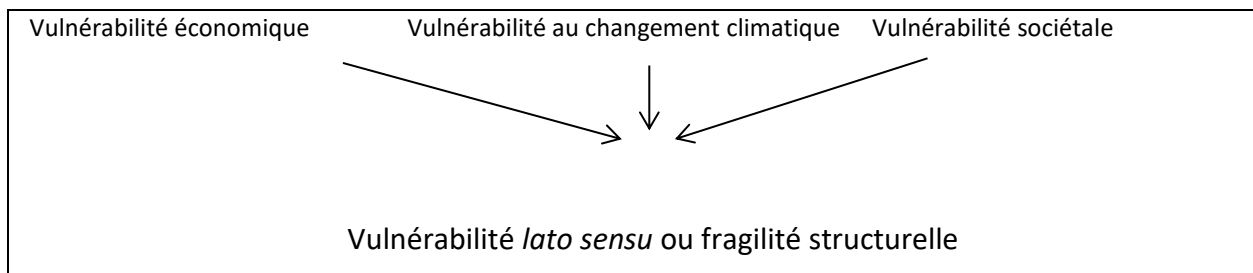
## Chapitre I - Le cadre conceptuel pour la mesure de la vulnérabilité et de la résilience

### Qu'est-ce que la vulnérabilité et la résilience d'un pays ?

La lutte contre la vulnérabilité nécessite une identification de ses sources et des déterminants. *La vulnérabilité d'un pays comporte trois aspects, économique, environnemental et sociopolitique*, qui correspondent aux trois dimensions généralement évoquées dans la présentation de l'agenda du développement durable. Une fois combinées, ces trois formes de vulnérabilité correspondent alors à la définition usuelle de la fragilité. Dans ces trois domaines, la vulnérabilité apparaît comme le contraire de la soutenabilité du développement (Guillaumont 2013) ; elle est une menace pour le développement durable. La vulnérabilité de Madagascar sera donc entendue dans ce sens large.

La vulnérabilité économique peut être définie comme le risque que le développement économique d'un pays soit affecté par des chocs exogènes, d'origine externe ou interne. Cette vulnérabilité est évidemment tributaire des caractéristiques géographiques du pays et notamment de son climat dont les conséquences sont prises en compte dans sa mesure. La vulnérabilité climatique d'un pays est une composante de sa vulnérabilité économique. Mais les données géographiques ou environnementales sont de plus en plus affectées par les émissions mondiales de CO<sub>2</sub> et le réchauffement climatique qui en découle et qui représente une menace pour chaque pays, mais d'importance inégale. C'est pourquoi il est pertinent de mesurer spécifiquement la vulnérabilité des différents pays au *changement climatique*, ce qui permet de se projeter dans l'avenir et est essentiel pour la définition des politiques à mener. Enfin il existe dans chaque pays une vulnérabilité sociopolitique ou sociétale qui dépend en partie des caractéristiques structurelles de la société. Elle se traduit concrètement par des situations d'insécurité des populations, marquées par une instabilité politique et différentes formes de conflits et de violence. La vulnérabilité économique exacerbe les situations de conflit, ce qui manifeste les liens entre les différentes formes de vulnérabilité. De plus la vulnérabilité sociétale est soumise aux effets de contagion entre pays voisins. Ne pas prendre en compte explicitement ces différentes vulnérabilités, comme il est résumé par la figure ci-dessous, conduirait à donner une image tronquée des défis auxquels sont confrontés les pays en développement et Madagascar en particulier.

**Figure 1 : Les différentes formes de vulnérabilité ou fragilité structurelle**



Face à l'expérience passée d'Ebola et plus encore à la pandémie du coronavirus, qui jette une lumière crue sur l'importance de la vulnérabilité, on peut s'interroger sur la raison pour laquelle la classification des types de vulnérabilité ci-dessus n'inclut pas une dimension sanitaire. La raison principale est que la classification repose sur les canaux de transmission des chocs et leurs impacts « nationaux », plutôt que sur leur origine qui peut dans le cadre retenu inclure des chocs sanitaires. Les chocs sanitaires font partie de la vulnérabilité économique. L'amélioration du système sanitaire est un élément de la politique de résilience.

Dans chacun de ces trois domaines il convient de présenter une *distinction très importante entre la vulnérabilité structurelle, qui dépend de facteurs structurels durables ou échappant au contrôle immédiat d'un pays, et la vulnérabilité générale, qui dépend à la fois des facteurs structurels et des politiques d'un pays*. Autrement dit la vulnérabilité structurelle ne comprend que des facteurs qui ne dépendent pas des politiques en vigueur dans un pays et sont entièrement déterminés par des facteurs exogènes et persistants, tandis que la vulnérabilité générale inclut également l'effet des politiques actuelles, c'est-à-dire de la résilience du pays et elle évolue donc plus rapidement. L'impact économique d'un choc exogène (qu'il soit économique, climatique ou sociopolitique) dépend de l'ampleur du choc, de l'exposition de l'économie à ce choc, qui dépend des caractéristiques structurelles du pays, et aussi de la capacité de résilience du pays face à ce choc

L'objectif de la mesure de la vulnérabilité structurelle est de déterminer dans quelle mesure les pays sont intrinsèquement vulnérables, quels que soient leurs choix politiques. Cette vulnérabilité structurelle doit être comprise de manière dynamique comme le risque pour un pays de voir sa croissance économique, et plus généralement son développement, durablement ralenti par des chocs exogènes, indépendamment de sa volonté (hors de son contrôle immédiat). Il ne s'agit pas seulement d'un risque de perte statique de bien-être. Les facteurs à prendre en compte dans la conception et la mesure de la vulnérabilité structurelle doivent être susceptibles de faire baisser le taux de croissance économique. En un sens large la vulnérabilité structurelle inclut alors le risque que le développement du pays devienne non durable, là encore en raison de chocs et de facteurs indépendants de sa volonté. De manière

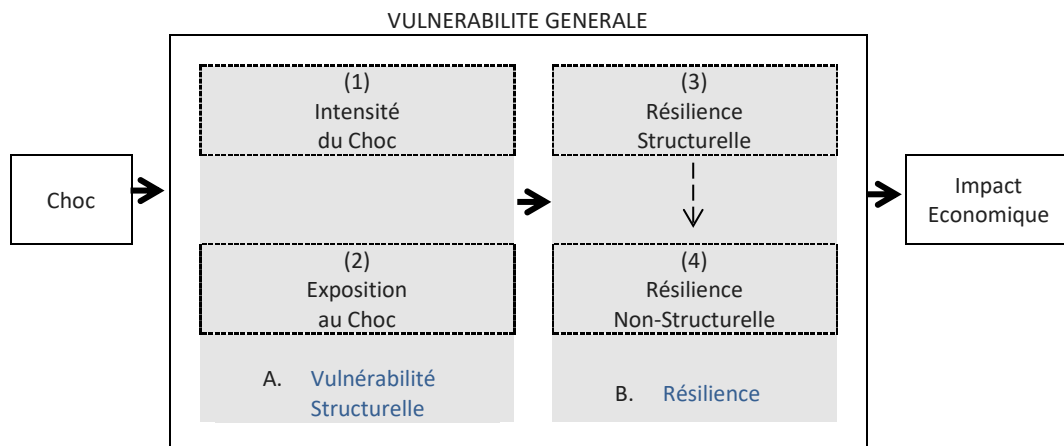
générale les indicateurs sur la fragilité des États disponibles dans la littérature ne répondent pas à ces critères.

*La résilience fait référence à la capacité de faire face aux chocs exogènes en mettant en œuvre des mesures permettant de corriger ou d'atténuer l'effet des chocs.* Mais la résilience ne dépend pas seulement de la volonté des pays ; il existe des facteurs structurels de la résilience d'un pays qui permettent une mise en œuvre plus ou moins efficace d'une politique de résilience (figure 2). Les caractéristiques structurelles de l'économie, qui sont des sources de vulnérabilité structurelle, créent aussi un manque de résilience. Il s'agit du niveau du revenu par habitant et du niveau de capital humain (essentiellement celui de la santé et l'éducation) qui indique dans quelle mesure les habitants d'un pays sont capables de faire face à des chocs et aussi conditionne la capacité des gouvernants à mettre en œuvre une politique macroéconomique efficace. Lorsque ces niveaux de revenu sont faibles, les économies n'ont pas la flexibilité ou les ressources nécessaires pour répondre de manière adaptative aux chocs. Deux pays, structurellement aussi vulnérables l'un que l'autre, peuvent montrer une capacité différente à résister aux chocs, en raison de leur niveau de résilience, que celle-ci soit due à des caractéristiques structurelles ou à la volonté politique.

L'économie la plus résiliente sera celle qui sera la moins exposée en raison de la mise en œuvre de politiques efficaces. Les politiques qui entrent dans cette catégorie sont celles, à titre d'exemple, qui (i) découragent l'accumulation d'importants déséquilibres financiers externes (sauf si elles sont utilisées pour des investissements productifs pouvant financer le remboursement de la dette à terme), (ii) favorisent la stabilité des marchés financiers et le comportement prudentiel des entités financières, (iii) favorisent la profondeur et l'accès au système financier, y compris l'assurance, (iv) choisissent des dépenses publiques responsables et organisent une collecte de recettes adéquate, (v) améliorent les systèmes éducatifs et sanitaires et mettent en place des filets de sécurité sociale pour aider ceux qui sont touchés par des chocs exogènes, (vi) permettent un marché du travail flexible mais équitable (vii) permettent enfin, des contrôles et des équilibres appropriés en ce qui concerne les systèmes politiques et judiciaires de sorte que la responsabilité des décideurs soit assurée.



**Figure 2 : La vulnérabilité aux chocs exogènes**



## Pourquoi convient-il mesurer la vulnérabilité d'un pays ?

Trois raisons principales expliquent l'intérêt de mesurer la vulnérabilité et ses différentes composantes.

Premièrement, les indicateurs de vulnérabilité sont des outils de suivi des contraintes et de l'impact des politiques. Comprendre l'origine des vulnérabilités est un préalable à l'évaluation de leurs coûts, que ceux-ci soient à court ou long termes. Cela a un intérêt particulier à Madagascar où, comme nous le verrons, les vulnérabilités sont fortes.

Deuxièmement, les trois indicateurs de vulnérabilité structurelle peuvent être utilisés comme critères pour l'allocation internationale de ressources concessionnelles, que celles-ci soient affectées au développement ou plus spécifiquement à l'adaptation au changement climatique. Cet usage se justifie par la nature de ces indicateurs qui sont structurels et donc indépendants de la politique présente<sup>2</sup>. C'est ainsi que l'évaluation des vulnérabilités structurelles malgaches est un argument que peuvent utiliser les autorités pour justifier un besoin important d'aide internationale.

---

<sup>2</sup> Les règles qui président au choix des pays aidés tant par la Banque mondiale que par la Banque africaine de Développement ne prennent en compte la vulnérabilité des économies africaines que de manière détournée, par la création de guichets spéciaux. Cette pratique déroge à la règle d'allocation qui est généralement mise en avant et qui repose principalement sur une évaluation des performances des pays en matière de politique économique et sociale. En revanche la Commission européenne fait de la vulnérabilité économique structurelle un critère important de son aide. Guillaumont et al. (2020) montrent, dans ce contexte, pourquoi et comment réformer le système d'allocation de la Banque mondiale et de la Banque africaine afin de mieux tenir compte des vulnérabilités africaines, notamment par la prise en compte des trois formes de vulnérabilité (économique, changement climatique et sociétale).

Troisièmement, les indicateurs de vulnérabilité générale peuvent être conçus comme des indicateurs d'alerte ou de risque de survenance d'une crise ou d'un effondrement de la croissance, et encourager une politique de prévention des crises<sup>3</sup>.

Dans les trois chapitres suivants, nous présentons successivement trois indicateurs de vulnérabilité structurelle correspondant aux trois volets (économique, climatique et sociétal) puis un indicateur reflétant les facteurs structurels de la résilience. Ceux-ci fournissent la base d'un cadre conceptuel pour l'analyse de la vulnérabilité d'un pays en développement, cadre que l'on applique ensuite à Madagascar.

---

<sup>3</sup> Il convient de rappeler que la construction de tout indice doit être définie en fonction de son utilisation prévue.

## Les critères de sélection des indicateurs : cinq principes à respecter.

Le premier principe découle directement des considérations précédentes. Les indicateurs de vulnérabilité choisis doivent permettre d'isoler les éléments *exogènes, qui ne sont pas influencés par la politique* présente des pays. C'est ce qui permet de considérer que l'indicateur reflète une situation « structurelle », soit parce qu'elle résulte d'événements complètement indépendants de la volonté des pays (comme par exemple un évènement climatique), soit parce qu'elle résulte des choix antérieurs de politique dont les autorités présentes ont en quelque sorte hérité. L'enjeu est alors de distinguer ces deux composantes des vulnérabilités.

En second lieu les indicateurs doivent être *relativement simples et transparents*, afin d'en permettre une lecture facile. Un arbitrage important est à faire quant au nombre de composantes de chaque indicateur composite : la recherche fréquente d'un grand nombre de composantes a pour inconvénient d'affaiblir le poids et la visibilité de celles qui représentent le mieux ce que l'indicateur doit refléter.

En troisième lieu il convient *d'éviter la redondance* des composantes d'un indicateur à l'autre. Chaque indicateur doit avoir une signification spécifique, ce qui est nécessaire à la clarté du cadre conceptuel et de sa formulation.

En quatrième lieu il est souhaitable, lorsque cela est possible, de *partir des indicateurs reconnus* internationalement, quitte à les adapter pour qu'ils soient le plus cohérents possible avec le cadre conceptuel.

En cinquième lieu les indices de vulnérabilité doivent pouvoir être utilisés de manière comparative, non seulement entre les pays, mais aussi dans le temps. Pour évaluer l'évolution de la vulnérabilité et afin de comparer les niveaux de vulnérabilité entre les pays, les indices doivent être conçus et calculés de la même manière et utiliser des données tout aussi fiables. Le plus souvent, les comparaisons utilisant des indices de vulnérabilité sont faites entre les pays. Les comparaisons dans le temps (la vulnérabilité a-t-elle diminué ou augmenté ?) sont beaucoup moins fréquentes (voir Cariolle et al. 2014). Dans le cas de cette analyse, nous nous intéressons aux deux aspects, et nous nous efforçons donc d'utiliser des mesures qui sont cohérentes dans le temps et rendant possible les comparaisons entre pays.

Dans les parties suivantes, pour mesurer les vulnérabilités malgaches, nous utiliserons des indicateurs qui répondent à ces critères.

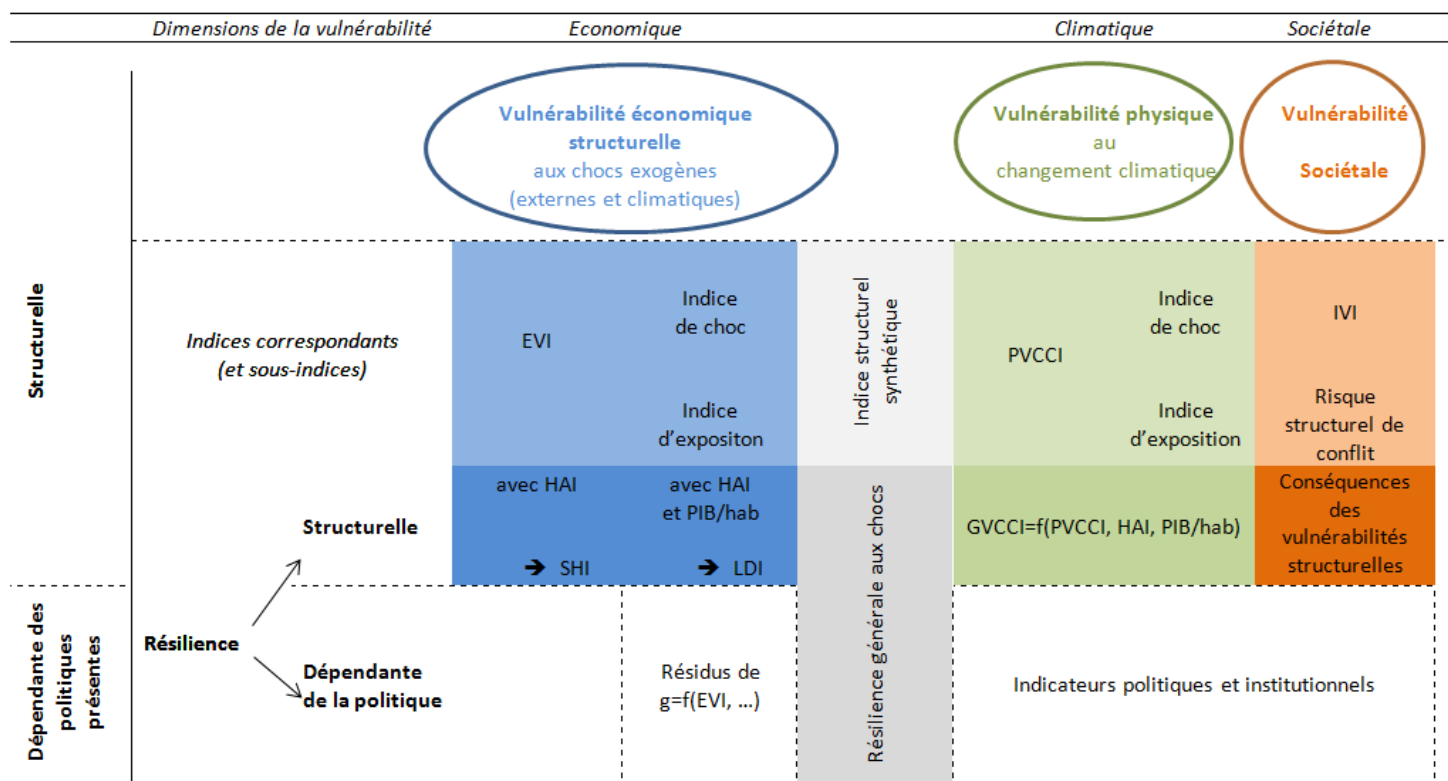
## Des vulnérabilités interconnectées : Le cadre conceptuel général

Si les indices de vulnérabilité sont conçus spécifiquement pour chaque dimension, il existe des relations entre ces différentes dimensions et des interactions entre les vulnérabilités d'origine structurelle et celles liées aux politiques. Ceci justifie la présentation d'un cadre intégré d'analyse de la vulnérabilité.

Les trois formes de vulnérabilité structurelle (vulnérabilité économique, vulnérabilité physique au changement climatique, vulnérabilité sociétale) ainsi que les facteurs de la résilience à ces vulnérabilités, sont résumés dans le cadre général que présente la figure 3 ci-dessous.

Les trois principales dimensions de la vulnérabilité, qui correspondent aux trois principales dimensions du développement durable, sont présentées en trois blocs ou colonnes verticales. Pour chaque colonne, on distingue deux parties horizontales : (i) la première partie horizontale correspond à la vulnérabilité structurelle, en distinguant pour la vulnérabilité économique structurelle et pour la vulnérabilité au changement climatique, un indice de choc et un indice d'exposition (et un éventuel indice structurel combiné, en gris clair). La vulnérabilité sociétale est mesurée, comme nous le verrons ultérieurement par un indice de violence interne et un indice de risque structurel de conflit (ii) La deuxième partie horizontale correspond à la vulnérabilité fondée sur les politiques. La résilience recoupe ces deux parties de la vulnérabilité, puisqu'elle est structurelle pour une partie et qu'elle est liée à la politique pour l'autre partie.

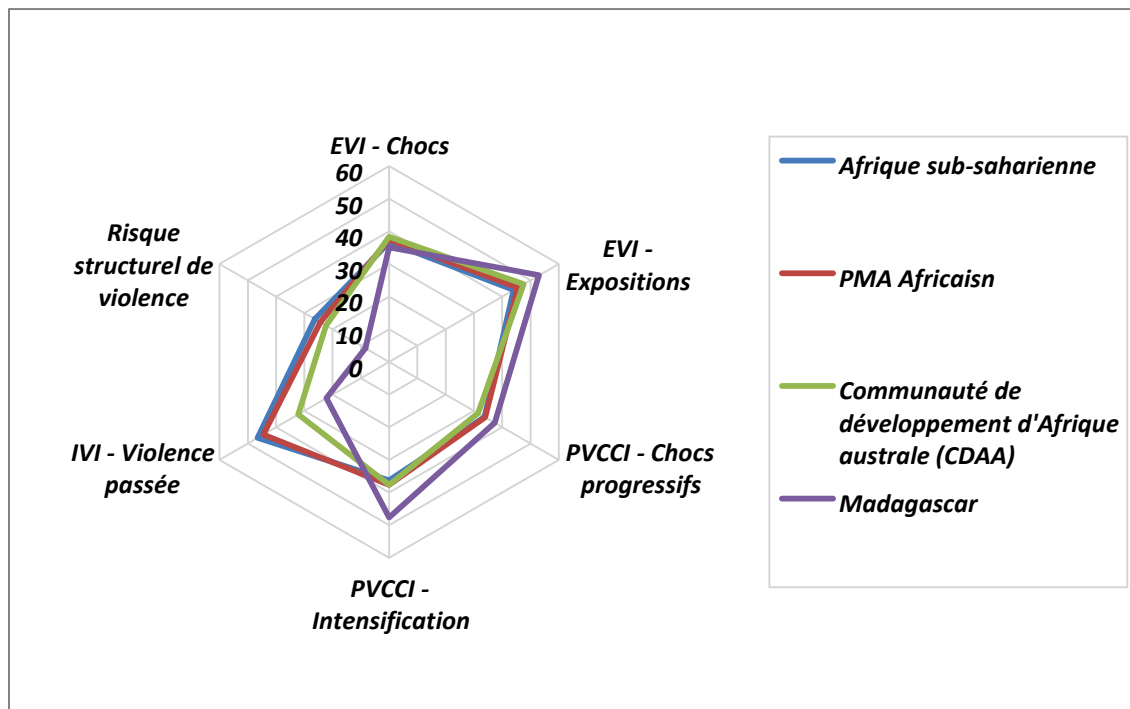
**Figure 3 : Cadre conceptuel pour l'évaluation de la vulnérabilité**



**Notes :** EVI=Economic Vulnerability Index, HAI= Human Asset Index, SHI=Structural Handicap Index, LDI=Least Development Index, PVCCI=Physical Vulnerability to Climate Change, GVCCI=General Vulnerability to Climate Change, IVI=Internal Violence Index.

Nous allons appliquer ce cadre conceptuel à Madagascar. La figure 4 ci-dessous résume le profil de vulnérabilité structurelle de Madagascar selon ce cadre et permet de le comparer à celui en moyenne des pays en développement d’Afrique sub-saharienne, aux pays moins avancés (PMA) Africains ainsi qu’aux pays de la Communauté de développement de l’Afrique Australe (CDAA)<sup>4</sup>.

**Figure 4 : Le profil de vulnérabilité structurelle de Madagascar**



NB : graphique construit par les auteurs à partir des indices base de données Ferdi

On voit sur cette figure que Madagascar présente un profil particulier, caractérisé par une forte exposition structurelle aux chocs. De plus, par sa localisation géographique, le pays est très vulnérable au changement climatique, que ce soit au travers des chocs progressifs comme la montée du niveau de la mer ou à travers l’intensification de chocs récurrents comme les ouragans. À l’inverse, la vulnérabilité sociétale structurelle est largement inférieure à celle observée dans les pays comparables. Comme l’histoire politique du pays a été ponctuée par d’importants troubles politiques, il semble que ceux-ci soient la conséquence de facteurs non-structurels.

<sup>4</sup> Le Botswana, Maurice, la Namibie, les Seychelles, l’Afrique du Sud sont exclus.

## La méthodologie de mesure des vulnérabilités

Les chapitres suivants ont pour objet d'analyser la source de ces vulnérabilités et les coûts ou dommages qui en résultent pour l'économie malgache. Il n'existe pas de méthode qui fasse autorité au niveau international pour la mesure des vulnérabilités et l'évaluation des coûts qu'elles entraînent. Nous avons adopté une méthodologie originale qui se résume en deux étapes.

Nous avons en premier lieu mesuré l'ampleur des vulnérabilités malgaches de façon comparative, par rapport aux autres pays africains. La difficulté était de choisir des indicateurs disponibles au niveau international, représentant les trois notions de vulnérabilité précédemment définies. Nous avons privilégié trois indicateurs: l'indicateur de vulnérabilité économique des Nations Unies, les deux indicateurs de vulnérabilité physique au changement climatique et de vulnérabilité sociétale de la Ferdi. Ces indicateurs ont l'avantage de donner une mesure synthétique de chacune des vulnérabilités considérées et de permettre un ciblage de la politique économique et un suivi de son impact.

En deuxième lieu pour saisir l'impact ou les coûts des différentes sortes de vulnérabilité, nous avons privilégié une méthode économétrique, qui est propre à chacune des vulnérabilités (économique, au changement climatique, sociétale). Compte tenu de la multitude des impacts résultant de ces vulnérabilités, nous nous sommes concentrés sur l'effet des vulnérabilités sur la croissance du revenu par tête, parce que celle-ci est, dans les pays à faible revenu, la condition d'une réduction de la pauvreté et qu'ainsi on obtient une évaluation globale du coût afférent à la vulnérabilité considérée. Alors que l'impact de la vulnérabilité économique structurelle est saisi à long terme, celui des deux autres vulnérabilités est saisi à court terme (effet annuel d'un choc).

## Chapitre II - La vulnérabilité économique structurelle à Madagascar

L'indicateur de vulnérabilité économique de Madagascar, comme les autres indicateurs de vulnérabilité, établi selon le schéma conceptuel précédemment exposé, est un indicateur de handicap structurel. Il ne dépend pas des politiques économiques actuelles.

### Le choix de l'indice des Nations Unies « Economic Vulnerability Index » (EVI)

Il existe divers indicateurs de vulnérabilité économique, mais qui sont inadaptés dès lors que leur composition mêle des éléments structurels et d'autres dépendant de la politique menée par les pays, c'est-à-dire de sa volonté présente. De plus ils incluent souvent parmi leurs composantes des indicateurs tels que le niveau de revenu par tête, qui ne sont pas assez spécifiques à la notion de vulnérabilité et impliquent un important risque de redondance entre les indicateurs.

Prenons comme exemple l'indice de Briguglio (1995), souvent cité, qui couvre 114 pays et comprend trois composantes principales : i) l'exposition aux conditions économiques externes mesurée par la part des importations et exportations dans le PIB; ii) l'éloignement et l'insularité mesurés par le ratio des coûts de transports et fret sur les revenus d'exportations et iii) la propension aux catastrophes naturelles mesurée par les dégâts causés par les catastrophes par rapport au PIB. En 2007, l'auteur a modifié l'indice en ajoutant trois nouvelles variables (la concentration des exportations, la dépendance au niveau des importations stratégiques, la dépendance des sources de financement étrangères) mais en excluant la variable mesurant la propension aux catastrophes naturelles<sup>5</sup>.

Lorsqu'en 1999-2000, le Comité des politiques de développement des Nations unies décida d'utiliser un indicateur de vulnérabilité pour l'identification des Pays moins avancés (PMA), il examina les indicateurs disponibles et écarta celui de Briguglio pour la même raison qui nous fait aujourd'hui l'écarter (Cf. Guillaumont, 2009): les taux

---

<sup>5</sup> Briguglio et Galea (2003) ont depuis proposé un autre indice de vulnérabilité économique pour 117 pays (dont 23 petits États). Leur indice utilise quatre composantes qui soulève le même objection que le précédent pour une utilisation dans notre cadre conceptuel : ouverture économique (part des exportations et importations dans le PIB), dépendance vis-à-vis d'une gamme très réduite de produits d'exportations, dépendance à l'égard des importations stratégiques (importations moyennes d'énergie en pourcentage de la production nationale d'énergie) et la périphéricité (ratio des frais de transport et fret par rapport aux revenus du commerce).



d'exportation et d'importation dépendent de la politique d'ouverture des pays et pas seulement de facteurs structurels, au demeurant bien identifiables. Les indicateurs d'autres auteurs furent à l'époque examinés, puis écartés pour l'identification des PMA, en partie pour la même raison (Atkins et al. 1998 ; 2000)<sup>6</sup>. D'autres auteurs ont depuis proposé des indices de vulnérabilité, dont l'interprétation est incertaine<sup>7</sup>.

Le seul indice conçu dans le respect des conditions précédentes (caractère structurel de l'indice et absence de redondance par rapport aux autres indices du cadre conceptuel) est l'*Economic Vulnerability Index* (EVI) établi par le Comité des politiques de développement (CDP) des Nations Unies comme un des trois critères d'identification des PMA. En effet les PMA étant définis comme des pays pauvres souffrant de handicaps structurels élevés, l'indice devait être conçu pour refléter des facteurs véritablement exogènes. Madagascar étant classé dans cette catégorie, nous allons retenir cet indice pour mesurer la vulnérabilité économique structurelle de Madagascar, relativement à celle d'autres pays en développement.

L'EVI a été initialement mis en place en 2000, puis révisé en 2005 pour l'examen triennal de 2006 de la liste des PMA par le CDP, inchangé lors de la revue de 2009, puis légèrement revu en 2011 pour la revue de 2012<sup>6</sup>. De 2005 à 2020, L'EVI a consisté en une moyenne simple de deux ensembles de composantes, reflétant respectivement l'exposition aux chocs exogènes et l'ampleur de ces chocs, chaque ensemble étant une moyenne pondérée de plusieurs composantes. L'EVI, tel qu'il était construit depuis 2005 a été recomposé en 2020 et a distingué ce qui est proprement économique et ce qui est plutôt environnemental, de façon à apparaître comme un indice de vulnérabilité

---

<sup>6</sup>. Atkins, S., Mazzi, S., and C. Easter, considèrent la volatilité du PIB comme une manifestation de la vulnérabilité économique. Pour construire leur indice, ils régressent la volatilité du PIB sur trois variables explicatives : ouverture économique (mesurée par le pourcentage des exportations des biens et services non-facteurs dans le PIB), le manque de diversification des exportations et l'impact des désastres naturels (mesuré par la proportion de la population affectée par de tels événements). L'indice final est une moyenne des trois variables explicatives pondérées par les coefficients respectifs (utilisés comme poids) obtenus à partir de l'équation de la régression. Les données de l'indice couvrent 111 pays. Là encore les facteurs retenus pour expliquer la volatilité ne sont pas seulement structurels. De plus la vulnérabilité structurelle ne se manifeste pas seulement dans la volatilité du PIB.

<sup>7</sup> Par exemple Turvey (2007) évalue la vulnérabilité économique des pays à travers leur exposition aux pressions humaines et physiques mais aussi les risques et dangers qui peuvent survenir dans un contexte temporel et géographique. Quatre indicateurs sont utilisés par l'auteur : i) un indicateur « côtier » mesurant le risque d'inondation ; ii) un indicateur « périphéricité » mesurant l'éloignement et l'insularité ; iii) un indicateur « urbanisation » exprimé par la proportion de la population vivant dans les zones urbaines et iv) un indicateur capturant les désastres naturels exprimés le pourcentage de la population affectée par les désastres naturels. La vulnérabilité due à des chocs économiques externes n'est pas prise en compte, cependant que certains indicateurs se recoupent. Ou encore Barrito (2008) propose un indice de vulnérabilité aux chocs économiques et financiers externes dénommé « GVI » (*Geographic Vulnerability Index*), en tentant d'estimer l'impact négatif des désastres naturels sur la croissance économique à partir du rapport des pertes économiques à la formation nette du capital. 6

Voir historique et commentaires in Nations Unies, 2015 ou 2016, Guillaumont 2009a, 2009b, 2015, 2016a, 2016b). Cet indice a été recommandé par l'Assemblée générale des Nations Unies pour servir de critère d'allocation de l'aide (ainsi que les deux autres critères d'identification des PMA)

économique et environnementale. Les développements détaillés ci-dessous, comme la mesure d'EVI pour Madagascar, se basent sur l'EVI d'avant sa refonte de 2020, présentant l'effet des chocs d'une part et l'exposition à ces chocs de l'autre. En effet le nouvel EVI n'a pas encore fait l'objet d'une estimation.

L'indice utilisé de 2005 à 2009 comprenait 7 composantes :

- quatre composantes d'exposition aux chocs : la taille de la population ; l'éloignement des marchés mondiaux la concentration des exportations de marchandises; la part de l'agriculture, du secteur forestier et de la pêche dans le PIB ;
- trois composantes de l'ampleur des chocs : le pourcentage de sans-abris dus aux désastres naturels ; l'instabilité de la production agricole ; l'instabilité des exportations de biens et services<sup>8</sup>.

Le changement opéré en 2011 fut double. Il a d'abord consisté à modifier la définition d'une des composantes relatives aux risques naturels en remplaçant la part de population déplacée (sans-abri) en raison des désastres naturels par la part de la population affectée par ces désastres, ce qui est un concept plus large, mais aussi un peu plus flou ; bien que le changement puisse paraître mineur, d'autant plus que les deux indices proviennent de la même source (*Emergency Disasters Database (EM-DAT)*), il s'avère à l'examen non négligeable en raison d'une très faible corrélation de rang (23%) entre les deux indices qui se sont succédé pour la mesure de cette composante (Cariolle, Goujon et Guillaumont, 2015). Il paraît raisonnable de retenir la mesure la plus récente jugée préférable par le CDP.

Un second changement conceptuellement plus important a consisté à inclure parmi les composantes exprimant l'exposition aux chocs une composante « climatique », à savoir *le risque lié à l'élévation du niveau de la mer*, mesuré par la part de la population vivant dans les zones côtières de basse altitude (« low elevated coastal zones », LECZ), ceci au détriment du poids donné à la taille de la population. Ce changement pose pour notre objet deux questions. Tout d'abord un risque de *biais* : l'introduction de cette composante climatique, intervenant seule, déséquilibre l'indicateur EVI au détriment des pays faisant face à d'autres risques climatiques, comme le risque lié à la sécheresse et ainsi à la désertification, qui n'est pas négligeable à Madagascar.<sup>9</sup> C'est pourquoi, si

---

<sup>8</sup> Les données brutes sont tirées de différentes bases (*Emergency Disasters Database (EM-DAT)* du *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED)* en collaboration avec l'OMS, et *World Development Indicators database* de la Banque Mondiale).

<sup>9</sup> Nous avons chiffré ailleurs l'impact du changement opéré en 2012 par le CDP sur la position de divers types de pays au regard de l'indice : seraient classés moins vulnérables qu'avec la version antérieure de

on retenait cette composante, il conviendrait par exemple de considérer simultanément la part que représentent les terres arides dans la superficie totale non désertique du pays. En second lieu il existe un risque de redondance (et donc de manque de cohérence) avec l'indice de vulnérabilité au changement climatique que l'on calcule par ailleurs. Alors que l'EVI dans sa conception initiale vise à refléter un risque ou handicap pour la croissance économique, l'indicateur de vulnérabilité au *changement* climatique saisit un risque à plus long terme et il est donc intéressant de l'isoler de l'EVI. Ainsi dans l'application de l'indicateur EVI à Madagascar nous avons choisi de ne pas y inclure le nouveau composant « géo-climatique » introduit en 2011-2012.

En revanche nous proposons d'ajouter dans l'EVI, toujours parmi les composants reflétant l'exposition aux chocs le faible développement des infrastructures, afin d'adapter l'indicateur aux spécificités de l'Afrique et en particulier de Madagascar (Figure 5). L'indice d'infrastructure utilisé est celui établi par la Banque africaine de développement, l'IDIA (*Index de Développement des Infrastructures en Afrique*, en anglais AIDI)<sup>10</sup> Cet indice composite mesure neuf éléments dans les domaines suivants : électricité, transport, technologies de l'information et de la communication, et eau et assainissement. Les infrastructures financières ne sont pas prises en compte dans cet indice. On considère que leur développement est un élément de la résilience, plutôt qu'un facteur structurel durable.

Dans le calcul de de l'indice nous avons rapporté trois changements supplémentaires par rapport au mode de calcul utilisé par le CDP. Ces détails méthodologiques s'appliquent également aux autres indices présentés dans ce rapport, à savoir le PVCCI et l'IVI mais aussi à l'indice de capital humain (ICH):

1) En premier lieu, les différentes séries sont calibrées selon la méthode du Min-max afin que les distributions soient comparables. Ce calibrage a été effectué ici exclusivement sur la base de statistiques de pays africains (comme c'est nécessairement le cas avec l'indice d'infrastructure) au lieu de l'être sur la base de statistiques couvrant l'ensemble des pays en développement.

---

l'indice des pays sahéliens enclavés, mais aussi certains petits États insulaires montagneux comme le Vanuatu (Guillaumont, 2014)

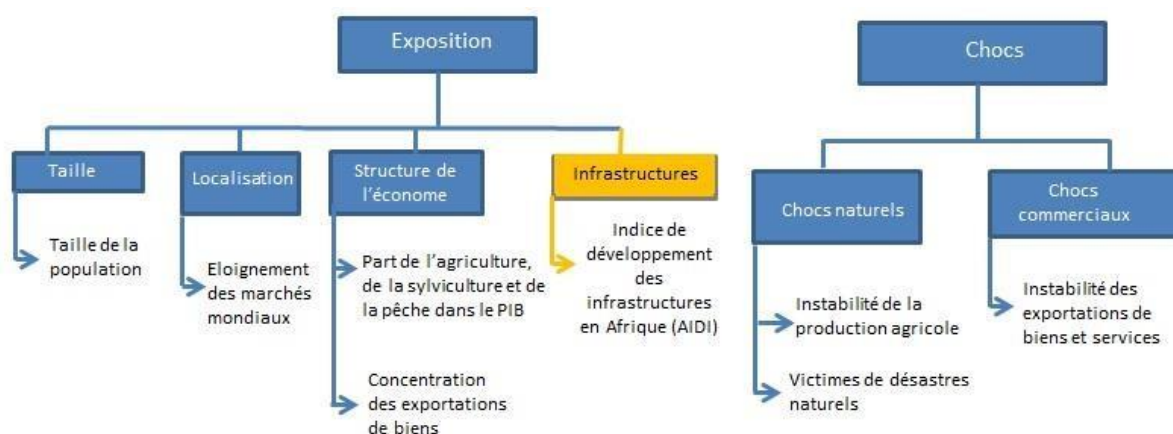
<sup>10</sup> Le CDP vient ainsi remplacer le composant LECZ dans l'EVI réformé en 2011. Diverses autres améliorations techniques de l'EVI sont concevables qui concernent à la fois son périmètre (notamment par la prise en compte de l'instabilité des transferts de migrants à côté de l'instabilité des exportations de biens et services) (Guillaumont 2017) et le mode de calcul de ses divers composants (notamment le mode de calcul des tendances par rapport auxquelles sont calculées les instabilités, (Feindouno, 2019)). Elles ont fait l'objet de plusieurs publications de la Ferdi (voir aussi Carriolle et al., 2014) et peuvent être aisément appliquées à l'EVI.

2) La moyenne utilisée pour calculer l'indice composite est une moyenne quadratique au lieu d'être une moyenne arithmétique : en effet la moyenne quadratique permet de mieux capter la vulnérabilité spécifique de chaque pays en donnant plus de poids au sous-indice de vulnérabilité le plus élevé.

3) Afin d'être cohérent avec l'usage d'une moyenne quadratique il est apparu nécessaire de normaliser les indices afin de rendre leur distribution comparable : la procédure utilisée est celle de la normalisation par quantile, à laquelle a été appliqué le calibrage Min-Max.

L'avantage de l'EVI est qu'il repose sur un concept clair, validé internationalement, même si sa construction peut être améliorée, et cela selon la perception qu'en ont les utilisateurs<sup>11</sup>.

**Figure 5 : L'indicateur de vulnérabilité économique structurelle (EVI révisé)**



**Note** : Le détail des sources de données est présenté dans le TableA7 en annexe 2. Les pondérations utilisées pour calculer la moyenne quadratique sont les suivantes : Taille de la population (0,125), Eloignement des marchés mondiaux (0,125), part de l'agriculture de la sylviculture et de la pêche dans le PIB (0,0625), concentration des exportations de biens (0,0625), indice de développement des infrastructures (0,125), instabilité de la production agricole (0,125), victimes de désastres naturels (0,125), instabilité des exportations de biens et services (0,25).

<sup>11</sup> C'est d'ailleurs pourquoi la Ferdi a mis à sur son site un programme intitulé « Build your own index » permettant à chacun de calculer un EVI selon différentes pondérations et différentes composantes ([www.ferdi.fr](http://www.ferdi.fr)).

## La mesure de la vulnérabilité économique structurelle à Madagascar

Bien que Madagascar dispose de nombreux atouts naturels, comme par exemple une biodiversité inégalée, la grande majorité de ses habitants sont pauvres selon les seuils conventionnels. Cette contradiction s'explique en grande partie au travers de son importante vulnérabilité économique faisant de Madagascar l'un des huit pays du monde (pour lequel des données sont disponibles) dont le revenu par habitant était plus faible en 2010 qu'en 1960. Cependant, la récente période de croissance et de stabilité politique offre l'occasion d'exploiter au mieux les dividendes démographiques du pays ainsi que les perspectives offertes par sa biodiversité. Pour ce faire, les vulnérabilités structurelles doivent être prises en compte.

La table 1 présente les détails des valeurs et des rangs des différents composants de l'EVI dans sa version de 2009 modifiée, pour la dernière année disponible, soit 2018. Plus les valeurs sont élevées, plus la vulnérabilité est forte. Celles-ci sont alors rangées par ordre décroissant au sein des trente-huit pays en développement de l'Afrique au Sud du Sahara; le rang 1 représentant le pays le plus vulnérable. Les valeurs moyennes et médianes sont calculées sur l'ensemble des trente-huit pays africains. Chaque indice est calibré entre 0 (faible vulnérabilité) et 100 (forte vulnérabilité).

**Table 1 : L'EVI et ses composants. Madagascar comparé au pays d'Afrique au Sud du Sahara en 2018**

	Poids moyenne quadratique (en %)	Madagascar	Moyenne des pays d'Afrique au Sud du Sahara	Médiane des pays d'Afrique au Sud du Sahara	Rang au sein des pays d'Afrique au Sud du Sahara
<b>EVI</b>	<b>100</b>	<b>45,9</b>	<b>44,19</b>	<b>42,04</b>	<b>15</b>
Taille de la population	12,5	58,37	63,52	66,02	29
Eloignement des marchés	12,5	59,85	34,92	31,78	2
Part de l'ASP dans le PIB	6,25	59,85	35,92	32,63	5
Concentration des exportations de biens	6,25	25,55	35,75	31,94	30
Faible Développement des infrastructures	12,5	51,27	41,60	36,44	9
Instabilité de la production agricole	12,5	23,02	33,89	30,98	31
Victimes des désastres naturels	12,5	35,76	36,66	34,56	18
Instabilité des exportations de biens et services	25	40,7	37,94	35,65	15

Source : Base de données Ferdi

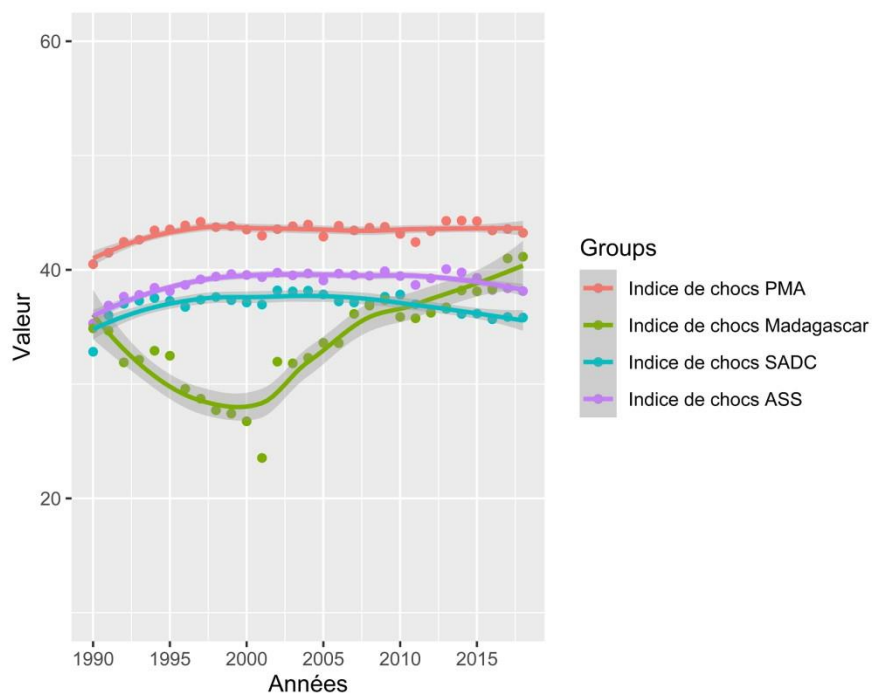
Cette Table confirme que Madagascar se caractérise par une importante exposition aux chocs exogènes, par rapport aux autres pays africains. De son caractère insulaire résulte un grand éloignement des marchés extérieurs. D'autre part son économie se caractérise par la part importante de l'agriculture (un quart de du Produit en 2015) qui utilise 75% de la population qui y trouvent peu d'emplois productifs. L'importance de l'agriculture dans le PIB de Madagascar implique une forte vulnérabilité aux désastres naturels mais aussi aux variations exogènes de prix mondiaux des matières premières, ce qui se reflète dans l'instabilité des exportations. En revanche l'instabilité de la production agricole pour une grande part de subsistance, n'est pas très élevée en termes relatifs, c'est-à-dire comparativement aux autres pays africains. Mais il faut se rappeler que dans cet

échantillon de référence figurent de nombreux pays sahéliens particulièrement affectés par l'instabilité des rendements agricoles.

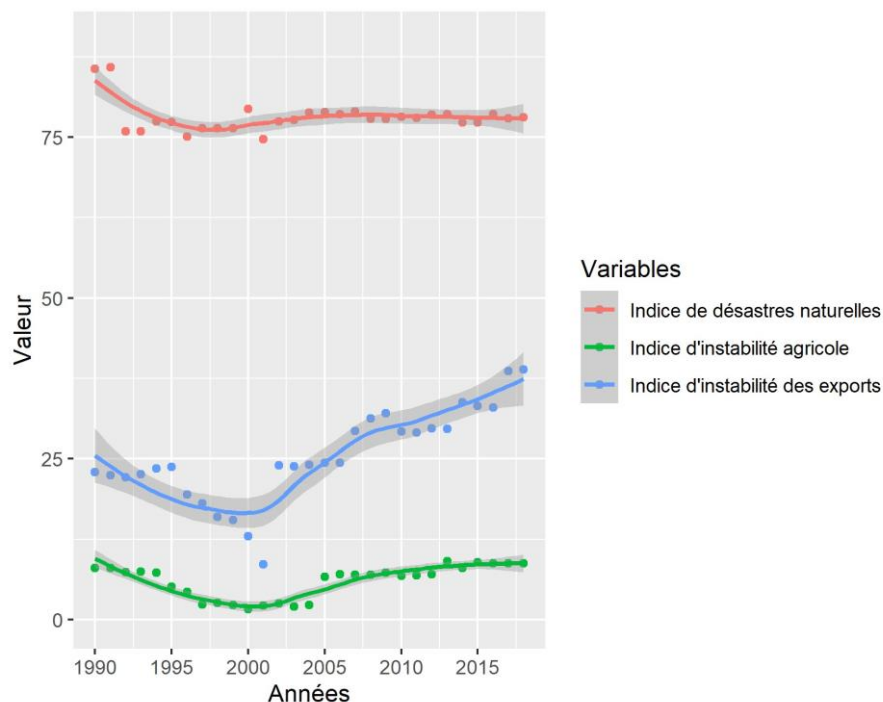
Enfin à Madagascar le niveau des infrastructures est très faible, ce qui est un frein à sa croissance et à son intégration régionale. La moitié des routes secondaires et les deux-tiers des routes tertiaires sont en mauvais état, de telle sorte que le coût des transports est très élevé, notamment durant la saison des pluies. Le taux d'électrification rurale est de 6% et le taux national (13%) est l'un des plus faibles du monde. 41% de la population n'a pas accès à une institution financière malgré le développement de la banque mobile, ce qui traduit le niveau élevé d'informalité de l'activité économique (Banque Mondiale, 2020a, p.6). Ce manque d'infrastructure entraîne une grande difficulté à générer des gains de productivité aussi bien dans le secteur agricole que via une accélération de l'industrialisation et l'insertion dans les chaînes de valeur mondiale. C'est un facteur de moindre compétitivité en même temps que de vulnérabilité aux chocs externes de l'économie malgache.

Les graphiques suivants 6 et 7 retracent l'évolution de l'ampleur des chocs subis par Madagascar au cours des deux dernières décennies et de ses différentes composantes. Le premier montre une tendance à l'augmentation des chocs qui est spécifique à Madagascar et le second que cette croissance est due principalement à l'instabilité des exportations. Cependant la composante « désastres naturels » est dominante durant toute la période et stable.

**Figure 6 : Évolution de l'indice de chocs de l'EVI**



**Figure 7 : Evolution des sous-composants de l'indice de chocs économiques et climatique de l'EVI pour Madagascar.**

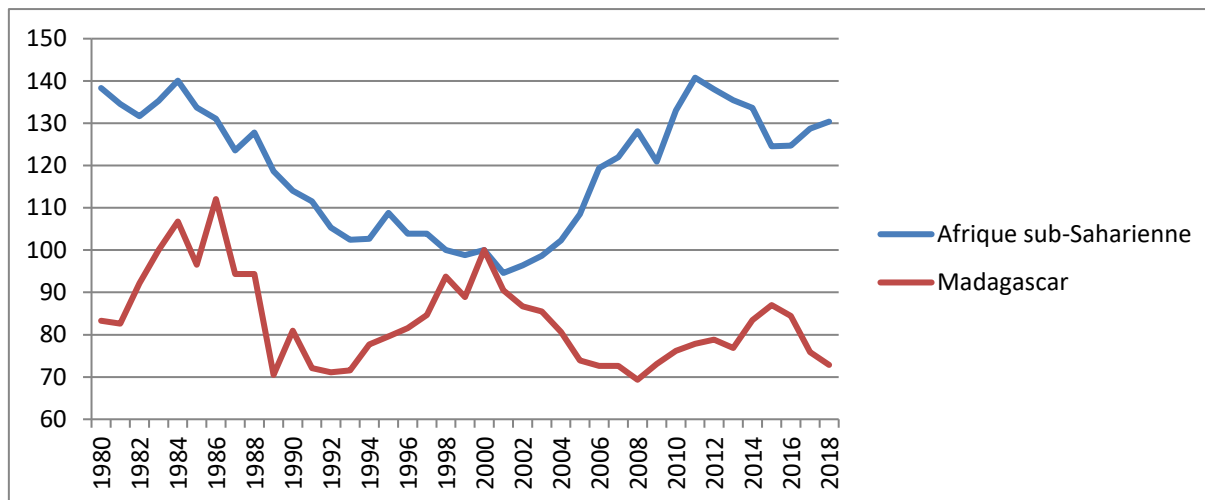


L'importance des chocs extérieurs à Madagascar est confirmée si l'on se réfère à l'instabilité des termes de l'échange telle qu'elle apparaît dans le graphique suivant (figure 8). Celui-ci met en lumière non seulement la variabilité des termes de l'échange mais aussi que contrairement aux autres pays africains au Sud du Sahara Madagascar n'a pas bénéficié entre 2000 et 2012 d'une amélioration de ses termes de l'échange.



L'instabilité des termes de l'échange de Madagascar résulte notamment de l'extrême variabilité du cours de la Vanille qui représente 19% des exportations de Madagascar (65% des exportations mondiales). Les produits primaires dont la variabilité des prix internationaux est bien supérieure à celle des produits manufacturés représentent encore deux tiers des exportations de biens de Madagascar.

**Figure 8 : Evolution des termes de l'échange, 1980-2018**



Source : Banque mondiale. *World Development Indicators*

L'indicateur de vulnérabilité économique structurelle peut être utilement complété par un autre indicateur calculé par la Ferdi relatif au « besoin d'intégration régionale » des pays (présenté en annexe 3). Cet indice (IBIR) repose sur deux caractéristiques structurelles (indépendantes de la politique présente) que sont la faible dimension du marché intérieur et l'éloignement des marchés extérieurs<sup>12</sup>, deux éléments majeurs de l'intérêt des pays à s'intégrer régionalement. En effet l'élargissement de leur marché potentiel permet aux producteurs de bénéficier d'économies d'échelle. Selon l'indice le besoin d'intégration régionale apparaît particulièrement élevé pour Madagascar. Ce pays est classé 9<sup>ème</sup> des pays parmi les pays à plus fort besoin (Annexe 3, Table A10).

<sup>12</sup> Voir aussi les publications suivantes : Guillaumont, P., Guillaumont Jeanneney, S. (2014). "An indicator of the need of regional integration" *Ferdi Policy brief*, B106, October 2014, et en français : "Un indicateur de besoin d'intégration régionale", *Revue d'Economie du Développement* vol. 22, 2014/4.

## Les coûts de la vulnérabilité économique structurelle, bien que difficiles à évaluer avec précision, paraissent élevés.

Les développements qui précèdent suggèrent que les coûts résultant pour Madagascar de sa grande vulnérabilité structurelle sont élevés et multiformes. Il existe dans la littérature des analyses des conséquences du tel ou tel aspect de la vulnérabilité économique (autrement dit de tel ou tel composant de l'indice) mais ce que nous recherchons c'est le coût global de la vulnérabilité propre à Madagascar, résultant des différents canaux par lesquels elle se manifeste : difficultés de gestion des finances publiques, mauvaise allocation du capital, ralentissement des progrès de productivité... (Guillaumont, 2009). Par exemple La vulnérabilité économique impacte les équilibres, tant en ce qui concerne les finances publiques que la balance des paiements. Notons cependant qu'au regard de beaucoup d'autres pays africains les deux déficits sont relativement limités. Ainsi en 2020 ils sont prévus respectivement à -2,7 % et -4% du Produit intérieur brut. (FMI 2020).

Une vue globale des coûts de la vulnérabilité économique peut être recherchée en considérant son impact sur le taux de croissance. Pour y parvenir nous recourons à une méthode qui s'appuie sur les analyses qui ont été conduites afin de faire apparaître la logique de la catégorie des PMA, pays pour l'identification desquels l'indice EVI a précisément été construit (Guillaumont, 2009, 2019). Si l'on considère que les PMA sont des pays qui font face à de sévères handicaps structurels de croissance, identifiés par l'indice de vulnérabilité économique (EVI) et l'indice de capital humain (Human Assets Index HAI)<sup>13</sup>, que l'on mesure ici de manière à représenter la faiblesse de ce capital soit  $100 - \text{HAI}$ , il est logique d'estimer le taux de croissance ( $g$ ) du produit par tête en fonction de ces deux indices, ainsi que du produit par tête initial  $y_0$  (ceci pour prendre en compte le facteur de convergence, bien établi dans la littérature si l'on précise qu'il s'agit de convergence conditionnelle) :

$$g = f ( \text{EVI}, 100 - \text{HAI}, y_0 )$$

Le signal attendu du coefficient de la variable EVI doit normalement être négatif, comme celui d'ailleurs des deux autres variables. Et la valeur du coefficient, appliqué à la valeur de l'indice pour Madagascar, doit alors nous permettre une première estimation approximative de l'impact de la vulnérabilité sur la croissance. Ce coefficient correspond à un impact moyen de la vulnérabilité sur la croissance, autrement dit à la réaction moyenne des pays de l'échantillon à la vulnérabilité qui leur est propre.

---

<sup>13</sup> Pour la définition de HAI voir chapitre 4.

Les estimations ont été faites sur un échantillon de 91 pays en développement et sur la période 1990-2016 : il convenait en effet, afin de tester les effets à long terme de la vulnérabilité sur la croissance, de disposer pour cette période longue des valeurs des variables, notamment de l'indice EVI, sur une base homogène.

Les résultats sont donnés dans le Table 2. La première colonne fait apparaître la significativité des trois variables du modèle avec les signes attendus. En multipliant le coefficient obtenu pour EVI (-0,049) par la valeur moyenne de EVI à Madagascar sur la période (soit 34,3) il apparaît que la perte de croissance du produit par tête résultant de la vulnérabilité économique (telle que captée par EVI) est de l'ordre de 1,7 %, par an, ce qui dans le cas de Madagascar, dont la croissance (par tête) sur la période a été quasi nulle (-0,3 % par an), aurait fait une différence considérable. Il est à noter que simultanément l'estimation à partir des trois variables du modèle (EVI, HAI et le niveau initial du produit par tête) laisse apparaître un déficit inexplicé de croissance d'environ 3 % par an (coefficient de la variable muette Madagascar dans les colonnes 2 à 6). Il peut s'agir de l'impact d'obstacles structurels de croissance autres que ceux captés à travers EVI et HAI, notamment des autres formes de vulnérabilité structurelle, qui sont examinées plus loin, ou encore d'une faible résilience, qui elle-même peut être structurelle ou due à la politique et qui sera aussi analysée plus loin. Il est d'autre part à noter que le niveau de EVI a eu tendance à s'élever au cours de la période et qu'il tend à s'établir à près de 36 en 2016 à la fin de la période couverte par l'estimation: ceci suggère, en supposant la stabilité des coefficients du modèle et le maintien de l'indice EVI à son niveau estimé le plus récent, une perte potentielle de croissance due à la vulnérabilité économique structurelle de 1,8 % par an, soit près de 2 % par an au cours des dernières années<sup>14</sup>.

L'investigation a été poursuivie dans deux directions. La première a cherché à identifier quelles étaient les composantes de l'indice EVI qui paraissaient avoir le plus d'impact sur le taux de croissance. Comme on le voit dans les colonnes (3) et (4) du Table 2 c'est aussi bien l'amplitude des chocs que l'exposition aux chocs qui est en moyenne un obstacle à la croissance. Il est à noter qu'avec la définition ancienne de l'EVI retenue pour l'exercice économétrique (en raison de la disponibilité de séries), l'indice d'exposition a eu tendance à diminuer (principalement du fait de la croissance démographique), alors que l'indice de chocs a eu tendance à croître (comme on l'a d'ailleurs vu plus haut en utilisant une définition révisée de l'indice). Si l'on cherche à préciser quel est le sous-composant de l'indice de chocs qui apparaît lui-même le plus significatif, on voit que c'est l'indice d'instabilité des exportations (lequel au demeurant capte indirectement plusieurs facteurs de vulnérabilité) (voir colonne 5).

---

<sup>14</sup> Soit  $0,049 \times 36 = 1,76$

**Table 2 : Estimations de l'impact de la vulnérabilité économique sur la croissance, en général et à Madagascar**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Variable Dépendante: Taux de croissance du produit par tête						
Log Per capita GDP 90	-0.981** (2.56)	-1.077*** (2.81)	-0.969** (2.54)	-1.173*** (2.90)	-1.160*** (2.97)	-0.905*** (3.15)
Muette Madagascar		-3.341* (1.79)	-3.113 (1.65)	-3.443* (1.80)	-3.343* (1.78)	-3.272* (1.77)
100-HAI	-0.049*** (2.90)	-0.051*** (3.06)	-0.052*** (3.11)	-0.051*** (2.98)	-0.051*** (3.08)	
EVI	-0.048*** (3.12)	-0.050*** (3.26)				
Exposure_index			-0.035*** (2.94)			
Shock_index				-0.043** (2.60)		
Instab_Xport					-0.027*** (3.08)	
SHI Quadratic						-0.089*** (4.28)
Constant	13.245*** (3.72)	14.142*** (3.99)	12.847*** (3.70)	14.555*** (3.84)	13.612*** (3.88)	12.601*** (4.48)
<i>Number of Countries</i>	90	90	91	90	91	90
R-square	0.157	0.187	0.175	0.153	0.182	0.192

Absolute *t* statistics in parentheses

\*  $p < 0.10$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$

Enfin dans un modèle plus synthétique parcimonieux nous avons remplacé les indices (100-HAI) et EVI par leur moyenne, laquelle représente un indice de handicap structurel, en utilisant la moyenne quadratique qui donne le plus de poids au handicap le plus sévère (Guillaumont, 2009, 2019): le coefficient de cet indice est fortement significatif et suggère une perte de croissance due à l'action combinée des deux handicaps structurels, vulnérabilité économique et faible capital humain, de l'ordre 4,7 % par an<sup>15</sup>.

En bref, la vulnérabilité économique telle que saisie à travers l'indice EVI a contribué à freiner la croissance économique de Madagascar à côté d'autres facteurs structurels, dont le faible niveau de capital humain, mis en évidence dans le modèle et facteur explicatif d'une faible résilience, mais aussi d'autres formes de vulnérabilité, que nous devons maintenant considérer.

<sup>15</sup> La valeur de la moyenne quadratique étant égale à 53 sur l'ensemble de la période, nous obtenons, à partir du coefficient de la colonne (6),  $-0.089 \times 53 = -4.717$ .



## Chapitre III - La vulnérabilité au changement climatique à Madagascar

Comme l'ont montré les développements précédents, la vulnérabilité climatique de Madagascar est une composante importante de sa vulnérabilité économique. Pour définir la politique la mieux susceptible de répondre à cette vulnérabilité (autrement de renforcer sa résilience aux chocs externes), il paraît utile d'analyser dans quelle mesure les handicaps de Madagascar liés à sa géographie et à son climat, qui ont été identifiés comme dès à présent très importants, risquent d'être accrus par le changement climatique en cours. Que ce soit la montée du niveau de la mer qui met en danger les infrastructures portuaires, le passage de cyclones causant d'importantes perturbations des réseaux d'approvisionnement d'eau et d'électricité, ou l'intensification de la sécheresse, le changement climatique risque de renforcer l'isolement de l'économie de Madagascar et de limiter son potentiel de croissance.

### Pourquoi et comment mesurer la vulnérabilité de Madagascar au réchauffement climatique ?

Mesurer la vulnérabilité de Madagascar au changement climatique a un double objectif. Premièrement renforcer la conscience des autorités, et de manière plus générale de la population, relative aux enjeux du réchauffement climatique pour l'économie malgache et ainsi éclairer les décisions de politique économique préparant l'avenir. Deuxièmement, comme les pays en développement ne sont pas responsables du réchauffement climatique, étant peu émetteurs de CO<sub>2</sub>, contrairement aux pays industrialisés, ceux-ci ont un devoir de compensation des pays en développement pour les dommages qu'ils supportent. Encore faut-il pour allouer leur aide qu'ils disposent d'un indicateur reflétant les risques structurels encourus par chaque pays.

Avec la prise de conscience grandissante du phénomène de changement climatique, de nombreux indices de vulnérabilité au réchauffement climatique ont vu le jour : *Disaster Risk Index* (UNDP, 2005), *Natural Disaster Hotspots* (Dilley et al., 2005), *Predictive Indicator of Vulnerability* (Adger et al., 2014), *Social Vulnerability Index* (Cutter et al., 2003), *Quantitative Assessment of Vulnerability to Climate Change* (ICRISAT, 2009), *Climate Vulnerability Index* : (Sullivan, 2008), *ND-GAIN Country Index* ( Notre Dame Global Adaptation Initiative , University Notre Dame, dernière présentation 2018), qui est le plus en vue de ces indices. La plupart d'entre eux correspondent à la conception de la vulnérabilité climatique du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC). Selon le GIEC, la vulnérabilité d'un système est fonction de trois éléments essentiels : l'exposition, la sensibilité et la capacité d'adaptation des différents

secteurs de l'économie au changement climatique. Tous ces indices incluent des composants qui ne sont pas indépendants des politiques présentes ou futures ; intègrent une large gamme de variables, associant les données physiques, sociales, économiques et même politiques.

Ces indices ont deux défauts :

1) la vulnérabilité qu'il est pertinent de retenir ici, est la « vulnérabilité au changement climatique », non la « vulnérabilité climatique » en elle-même, qui a toujours existé sous des formes variées dans les différentes régions du monde et qui est prise en compte dans certaines composantes de l'indice de vulnérabilité économique (EVI). La vulnérabilité qui préexistait au changement climatique récent n'engage pas la responsabilité des pays développés de la même façon. D'autre part elle est normalement déjà prise en compte dans les choix politiques. Or ces indices se fondent largement sur la vulnérabilité climatique présente.

2) Ces indices ne sont pas indépendants de la politique des pays, présente et future. Or si la politique permet de diminuer la vulnérabilité, en augmentant la capacité d'adaptation, c'est-à-dire la résilience, ce ne doit pas être une raison pour sous-évaluer les défis que représente le changement climatique dans un pays donné et donc la nécessité de changer de politique et le besoin d'aide extérieure. En effet il y a dans la vulnérabilité au changement climatique deux composantes dont l'impact sur l'effet des chocs est logiquement de sens opposé : la vulnérabilité véritablement exogène, celle qui résulte des chocs climatiques subis par le pays et dont il n'est pas responsable, joue un rôle négatif sur la croissance. Au contraire une bonne politique de résilience<sup>16</sup>, facteur de moindre vulnérabilité, reflétant la performance des politiques publiques atténuera l'effet des chocs climatiques sur l'économie. La distinction précédente entre causes structurelles exogènes et causes endogènes résultant des choix des gouvernants vaut aussi pour la résilience ; celle-ci résulte à la fois de facteurs structurels, tels que le revenu par tête ou le capital humain, pris en compte dans le cadre conceptuel proposé, leur faible niveau reflétant une capacité moindre à résister aux chocs, et des choix politiques qui sont susceptibles d'atténuer mais aussi d'exacerber l'effet des chocs. La plupart des indices, du fait de la pléthore des variables qu'ils contiennent et de la relation floue entre vulnérabilité et résilience ne répondent généralement pas aux conditions requises pour appréhender l'aspect structurel de cette vulnérabilité, n'ayant pas été conçus à cette fin. Certes ils ont l'avantage d'offrir une large vue sur la vulnérabilité climatique des pays, mais ils parviennent mal à cerner les contraintes du réchauffement climatique.

---

<sup>16</sup> Pouvant se traduire en mesures particulières telles que réserves extérieures, mécanismes d'assurance, etc <sup>11</sup> Un exemple significatif est donné par l'indice ND-GAIN (*University of Notre Dame Global Adaptation Index* (voir infra).

C'est pourquoi la Ferdi a conçu un indicateur de vulnérabilité au changement climatique, de nature différente, « l'Indice de vulnérabilité physique au changement climatique » (PVCCI). Cet indice s'attache aux seuls facteurs structurels de la vulnérabilité des pays au réchauffement climatique, et répond au critère d'exogénéité ou d'indépendance vis-à-vis de la politique d'adaptation. Il se concentre sur les phénomènes climatiques eux-mêmes, directement liés au réchauffement climatique, tels que l'élévation du niveau de la mer, les précipitations, sources soit d'inondations soit de sécheresse et les événements violents comme les cyclones.

Bien que notre préférence aille à l'utilisation de cet indice de vulnérabilité structurelle, il nous a paru éclairant de présenter d'abord les conclusions relatives à Madagascar qui découlent du *ND-GAIN Country Index* (Notre Dame Global Adaptation Initiative), de l'Université Notre Dame aux États-Unis, qui tient compte simultanément des facteurs structurels et politiques ou de résilience de la vulnérabilité au changement climatique, puis l'indicateur de la Ferdi qui cerne plus précisément la nature des risques climatiques.

### **La vulnérabilité au réchauffement climatique de Madagascar selon « Notre Dame Global Adaptation Index » ou « ND-GAIN ».**

Cet indice agrège 36 indicateurs de vulnérabilité et 9 indicateurs jugeant l'état de préparation de chaque pays à faire face à ce changement (climat des affaires, qualité de la gouvernance, conditions sociables plus ou moins équitables) (voir Annexe 6). Le score final par pays est établi par la différence entre le score de vulnérabilité et le score de l'état de préparation. Même si on se réfère au score « vulnérabilité », celui-ci comporte des éléments objectifs relatifs, dans les différents secteurs de l'économie<sup>17</sup>, à l'exposition et à la sensibilité aux effets du réchauffement climatique, mais prend aussi en compte la capacité d'adaptation des secteurs à ces chocs, autrement dit la résilience probable. Cet indice permet de classer les pays en fonction à la fois des conséquences attendues du changement climatique et de leur capacité de réponse supposée à ces effets.

En comparaison aux autres pays du monde Madagascar apparaît particulièrement vulnérable. Les pays étant classés du moins vulnérable au plus vulnérable, Madagascar est 165<sup>ème</sup> sur 181 pays selon l'indice global, 163<sup>ème</sup> pour l'indice vulnérabilité<sup>18</sup> et 168<sup>ème</sup> pour l'état de préparation.

---

<sup>17</sup> Six secteurs sont distingués, alimentation, eau, santé, préservation des écosystèmes, habitation, infrastructure.

<sup>18</sup> Il ne permet pas d'évaluer les dommages du réchauffement climatique pour chaque pays,



D'après les données de 2014 (données les plus récentes disponibles), les secteurs de forte vulnérabilité à Madagascar sont l'alimentation, la santé et la préservation de l'écosystème. Le score élevé de l'alimentation résulte lui-même d'une forte malnutrition des enfants, d'une faible capacité agricole et de faibles rendements agricoles. En revanche, Madagascar bénéficie d'une faible dépendance vis-à-vis de l'importation de biens alimentaires. Dans le domaine de la santé la vulnérabilité résulterait d'une faible disposition de facilités sanitaires et de personnels. En ce qui concerne l'écosystème, Madagascar est considéré comme ayant des activités très dépendantes du capital naturel et avec une forte empreinte écologique. En revanche on suppose peu d'effet de l'élévation du niveau de la mer sur les infrastructures et un faible nombre de personnes vivant au-dessous du niveau de la mer, contraintes d'être déplacées. Enfin est attribuée à Madagascar une bonne préparation aux désastres naturels... Le mauvais classement en termes de préparation au changement climatique est plus dû aux inégalités sociales qu'au climat des affaires ou à la gouvernance.

### **La vulnérabilité de Madagascar aux chocs climatiques extrêmes.**

Il est intéressant de se référer aussi au *Global Risk Index* du German Watch parce qu'il donne un éclairage différent, s'intéressant à la vulnérabilité aux seuls événements extrêmes. En 2018 Madagascar est considéré comme le 4<sup>ème</sup> pays ayant le plus souffert d'évènements majeurs si l'on considère les pertes associées en pourcentage du PIB. Ces pertes se seraient élevées à 568 millions de dollars, soit 4,1% du PIB<sup>19</sup>. Si l'on considère l'ensemble de la période 1999-2018, selon le même critère Madagascar se situe à la 19<sup>ème</sup> place (Eckstein *et al.*, 2019)<sup>20</sup>.

---

<sup>19</sup> EN 2018 le PIB de Madagascar est estimé à 13,85 milliards de dollars. (source Banque mondiale, *World development indicators* )

<sup>20</sup> "In January 2018, Madagascar) was hit by Cyclone Ava, which made landfall on the eastern part of the island, where towns were flooded and buildings collapsed Ava reached top speeds of 190 kilometres per hour and killed 51 people. It was followed by Cyclone Eliakim in March 2018 impacting more than 15 000 people, which included 17 deaths and nearly 6 300 being temporarily dis-placed.28 Cyclone Ava and Eliakim together were responsible for 70 000 people being forced to seek refuge""

## La vulnérabilité au réchauffement climatique de Madagascar selon l'Indice de vulnérabilité physique au changement climatique, de la Ferdi.

L'Indice de vulnérabilité physique au changement climatique été établi par la Ferdi en 2011<sup>21</sup>, puis révisé à plusieurs reprises pour utiliser de nouvelles données ou apporter des améliorations méthodologiques<sup>22</sup>. Il a récemment fait l'objet d'une publication dans *Ecological Economics*, revue de référence en ce domaine (Guillaumont and Feindouno, 2020). Il est présenté dans la Figure 9. Il s'agit d'un indicateur dynamique, tourné vers le futur bien qu'établi à partir de données passées, construit sur la base d'une distinction entre deux sortes de risques dus au changement climatique :

- les risques liés à des chocs progressifs, tels que l'élévation du niveau de la mer (risque d'inondation), la tendance à l'accroissement des températures ou à la diminution des précipitations pluviométriques (risque de désertification) ;
- les risques liés à l'intensification des chocs récurrents, qu'il s'agisse des chocs pluviométriques, des chocs de température ou des cyclones.

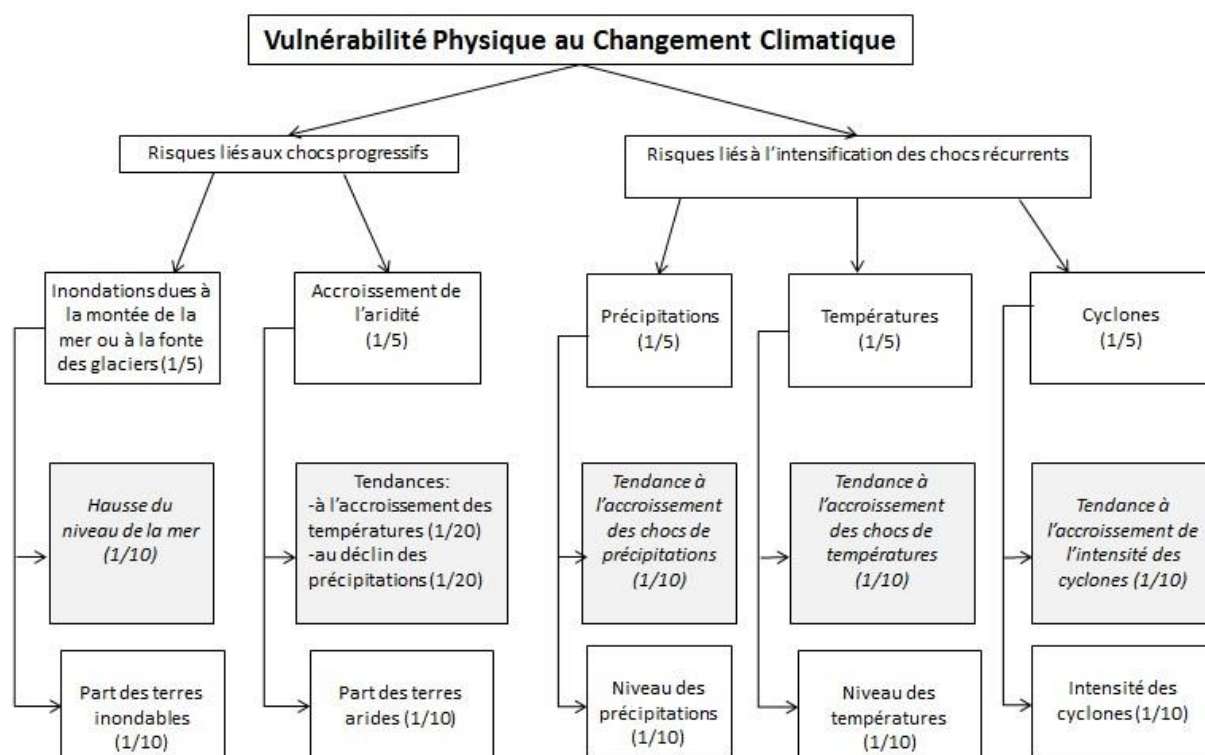
Pour chacun de ces types de choc, l'indice de vulnérabilité physique au changement climatique, comme l'EVI, s'appuie sur une distinction entre l'ampleur des chocs et l'exposition ou la sensibilité aux chocs. Puisque les sources de vulnérabilité sont hétérogènes et que la vulnérabilité de chaque pays est spécifique, les indices correspondant aux divers types de chocs sont agrégés à travers une moyenne quadratique, laquelle donne le plus de poids aux composants reflétant le plus de vulnérabilité.

---

<sup>21</sup> Guillaumont, P. and C. Simonet (2011)

<sup>22</sup> Guillaumont, P. and C. Simonet (2014) Guillaumont, P., C. Simonet, M. Closset and S. Feindouno (2018), Feidouno and Guillaumont (2020).

**Figure 9 : L'indicateur de vulnérabilité physique au changement climatique (PVCCI)**



**Notes :** Dans cette figure les cases sur fond gris représentent les chocs et les cases sur fond blanc de la dernière ligne représentent l'exposition aux chocs. Les pondérations utilisées pour calculer la moyenne quadratique sont entre parenthèses. Le détail des sources de données est présenté en annexe 5.

Nous avons souligné précédemment qu'une part importante de la vulnérabilité économique de Madagascar est causée par la récurrence de chocs climatiques. Dans ce contexte, la modification du climat causée par le changement climatique mondial risque d'accroître encore cette vulnérabilité, d'autant plus que les effets du réchauffement climatique sont déjà ressentis aujourd'hui. Le Table3 ci-dessous présente la valeur du PVCCI pour Madagascar et permet de le comparer à la moyenne des pays d'Afrique subsaharienne.

**Table 3 : Le PVCCI et ses composants. Madagascar comparé aux pays d’Afrique au sud du Sahara en 2018.**

	Poids moyenne quadratique (en %)	Madagascar	Moyenne des pays d’Afrique au sud du Sahara	Médiane des pays d’Afrique au sud du Sahara	Rang au sein des pays d’Afrique au sud du Sahara
<b>PVCCI</b>	<b>100</b>	<b>51,35</b>	<b>41,92</b>	<b>42,90</b>	<b>4</b>
Montée du niveau de la mer	20	44,46	22,23	22,62	8
Aridité	20	30,19	46,11	46,20	36
Précipitations	20	36,95	54,24	57,30	36
Températures	20	12,32	41,76	44,16	37
Cyclones	20	93,70	13,24	0,00	1

Source : Base de données Ferdi

Il apparaît dans le Table3 que Madagascar est l’un des pays les plus vulnérables essentiellement du fait de l’accroissement du nombre de cyclones auquel le pays fait face chaque année. La montée du niveau de la mer est une préoccupation pour les régions côtières. Enfin variabilité des précipitations et l’augmentation des températures affecteront la production des cultures de base.

Cependant l’analyse globale précédente est insuffisante dans le cas de Madagascar compte tenu de sa grande diversité topographique. La Ferdi a donc développé pour Madagascar un nouvel indicateur prenant appui sur le PVCCI et mesurant la vulnérabilité au changement climatique à un niveau géographique plus fin (cf. Annexe 5).

Comme le montre la figure 10 ci-dessous le climat de Madagascar varie sensiblement d’une région à l’autre. Deux saisons sont reconnues : une saison chaude et pluvieuse de novembre à avril, avec des précipitations maximales en décembre et janvier ; et une saison plus fraîche et sèche de mai à octobre, avec des précipitations minimales en septembre et octobre (pendant la période sèche, les pluies sont limitées aux côtes sud et est). Le climat est très variable en raison de l’altitude et de la position par rapport aux vents alizés dominants et du mouvement de la zone de convergence intertropicale. Le pays englobe une diversité d’écosystèmes, avec un plateau montagneux s’étendant sur tout le centre, bordé de toutes parts par des zones côtières de faible altitude. Bien que les écosystèmes du pays aient été gravement dégradés par l’exploitation forestière et

l'agriculture, Madagascar abrite une diversité unique de plus en plus menacée. Dans ce contexte, il est pertinent de prendre en compte la diversité climatique de Madagascar lorsqu'on évalue sa vulnérabilité au changement climatique.

Figure 10: Zones climatiques à Madagascar

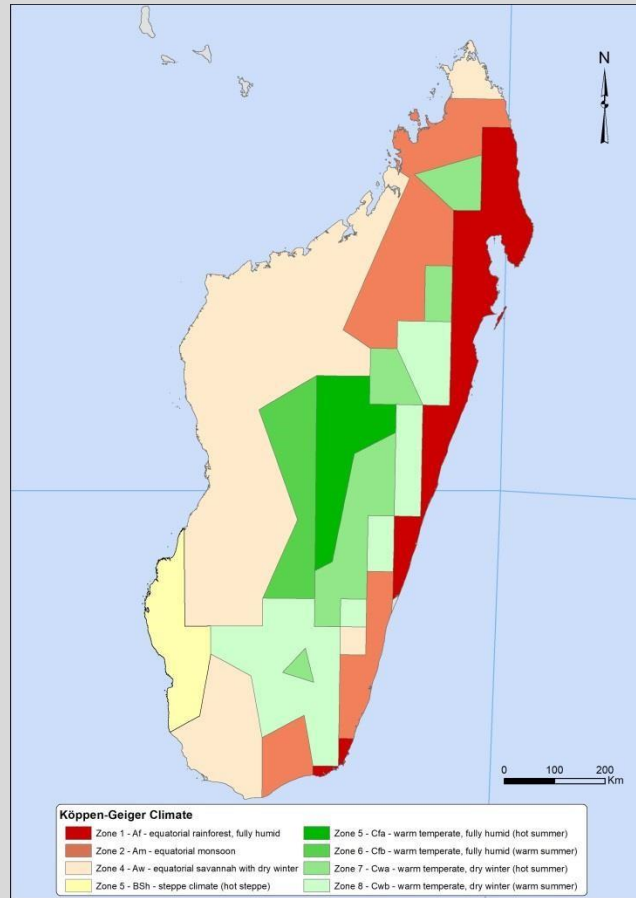
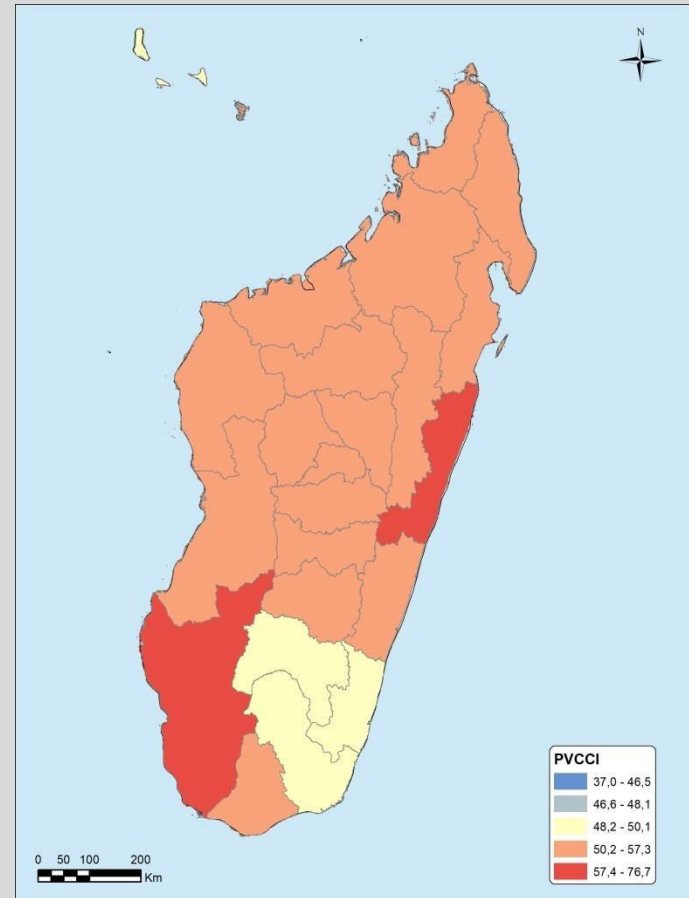


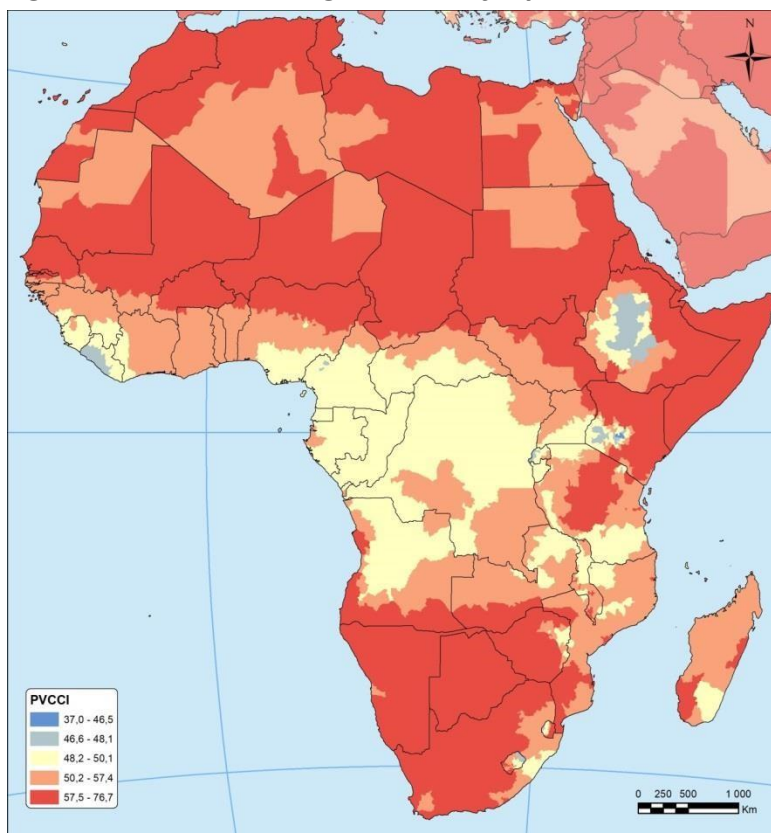
Figure 11 : PVCCI régionale à Madagascar



Nous avons choisi de suivre le découpage administratif de Madagascar. Le pays est divisé en 22 régions. Ces Régions sont à la fois des collectivités territoriales décentralisées et des circonscriptions administratives. Ce découpage est permis par la nature même du PVCCI ne mesurant que la vulnérabilité physique basée sur des mesures des cinq aspects du changement climatique (Montée du niveau de la mer, Aridité, Précipitations, Températures, Cyclones) à partir de données disponibles à des niveaux de désagrégation extrêmement fins.

La figure 11 ci-dessus reconstitue la moyenne géométrique des cinq composants du PVCCI au niveau régional pour Madagascar. Il est immédiatement frappant de constater l'homogénéité de la carte ainsi produite. L'ensemble du pays apparaît comme étant très vulnérable au changement climatique avec les régions d'Atsimo Andrefana et d'Atsinanana présentant les risques relatifs les plus élevés. Rappelons que la vulnérabilité au changement climatique n'est pas mesurée de manière absolue mais relative à la vulnérabilité de l'ensemble des pays du monde. Ainsi les deux régions mis en avant ici font parties des régions les plus vulnérables au monde. Dans un cadre plus général, comme le montre la figure 12, l'Afrique dans son ensemble est extrêmement vulnérable au changement climatique.

**Figure 12 : Le PVCCI régional au Afrique**



Cependant, l'agrégation de l'ensemble des composants masque ici la complexité de la vulnérabilité au changement climatique et comment ses différentes composantes impactent les différentes régions de manière hétérogène. La figure 13 ci-dessous reproduit la carte de la vulnérabilité des régions de Madagascar au changement climatique selon les cinq composants physiques. Cet exercice nous permet de faire ressortir plus clairement l'interaction complexe entre changement climatique d'une part et diversité des zones climatiques de l'île d'autre part.

Ici encore, la vulnérabilité à l'intensification des cyclones à Madagascar est à mettre en avant. C'est l'île dans son ensemble qui apparaît comme extrêmement vulnérable et aucune région n'est épargnée. L'augmentation progressive des températures est également un facteur significatif de vulnérabilité. On observe en effet que, mises à part et dans une moindre mesure les régions du plateau central plus montagneuses, les régions côtières sont caractérisées par des tendances particulièrement inquiétantes liées à l'augmentation des chocs de températures.

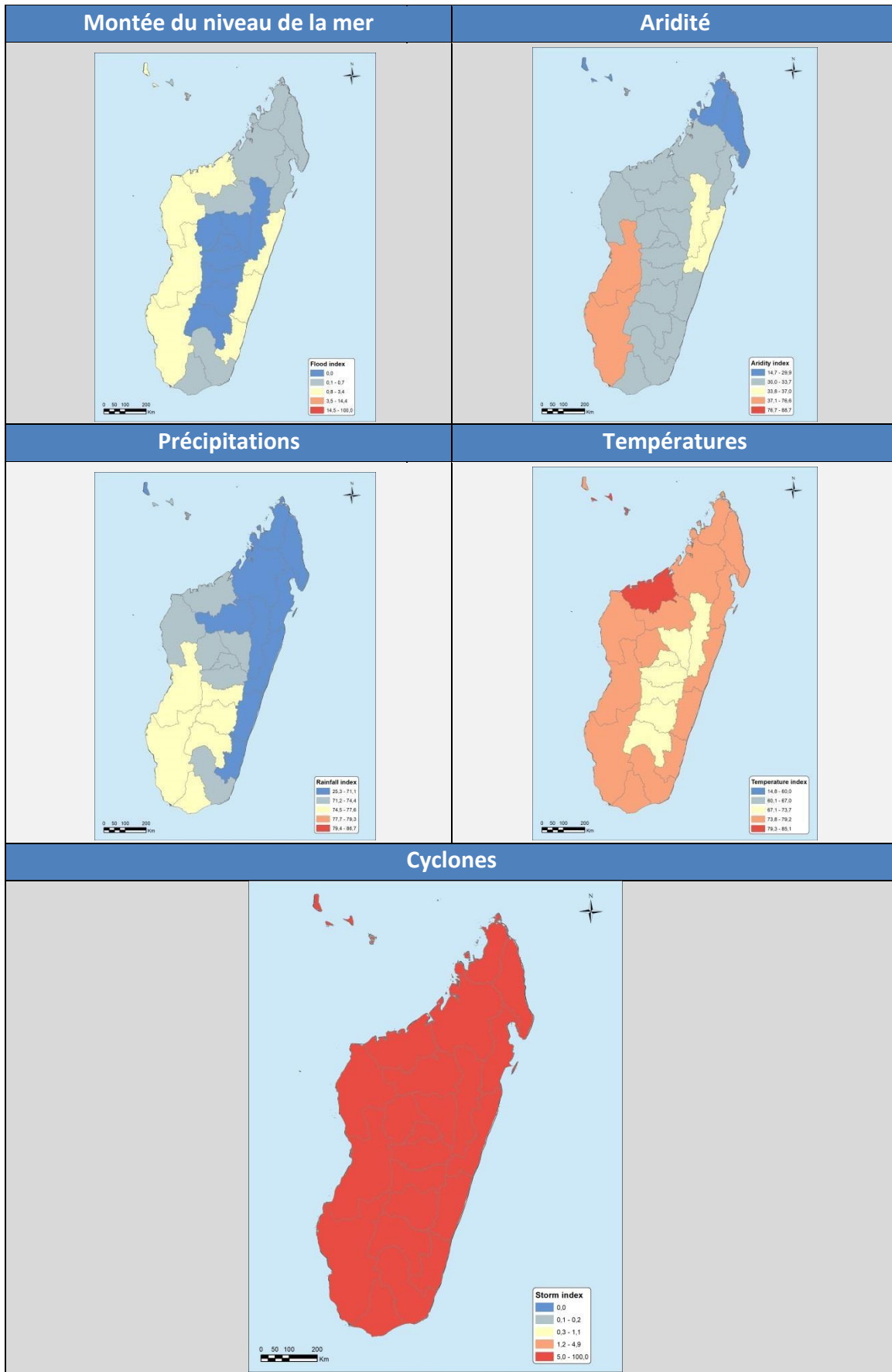
Jusqu'à présent, les figures 10, 11 et 13 se contentent de représenter la vulnérabilité physique des territoires au changement climatique sans prendre en compte leurs contributions différentes à l'économie dans son ensemble. Les trois panneaux de la figure 14 apportent une vision plus détaillée de l'interaction entre ces territoires et leur vulnérabilité selon trois caractéristiques : la densité de population, le pourcentage de terres agricoles cultivées (qui représentent 40 % du capital naturel de l'île) et la luminosité nocturne servant de proxy à l'activité économique en général<sup>23</sup>. On observe une importante hétérogénéité entre régions qui n'était pas clairement reflétée par la figure 11. On constate notamment que le changement climatique est une menace importante pour la province d'Antananarivo lorsque son poids relatif est pris en compte, mettant en avant l'impact réel sur les populations des perturbations climatiques futures.

---

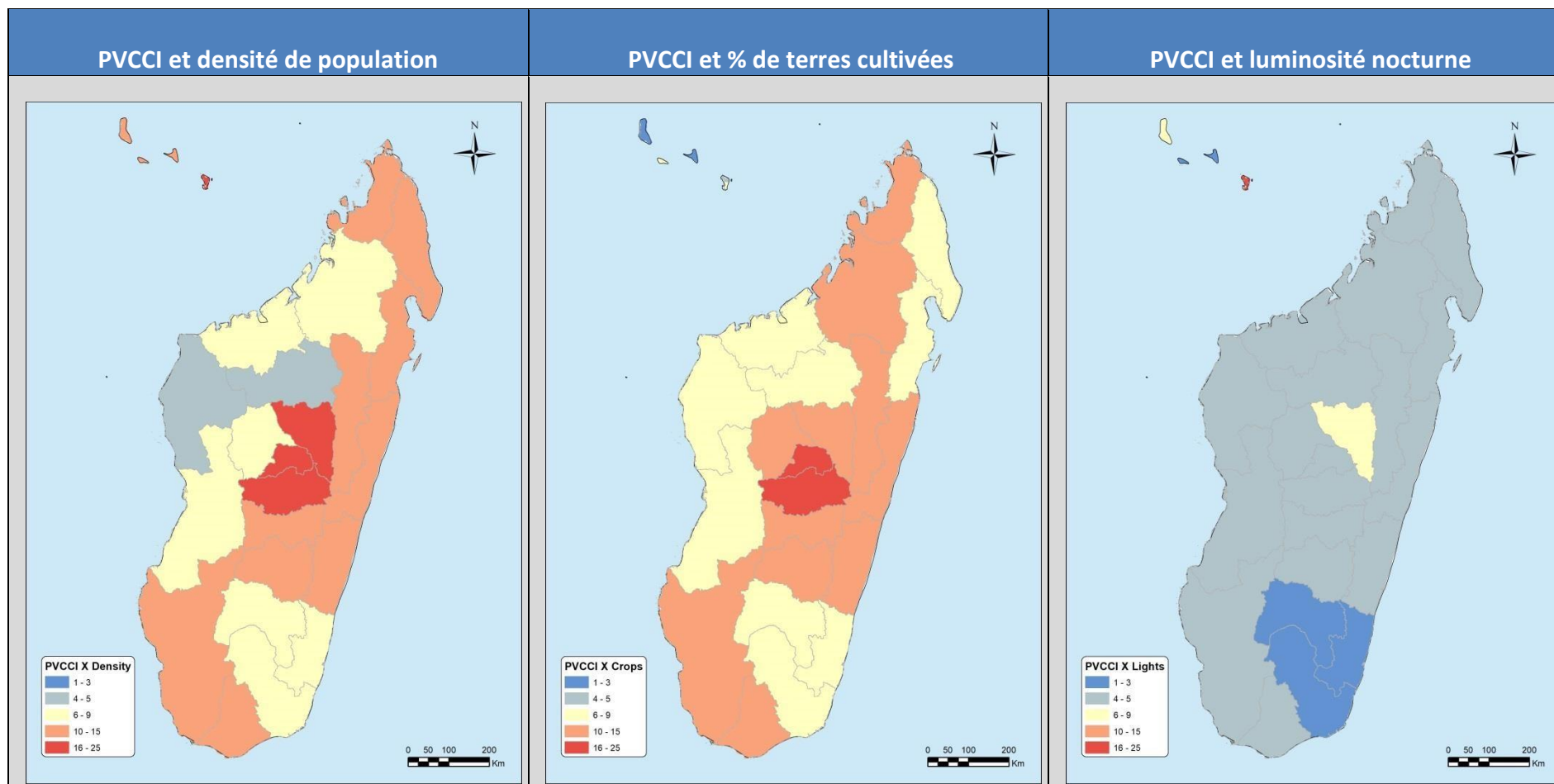
<sup>23</sup> Les cartes A3, A4 et A5 en annexe reproduisent ces mesures pour l'ensemble de l'Afrique à titre de comparaison.



**Figure 13 : Les composants du PVCCI régional**



**Figure 14 : Interactions entre le PVCCI et différents facteurs d'exposition**



**Notes :** Pour réaliser le croisement, on attribue à chaque région son quintile pour le PVCCI et la variable d'interaction. Les deux quintiles sont alors multipliés et les notes obtenues sont reclassées en quintiles

## Les dommages du changement climatique à Madagascar

Les deux indices de vulnérabilité au changement climatique que nous avons présentés, et le second en particulier, mettent bien en lumière la diversité des dommages que risque de subir Madagascar. Il n'est pas possible de les quantifier rigoureusement d'autant que l'on ignore le degré de réchauffement climatique. D'autre part on ne connaît pas l'évolution des techniques pouvant compenser les effets délétères du réchauffement climatique. Par exemple les pertes de production agricole résultant d'un surcroît d'aridité dans un avenir lointain dépendent non seulement de l'évolution des précipitations et températures, mais aussi de l'évolution des techniques, recherches et politiques agricoles. De plus il existe des dommages économiques du changement climatique qui sont encore plus difficilement prévisibles et calculables, comme dans le domaine de la paix et de la sécurité. On peut toutefois se fonder sur les conséquences de la vulnérabilité climatique actuelle

Depuis 1990 Madagascar a connu 42 cyclones, 8 inondations et sept périodes de sécheresse qui auraient entraîné un milliard de dollars de dommages (EM-Data base). Selon la Banque mondiale (2020 p. 4), les catastrophes naturelles coûtent à l'économie malgache chaque année en moyenne 1% du PIB et sont particulièrement dévastatrices pour les activités rurales. Ce taux moyen masque la sévérité des désastres majeurs : le cyclone Enawo a entraîné un dommage équivalent à 4% du GDP (FMI 2020 p. 68).

Le facteur de vulnérabilité climatique le plus important résulte en effet des cyclones. Avec une moyenne de trois à quatre cyclones affectant le pays chaque année, les dommages sont souvent très importants, notamment la perte de récoltes, une incidence accrue d'épidémies, la dégradation des écosystèmes côtiers et marins, la perturbation de services urbains essentiels tels que l'eau et l'électricité, de graves inondations, des dommages aux infrastructures et parfois des pertes humaines. Les recherches indiquent que si la fréquence des cyclones pourrait diminuer à l'avenir le long de cette partie du sud de l'océan Indien, leur intensité devrait augmenter. Cette vulnérabilité cyclonique représente le principal défi pour la lutte contre les effets du changement climatique à Madagascar.

La variabilité des précipitations et l'augmentation des températures aggraveront aussi les problèmes actuels du secteur agricole caractérisé par un manque de capacité et une faible productivité. Ce sont les régions du sud-ouest de l'île qui souffriront le plus d'un

accroissement de l'aridité. L'exceptionnelle biodiversité de Madagascar sera également affectée par le changement des conditions climatiques.<sup>24</sup>

On sait que la croissance des économies est le principal facteur de réduction de la pauvreté. La perte de croissance due aux désastres naturels qui pourrait encore s'accroître avec le réchauffement climatique, risque simultanément d'accroître la pauvreté. Par ailleurs les désastres naturels affectent disproportionnellement les personnes les plus pauvres et vulnérables (FMI 2020, p.67). Alors qu'en Afrique subsaharienne entre 2000 et 2019 26 % de la population ont été affectés par des désastres naturels, ce sont à Madagascar 45% soit 12 millions de personnes.

Même lorsque les pauvres ne sont pas disproportionnellement exposés aux catastrophes naturelles, ils sont plus vulnérables (Hallegatte et *al.*, 2015). Leurs actifs sont matériels (plutôt que financiers) et donc fragiles, leur logement de piètre qualité, les infrastructures à leur disposition défectueuses (comme les rues non pavées). Les personnes démunies sont plus affectées par les sécheresses car leurs revenus sont principalement tributaires de l'agriculture. Si les paysans souffrent principalement des baisses de production, les citadins pâtissent de la hausse simultanée du prix des denrées alimentaires. À Madagascar une part importante de la population souffre de malnutrition. Après une catastrophe, le manque d'aliments, d'eau et d'assainissement aggrave la situation sanitaire. La réduction de la consommation des familles pauvres a des effets à long terme sur les enfants, entrave leur développement physique et leur capacité cognitive.

### **L'impact macroéconomique des catastrophes naturelles est influencé par la vulnérabilité structurelle.**

Considérer l'impact futur de la montée du niveau de la mer sur le développement, de l'accroissement des températures et des variations de précipitations sur la productivité agricole ou de l'intensification du rythme de passage et de l'intensité des cyclones nécessite de réaliser des hypothèses aussi bien en termes géophysiques que technologiques spécifiques au cas de Madagascar. Ainsi, estimer l'impact du

---

<sup>24</sup> Selon le rapport 2018 du Fonds mondial pour la nature, 25 % des espèces de Madagascar sont menacées par la hausse des températures.

changement climatique à Madagascar en prenant en compte l'ensemble de ces dimensions et de ces interactions dépasse le cadre de la présente étude.

Cependant, si l'on considère que la vulnérabilité au changement climatique telle que reflétée par le PVCCI est particulièrement sévère à Madagascar du fait de l'impact des cyclones, il est nécessaire de mesurer précisément l'impact de ce type de désastres naturels dans les pays les plus structurellement fragiles tels que Madagascar. Dans ces pays, la forte exposition de leurs économies aux chocs climatiques, telle que reflétée par un niveau élevé d'EVI (au travers la part de l'agriculture, la concentration des exportations et le faible développement des infrastructures), renforce l'impact négatif de ces chocs et de leur récurrence sur la croissance et le développement. Mesurer l'impact des dommages causés par un cyclone (soit l'impact de la vulnérabilité environnementale), impact direct mais aussi amplifié par la vulnérabilité économique, permet alors par extrapolation d'illustrer quantitativement les possibles effets du changement climatique sur la croissance, dus à l'intensification (en nombre et en intensité) de ce type de choc (soit la vulnérabilité au changement climatique).

Afin d'estimer le poids des désastres naturels sur la croissance des pays vulnérables, nous reprenons une version modifiée du modèle économétrique utilisée pour produire les résultats de l'impact de la vulnérabilité économique sur la croissance de long terme présentés dans le tableau 2, chapitre 2. La différence fondamentale ici est que nous ne considérons plus l'impact de long terme des catastrophes naturelles mais l'impact de court terme sur le taux de croissance du PIB par habitant lors de l'année du choc (mesuré en termes de perte de croissance du PIB par tête). En effet, comme le montre l'encadré 1 ci-dessous, l'impact de long terme des chocs naturels est incertain et spécifique à chaque catastrophe, dépendant aussi bien de la nature exacte du désastre et de la région touchée mais aussi de la réponse locale, nationale et internationale suite à ce choc. Estimer l'impact de long terme d'un désastre en particulier nécessite alors une étude spécifique et approfondie, dépassant ici encore le cadre de cette étude. Néanmoins, l'impact de court terme d'une catastrophe telle qu'un ouragan de par son action destructrice sera nécessairement négative pour l'économie touchée. Cet impact de court terme sera alors particulièrement important pour les pays les plus vulnérables. Dès lors, outre l'effet direct du choc à long terme, l'instabilité de la croissance ainsi générée, surtout lorsque ces chocs sont récurrents comme à Madagascar, aura un effet profondément négatif sur le développement et le caractère inclusif de la croissance.

Enfin de quantifier cet effet pour Madagascar, nous estimons la relation suivante :

$$g_{it} = f(EVI_{it}, 100-HAI_{it}, y_{it-1}, D_{it})$$

Où la croissance du produit par tête du pays  $i$  à l'année  $t$  ( $g_{it}$ ) est expliquée par sa vulnérabilité économique structurelle ( $EV_{lit}$ ), son manque de capital humain ( $100-HAI_{it}$ ), son niveau de produit par tête en logarithme à l'année  $t-1$  ( $y_{it-1}$ ) et le logarithme du montant des dommages causés par les catastrophes naturelles à l'année  $t$ , en dollars constants ( $D_{it}$ ). Ces données de dommages sont issues de la base EM-DAT du CRED (International Disasters Database of the Centre for Research on the Epidemiology of Disasters). Elles sont retenues ici non comme l'impact final en matière de croissance, mais comme une estimation approximative de l'intensité du choc dont l'impact final direct et indirect ne peut être mesuré que par une estimation économétrique. Et afin de mesurer l'impact de la vulnérabilité structurelle sur la transmission du choc au taux de croissance du produit par tête, une dernière variable est introduite dans le modèle reflétant l'interaction entre la vulnérabilité structurelle (calculée à partir de données historiques) et la valeur des dommages observée en  $t$  :  $EV_{lit} \times D_{it}$ . Les estimations sont conduites sur la période 2000-2019 sur un panel de 139 pays en développement. Les données sont issues du CDP, du CRED et de la Banque Mondiale.<sup>25</sup>

Le résultat des estimations est donné dans le tableau 4 ci-dessous<sup>26</sup>. Les deux premières colonnes mesurent l'impact des catastrophes naturelles dans leur ensemble alors que les trois dernières s'intéressent spécifiquement aux cyclones et tempêtes tropicales. Quel que soit le type de choc considéré, ces résultats confirment l'existence d'un impact négatif de court terme des catastrophes naturelles sur la croissance du produit par tête. Ils confirment également que cet impact est d'autant plus important que le pays est structurellement économiquement vulnérable.

Si l'on considère le cas spécifique de Madagascar, selon les données EM-DAT, le montant des dommages estimés en 2019 s'élève à 25 millions de dollars pour les cyclones. Si l'on considère les colonnes 3 à 5, l'impact en termes de points de croissance du PIB par tête perdus à Madagascar en 2019 à cause des cyclones s'élève respectivement à -0,49%, -0,79% et -1,34%<sup>27</sup>. Lorsque l'on prend en compte le rôle de la vulnérabilité l'impact des cyclones est quasiment doublé entre les colonnes 3 et 4. La 5e colonne rapporte les résultats obtenus avec une estimation en GMM système plus précise que les estimations

---

<sup>25</sup> Contrairement à l'estimation économétrique du chapitre 2 il s'agit ici d'un panel et non d'une estimation transversale, ce qui explique la différence de coefficients pour les mêmes variables (on utilise ici des effets fixes).

<sup>26</sup> Les résultats restent similaires si l'on considère le nombre de morts ou de personnes affectées par les catastrophes naturelles plutôt que le montant des dommages causés.

<sup>27</sup> Les calculs sont les suivants : colonne (3)  $-0,048 \times 10,127$  (montant des dommages en logarithme en 2019) = -0,49 ; colonne (4)  $0,158 \times 10,127 - 0,007 \times 344,998$  (produit  $EV_{lit} \times D_{it}$ ) = -0,79 ; colonne (5)  $0,31 \times 10,127 - 0,013 \times 344,998$  = -1,34.

en panel à effets fixes compte tenu de l'inclusion du produit par tête décalé d'une période dans l'équation. Il est donc vraisemblable d'après ces résultats que la croissance du produit par tête en 2019 aurait été supérieure à plus d'un point de pourcentage si Madagascar n'avait pu eu à faire face à ces catastrophes. Enfin, en cumulant la somme des dommages recensés au cours de la période 2000-2019, nous obtenons, selon nos estimations, un manque à gagner en termes de croissance du produit par tête de 15 points de pourcentages.

**Table 4 : Estimations de l'impact des désastres naturels ou des cyclones (ou tempêtes tropicales) dans les pays en développement (2000-2019)**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>Variable Dépendante:</i>					
Taux de croissance du produit par tête	FE	FE	FE	FE	Sys-GMM
Produit par tête (en log, t-1)	-9.982*** (-3.87)	-10.046*** (-3.90)	-9.958*** (-3.86)	-10.007*** (-3.89)	-3.986 (-1.37)
Faible HAI	-0.063 (-1.38)	-0.063 (-1.38)	-0.063 (-1.38)	-0.063 (-1.38)	-0.155 (-1.43)
EVI	0.006 (0.07)	0.012 (0.14)	0.005 (0.06)	0.009 (0.11)	-0.063 (-1.15)
Dommages dû aux désastres naturels (\$ constant, en log)	-0.047*** (-2.73)	0.122+ (1.64)			
EVI x Dommages (désastres)		-0.005** (-2.31)			
Dommages dû aux cyclones (\$ constant, en log)			-0.048+ (-1.51)	0.158 (1.77)	0.310* (0.175)
EVI x Dommages (cyclones)				-0.007+ (-1.79)	-0.013* (-1.79)
Constante	81.334*** (3.63)	81.613*** (3.64)	81.078*** (3.62)	81.315*** (3.63)	39.369 (1.41)
Observations	2599	2599	2599	2599	2599
Pays	139	139	139	139	139
R2	0.104	0.105	0.103	0.104	
Test d'AR(1), p-value					0.083
Test d'AR(1), p-value					0.898
Test de Hansen, p-value					0.968

Statistiques t de Student robustes entre parenthèses. Les estimations contiennent des variables indicatrices annuelles. +  $p < 0.15$ , \*  $p < 0.10$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$

Dès lors, dans une logique de changement climatique où le rythme et l'intensité de l'activité cyclonique serait plus intense, on peut alors imaginer que cet impact serait plus élevé du fait de l'augmentation des dommages. On remarque également le rôle de la

vulnérabilité structurelle pour la transmission de ces chocs sur la croissance du produit par tête. Dans ce contexte de changement climatique, une stratégie de long terme pour la réduction de l'exposition de l'économie aux chocs climatiques est nécessaire.



### **Encadré n°1 : L'impact de long terme des chocs dépend de la vulnérabilité générale**

Les chocs sont une source majeure d'instabilité macroéconomique dans la plupart des pays du monde et une des raisons prépondérantes capable d'expliquer le retard de développement des pays du Sud. Bien que chaque choc soit unique, il est aisé de les classer en deux grandes catégories : les chocs exogènes qu'ils soient économiques comme une chute du cours des matières premières ou climatiques comme un ouragan ou un tremblement de terre ; mais aussi les chocs endogènes comme les crises politiques ou les conflits armés.

L'impact attendu de chaque type de choc est également variable et c'est notamment le cas des catastrophes naturelles comme semble l'indiquer l'absence de réel consensus sur la question de leur impact économique. En effet, différentes caractéristiques aussi bien structurelles que non structurelles tendent à influencer les étapes et la trajectoire de la propagation du choc sur l'économie. Les catastrophes ont un effet négatif à court terme par réduction du stock de capital humain et physique disponible. Cette réduction du PIB peut être encore plus directe comme par exemple lorsqu'une sécheresse réduit la production agricole.

Si un impact négatif est couramment observé à court terme, l'impact des catastrophes à moyen et à long terme reste sujet à discussion. Ainsi, l'impact sera négatif par exemple si les interruptions des affaires, les pertes de moyens de production, les perturbations des chaînes de valeurs ou les diminutions de la demande ou des recettes fiscales (entre autres canaux) sont plus importantes que le surcroît d'activité lié à la reconstruction et à l'augmentation possible de la productivité qui suit l'adoption de nouvelles technologies. Il est aussi important de souligner que l'impact à long terme sur le capital humain est difficilement réversible (cas des enfants mal nourris ou retirés de l'école).

Ainsi, comme le montre le graphique ci-dessous, l'impact macroéconomique d'une catastrophe naturelle est tout aussi imprévisible<sup>28</sup> que l'intensité de ce choc, elle-même en grande partie responsable de la trajectoire suivie. De surcroît cet impact dépend en grande partie de la vulnérabilité générale du pays affecté.

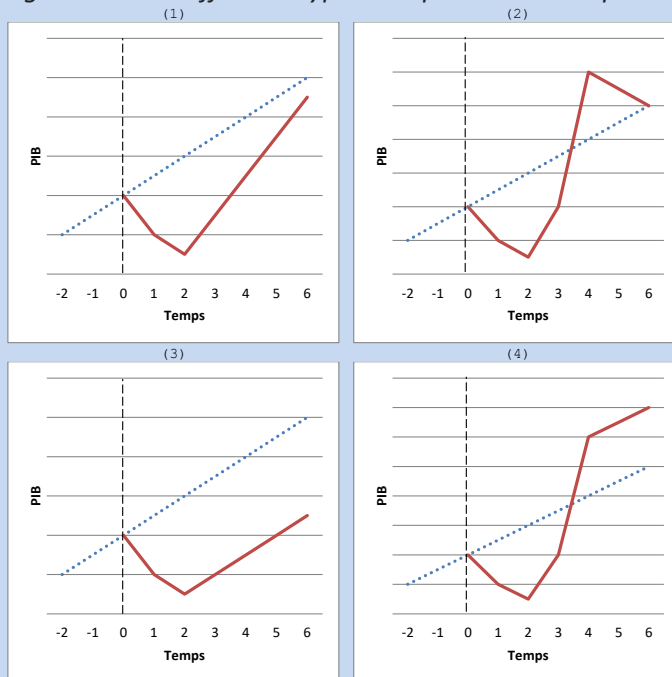
Dans les scénarios (1) et (2) de la figure 1, la catastrophe n'influence pas la trajectoire de croissance à long terme des revenus: le choc a un impact négatif sur le PIB, suivi par une expansion lors de la reconstruction et le niveau de production revient à son état

---

<sup>28</sup> Cette imprévisibilité est encore plus importante dans le cadre de chocs répétés.

d'équilibre de long terme. Dans le scénario (3), la catastrophe ayant réduit de manière permanente le stock de capital, le nouvel équilibre à long terme est établi à un niveau de PIB inférieur. Enfin, dans le scénario (4), la reconstitution du capital humain et du capital physique entraîne des changements technologiques qui améliorent le taux de croissance à long terme de l'économie.

Figure E1 : Les différents types d'impacts économiques suite à une catastrophe naturelle



**Note :** Le choc a lieu à  $t=0$ . La ligne rouge représente la déviation par rapport au contrefactuel (ligne bleue) en l'absence de choc.

Il convient de noter que différents types de catastrophes peuvent être associés à différents scénarios. Par exemple, un séisme a plus de chances d'être associé aux scénarios (2) ou (4) car il est généralement suivi d'une phase de reconstruction de grande ampleur susceptible de déclencher une croissance de l'économie et potentiellement, à terme, un changement technologique. Inversement, les scénarios (1) ou (3) pourraient correspondre à une sécheresse, car lorsque les pertes se limitent généralement à la production annuelle et aux moyens de subsistance du ménage, il est peu probable que le potentiel de production augmente si les investissements dans l'irrigation ou d'autres technologies permettant de réduire la sécheresse ne sont pas importants.

Ces différents scénarios illustrent la diversité des effets économiques possibles d'une catastrophe naturelle tout en mettant en avant l'importance des caractéristiques des pays touchés ainsi que les politiques menées à des fins d'adaptation et de reconstruction. L'ensemble de ces facteurs fait appel à la notion de vulnérabilité détaillée dans ce document.



## **Chapitre IV - La vulnérabilité sociétale à Madagascar**

Il est indispensable de prendre en compte la « vulnérabilité sociétale » à côté des vulnérabilités d'origine économique et climatique. La principale manifestation de cette vulnérabilité est l'existence récurrente de conflits et d'évènements violents que l'organisation de la société n'est pas à même de conjurer. On sait que l'insécurité dans laquelle vit une grande partie de la population africaine ou plus largement des pays en développement freine les chances de développement de ces pays. La pauvreté et la fragilité politique sont inextricablement liées au degré de violence que connaissent certains pays (PNUD 2008). Pour bien cerner la vulnérabilité sociétale de Madagascar il est particulièrement utile de séparer, comme pour les autres formes de vulnérabilité, d'une part les composantes structurelles de l'insécurité ou des conflits et d'autre part les crises politiques de nature endogène qui affectent la qualité des politiques économiques et de la gouvernance et influencent la sécurité. Il semble qu'à Madagascar cette deuxième origine de la violence soit plus importante que la première.

### **La mesure de la vulnérabilité sociétale à Madagascar à travers l'indice de violence interne de la Ferdi**

La liste des facteurs structurels de l'insécurité qui correspondent à ce que l'on qualifie souvent de fragilité politique structurelle, et qui influencent le risque de conflits interne, est longue, peu consensuelle et composée d'éléments pour lesquels les mesures sont discutables et peu précises. Il existe alors une réelle interrogation quant au résultat de leur agrégation, à leur représentativité, et à l'interprétation précise de cette mesure. Face à la difficulté de définir les facteurs structurels de la fragilité des États, la Ferdi a construit un indice qui repose à titre principal, non sur la mesure des facteurs sous-jacents de l'insécurité, mais sur la quantification des faits de violence, sous leurs formes et degrés divers, appelé « indice de violence interne » (IVI). En mesurant la vulnérabilité sociétale par le degré de violence passée, l'indice reflète une composante structurelle de la fragilité politique, car la violence est un phénomène dont la récurrence est bien établie dans la littérature et la situation de violence passée s'impose aux dirigeants présents.

Cet indice se concentre sur la violence interne, étant donné que les conflits internes et la criminalité ont sans doute des racines structurelles plus importantes que les conflits entre États. C'est d'ailleurs la violence interne qui est pertinente pour mesurer la violence sociétale à Madagascar. La violence interne et la criminalité sont des phénomènes qui revêtent plusieurs formes, ce qui requiert un indice composite. Calculé

pour l'ensemble des pays à faible revenu, il a l'avantage de permettre de comparer la vulnérabilité de Madagascar à celle des autres pays en développement.

La construction de l'indicateur de violence interne impliquait de pouvoir collecter des données fiables, susceptibles de capter l'intensité de la violence dans les pays en développement et notamment les pays d'Afrique sub-saharienne. IVI est construit directement à partir de données quantitatives, issues de plusieurs sources<sup>29</sup> qui paraissent de bonne qualité. Il est fondé sur des résultats, contrairement à d'autres indices existants, il n'a pas recours aux évaluations subjectives de divers observateurs ou experts. Les données utilisées étant de nature objective, elles ne prennent pas en compte la perception de la violence mais sa réalisation. Il semble par ailleurs qu'à Madagascar la perception de la violence soit supérieure à la violence observée. En mesurant la violence de manière continue à l'intérieur d'un continuum allant des protestations sociales aux guerres civiles, l'indice est en mesure d'approximer les tensions découlant de la vulnérabilité sécuritaire.<sup>30</sup>

L'indice composite retenu est représenté dans la Figure 15. Les variables quantitatives liées à la violence (au nombre de neuf) sont réparties en quatre groupes ou clusters : conflits armés internes, criminalité, terrorisme, violence politique. Un poids identique (25%) est attribué à chacun des clusters. Ainsi dans un premier temps, une moyenne arithmétique des quatre clusters permet de déterminer un *IVI direct* qui mesure le niveau de violence propre à chaque pays sans tenir compte du voisinage. Ensuite un *IVI indirect* mesurant le niveau de violence observé au niveau du voisinage est calculé par une moyenne arithmétique des *IVI directs* des voisins de chaque pays. Enfin l'*IVI global* est établi comme une moyenne de l'*IVI direct* et de l'*IVI indirect*, une moindre pondération étant donnée à ce dernier. Le caractère insulaire de Madagascar réduit l'importance de la contagion de violence entre États alors que dans certains pays d'Afrique ce phénomène est crucial.

Cependant pour que cet indicateur de vulnérabilité sociétal ne repose pas seulement sur des chocs sécuritaires passés mais serve aussi d'indicateur reflétant l'exposition à ces chocs, il a paru utile d'en compléter la mesure par un *indicateur de risque de violence*. Estimer le risque de conflit n'est pas en prévoir le déclenchement, mais c'est en évaluer pour chaque pays la probabilité en identifiant les facteurs qui les déterminent. Ceci

---

<sup>29</sup> Armed Conflict Location and Events Dataset (ACLED), Global Internal Displacement Database (GIDD) de l'Internal Displacement Monitoring Centre (IDMC); U.S. Committee for Refugees and Immigrants (USCRI); Office des Nations unies contre la drogue et le crime (ONUDC); Global Terrorism Database (GTD) du National Consortium for the Study of Terrorism and Responses to Terrorism (université du Maryland), Social Conflict in Africa Database (SCAD); Armed Conflict Location and Events Dataset (ACLED).

<sup>30</sup> Diverses options ont été explorées (voir Feindouno, Goujon, Wagner, 2016).

suppose d'utiliser une grande masse de données comparables internationalement et d'utiliser une méthode économétrique qui saisisse les corrélations les plus robustes avec la survenance de conflits ou d'évènements violents.

Il existe une abondante littérature récente sur les facteurs déterminant le risque de conflits internes<sup>31</sup>. Mais cette littérature ne distingue généralement pas les facteurs qui sont d'ordre structurel et ceux qui relèvent de la politique courante. Selon le cadre conceptuel proposé, les facteurs structurels doivent être isolés. La Ferdi a construit un modèle qui a l'avantage de distinguer le risque structurel et le risque non structurel de conflit<sup>32</sup>. Le risque structurel est alors considéré comme le risque de long terme, évoluant lentement au fil du temps, et captant les caractéristiques structurelles des pays alors que le risque non structurel plus fluctuant est lié essentiellement aux chocs de plus court terme ou à un déséquilibre survenant dans la situation nationale, régionale ou internationale. L'accumulation ou l'intensification du premier type de risque influence et renforce l'avènement du second, qui à son tour contribue au déclenchement d'un conflit.

L'indicateur de vulnérabilité sociétale est ainsi la moyenne arithmétique de l'indice de violence interne global (IVI) et de l'indice du premier type de risque de conflit (le risque structurel)<sup>33</sup> (cf. Figure 15).

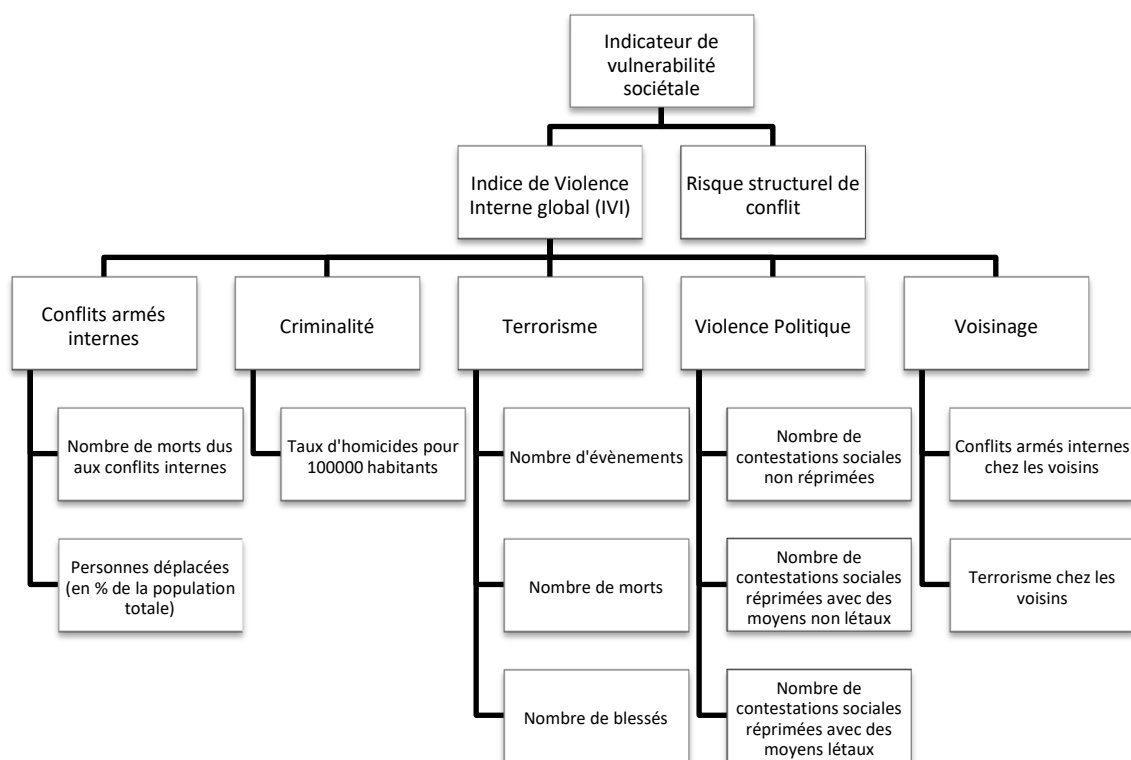
---

<sup>31</sup> Voir Blattman et Miguel (2010), Garfinkel et Skaperdas (2012), Rohner (2018).

<sup>32</sup> Grâce à l'utilisation modèle *logit booléen* : pour plus de détails voir Feindouno et Wagner, 2020. Le modèle est résumé par la figure A2 en annexe 5.

<sup>33</sup> Ce risque structurel dépend de variables structurelles qui sont présentes dans d'autres indicateurs du cadre conceptuel. Le principe d'absence de redondance entre indicateurs n'est pas pour autant bafoué car l'influence de ces variables n'est mesurée qu'au travers de leur effet direct sur le risque de conflit.

**Figure 15 : L'indicateur de vulnérabilité sociétale**



**Note :** Le détail des sources de données est présenté dans le TableA8 en annexe 2. Un poids égal (0,2) est donné à chacun 5 sous-composants (conflits armés internes, criminalité, terrorisme, Violence politique et voisinage) pour le calcul de la moyenne quadratique. L'indicateur de vulnérabilité sociétal donne un poids égal (0,5) à l'IVI et à l'indicateur de risque structurel.

La table 5 ci-dessous donne la mesure de l'indice de violence interne et de ses différentes composantes pour Madagascar et permet de comparer la situation de ce pays à celle des autres pays d'Afrique sub-saharienne<sup>34</sup>

Comme évoqué plus haut, la vulnérabilité sociétale structurelle de Madagascar apparaît comme relativement peu élevée en comparaison des autres pays d'Afrique sub-saharienne.

<sup>34</sup> Soit 38 pays. Hors Afrique du Sud

**Table 5 : L'IVI et ses composants. Madagascar comparé aux pays d'Afrique au sud du Sahara en 2018**

	Poids moyenne quadratique (en %)	Madagascar	Moyenne des pays d'Afrique au sud du Sahara	Médiane des pays d'Afrique au sud du Sahara	Rang au sein des pays d'Afrique au sud du Sahara
<b>IVI</b>	<b>100</b>	<b>26,76</b>	<b>43,25</b>	<b>37,86</b>	<b>31</b>
Conflits armés internes <sup>35</sup>	20	36,22	42,45	39,72	21
Criminalité	20	0,73	38,06	32,04	37
Terrorisme <sup>36</sup>	20	32,06	38,78	35,03	21
Violence politique	20	34,58	38,04	35,36	20
Voisinage	20	6,71	38,58	35,94	35

Source : Base de données Ferdi

<sup>35</sup> Dans ce cluster, notre objectif est de mesurer le niveau de violence interne générée par les conflits armés internes, qui provoquent la mort de civils, des blessures et des déplacements de population. Deux variables sont utilisées : le nombre de décès, et le nombre de personnes déplacées à l'intérieur du pays (en % de la population) en raison de conflits armés internes. Nous utilisons les données de la version 5.0-2014 de la base Uppsala Conflict Data Program (UCDP/PRIO) Battle-related Deaths Dataset. UCDP/PRIO définit 4 types de conflits : les conflits armés extra-systémiques, interétatiques, internationalisés et internes. Dans le manuel détaillé de la base, les conflits sont catégorisés selon les parties impliquées dans le conflit, plutôt que selon l'étendue territoriale du conflit. Ainsi, pour les conflits internes, le principal groupe impliqué est toujours le gouvernement. Nous sélectionnons donc uniquement les événements-pays pour lesquels les gouvernements sont en premier lieu impliqués dans le cadre d'un conflit bilatéral (nous ne retenons pas les autres pays engagés dans ce conflit interne). Selon cette base, un événement n'est considéré comme conflit que s'il génère au minimum 25 morts au cours de l'année. Ce qui constitue un seuil relativement élevé d'autant plus que les conflits impliquant des belligérants armés et susceptibles de provoquer beaucoup de morts, sont de moins en moins nombreux. Dans un monde en confusion où les peuples aspirent à plus de démocratie, de justice sociale et de mieux-être, le contrat social et la légitimité de l'État sont constamment menacés dans la plupart des pays, notamment dans les États fragiles. La pression sociale y est de plus en plus forte, les protestations, manifestations sociales et politiques plus ou moins réprimées violemment y sont légion. Ces événements, parce qu'ils occasionnent souvent moins de morts, ne sont généralement pas considérés dans la base de données UCDP/PRIO. Or, de par leur occurrence, ils peuvent avoir des conséquences parfois aussi considérables que les conflits armés à forte mortalité présents dans la base UCDP/PRIO. Cette distinction justifie le caractère composite de l'indice.

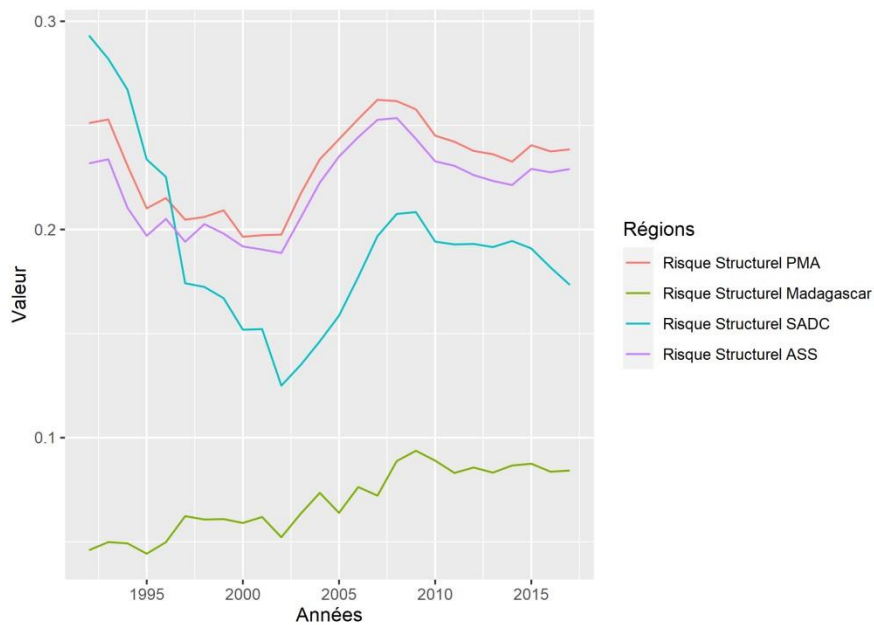
<sup>36</sup> Le terrorisme constitue de nos jours un élément central de la scène conflictuelle mondiale. L'indice capte l'occurrence des actes terroristes dans un pays au travers du nombre d'incidents terroristes. L'incident terroriste étant défini selon la terminologie du Global Terrorism Database (GTD) de l'Université du Maryland. Un incident est considéré comme relevant du terrorisme quand il s'agit d'une menace ou d'un acte illégal d'un agent (non étatique) entrepris pour raisons politiques, économiques, religieuses ou sociales, en vue de produire intentionnellement de la peur et de l'intimidation, en direction d'un large public (au-delà des victimes immédiates). Cette définition large rend comparable les expériences des différents pays considérés mais peut ne pas correspondre à la définition spécifique que chaque État fait individuellement de ces événements.



Effectivement la violence sous ses différentes formes est restée relativement faible à Madagascar au cours des dernières années. Les conflits ont été de faible intensité et n'ont jamais généré de grands nombres de morts. Lors des périodes de tensions, les forces armées ont de d'ailleurs plutôt joué un rôle d'intermédiation et d'apaisement. Si la violence est néanmoins présente dans la société malgache, elle s'exprime en grande partie par un mécontentement populaire qui n'identifie pas clairement ses causes et ne désigne pas directement des responsables. Madagascar est également caractérisée par la faiblesse de la violence physique subie par la population au quotidien en comparaison de la grande majorité des pays Africains. De façon apparemment paradoxale, alors que le pourcentage de victimes de l'insécurité est plutôt faible, une part importante de la population éprouve un sentiment d'insécurité, notamment selon les données issues des enquêtes *Afrobaromètre*. Mais, selon Razafindrakoto et al. (2013), cette peur de la violence qui ne se justifie pas par une exposition effective à l'insécurité témoigne en réalité d'un rapport spécifique des Malgaches à la violence, la tendance à en exagérer le risque, la portée ou l'ampleur s'expliquant par une aversion particulière de la population pour la violence.

On observe que le risque structurel issu du modèle développé par Feindouno et Wagner (2020) est très inférieur aux autres pays comparables. Certains facteurs comme la fragmentation ethnique et les tensions qui en découlent sont très peu présents dans l'histoire de Madagascar. D'après les données issues des enquêtes *Afrobaromètre*, les Malgaches sont les moins nombreux à considérer que certains groupes ethniques sont discriminés. De même, les Malgaches affirment, en moyenne, que leur groupe ethnique n'a ni plus ni moins d'influence politique que les autres. Cependant, le niveau de risque structurel a augmenté de manière significative sur la période reflétant, en partie, l'apparition, avec la crise de 2009, de phénomènes nouveaux de violence interpersonnelle. Depuis cette dernière crise, le pays a connu un accroissement sensible de la violence sociale dans les zones urbaines (figure 16).

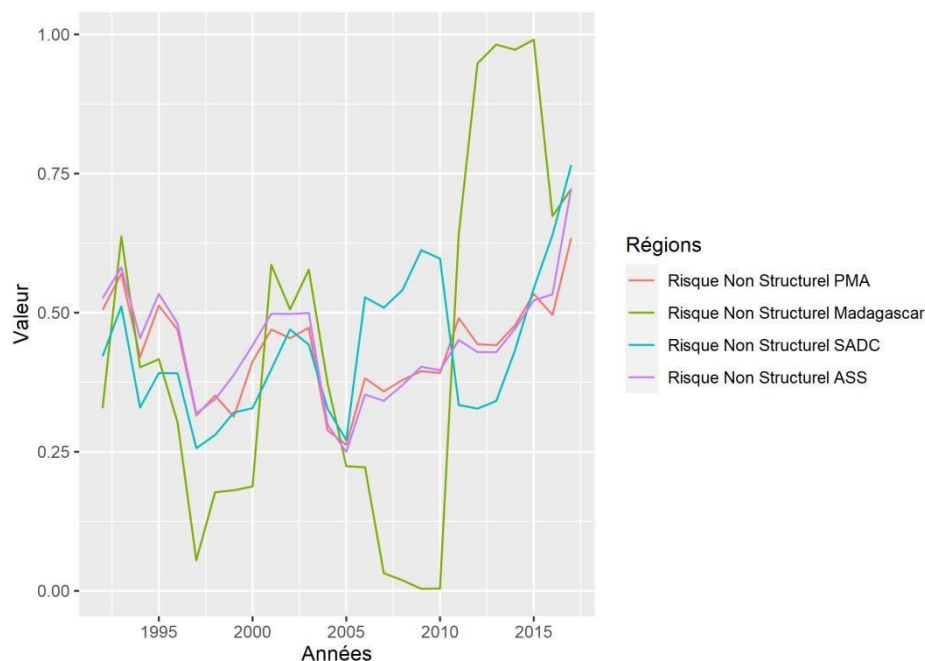
**Figure 16 : Évolution du risque structurel de conflit sur la période 1990-2018**



### **Des crises politiques récurrentes à Madagascar et l'ampleur de leurs coûts.**

Cependant des crises politiques récurrentes affectent Madagascar. Elles semblent de nature plutôt endogène que structurelle. Si l'on se réfère au risque de conflit non structurel ou de court terme, calculé par le même modèle développé par Feindouno et Wagner, on note de très importantes variations de ce risque qui correspondent aux nombreuses crises politiques auxquelles le pays a dû faire face et qui à leur tour explique l'apparition de la violence (figure 17) Ce sont essentiellement des facteurs endogènes et dépendants de la volonté des acteurs qui expliquent les différentes crises politiques. Razafindrakoto *et al.* (2013) ont montré que ces crises sont des manifestations de conflits entre élites dirigeantes cherchant essentiellement à s'accaparer le contrôle des ressources du pays.

**Figure 17 : Évolution du risque non-structurel de conflit sur la période 1990-2018**



La période qui a suivi l'indépendance a été marquée par quatre crises politiques, notamment en 1972, en 1991, en 2001-2002 et en 2009-13. Ces crises politiques récurrentes ont entraîné une très grande instabilité de la croissance, le pays prospérant pendant les périodes de stabilité politique. Depuis l'indépendance, il y a eu plusieurs périodes de croissance économique, chacune offrant l'espoir d'une amélioration des moyens de subsistance et d'une réduction de la pauvreté. En période de stabilité politique, le secteur privé, relativement diversifié et dynamique, parvient à réaliser de bons résultats. Cependant, les périodes de croissance ont été interrompues par des crises politiques si profondes que les accélérations ultérieures ont été insuffisantes pour rattraper les gains perdus avant que le pays ne plonge à nouveau. Il est frappant de constater que le produit par tête est à l'heure actuelle inférieur à ce qu'il était en 1961 au moment de l'indépendance. Il en est résulté un accroissement de la pauvreté. En 2019 le pourcentage de la population vivant avec moins de 1,90 dollar est encore égal à environ 75%. Les crises politiques ne sont pas seules responsables de cette situation. Nous avons au chapitre II indiqué quel avait pu être l'impact de la vulnérabilité économique, mais les crises politiques, que cette vulnérabilité économique reflète en partie, expliquent certainement une part importante de ce résultat.

L'instabilité de la croissance a non seulement exercé un effet négatif sur la croissance économique à long terme, mais a pu accroître par elle-même le niveau de pauvreté. Elle augmente les inégalités à cause des réponses asymétriques aux chocs positifs et négatifs

en fonction du niveau de revenu initial des habitants. Les pauvres profitent moins que les riches des périodes de croissance et sont plus affectés par les récessions. Leurs sources de revenus sont moins diversifiées, ils ont moins de capital humain et sont moins mobiles entre différents secteurs et différentes zones géographiques (Laursen et Mahajan, 2005). L'effet de l'instabilité de la croissance sur la pauvreté a été examiné par Guillaumont et Korachais (2008) sur la période entre 1981 et 2005 : lorsque l'instabilité du revenu augmente d'un point de pourcentage sur une période de six ans, le niveau de pauvreté augmente d'à peu près un point de pourcentage en moyenne. De même, Guillaumont, Korachais et Subervie (2009) estiment qu'il existe un effet négatif de l'instabilité macro-économique sur le taux de survie des enfants, alors même que l'impact du niveau de revenu est pris en compte. L'effet de l'instabilité de la croissance sur la pauvreté est d'autant plus important à considérer pour Madagascar que le taux de pauvreté y est très élevé.

La nature intermittente de la croissance souligne la vulnérabilité de l'économie aux crises politiques. « Le principal choc interne tient à la fragilité politique : les changements de régime inconstitutionnels et les risques de futures crises alimentent l'incertitude chez les investisseurs et l'adoption d'une approche à court terme dans l'élaboration de politiques économiques ». Que les périodes de forte croissance économique aient été à chaque cas écourtée par une crise politique souligne l'importance de la dynamique de l'économie politique pour la trajectoire de croissance de Madagascar. (Banque Mondiale, 2020a). Les changements institutionnels ont accru l'isolement du pays en raison du retrait des dons et prêts concessionnels extérieurs (sachant l'importance de l'aide extérieure pour le budget de l'État), et du retrait des avantages liés à des accords commerciaux tels que l'AGOA donnant un accès privilégié au marché américain. La dernière crise entre 2009 et 2014 a été exceptionnellement longue et a eu des répercussions économiques et sociales dévastatrices. Elle a été intensifiée par la crise financière de 2009 qui a stoppé net la croissance mondiale. De plus, la suspension de nombreuses activités de la part des donateurs en raison de la crise a également entraîné des réductions importantes des investissements et une forte diminution de la fourniture de services alors que l'aide au développement représentait 40 % du budget du gouvernement en 2009. À l'inverse le retour à la stabilité politique en 2014 s'est accompagné d'un rebond économique, la croissance du produit passant de 2,3% en 2013 à 5,2 en 2020, ce qui a contrario montre bien les dommages entraînés par une mauvaise gouvernance.

## L'impact macroéconomique des crises politiques est particulièrement sévère à Madagascar.

La vulnérabilité sociétale, comme nous l'avons vu, est particulièrement complexe à définir et à mesurer, rendant difficile l'estimation de son impact sur la croissance du produit par tête. La vulnérabilité sociétale représente, à l'instar des autres formes de vulnérabilité, la probabilité que l'économie soit impactée par un choc en fonction de son exposition à ce type de choc et de l'intensité des chocs passés. Une importante vulnérabilité sociétale implique que les chocs politiques ou liés à la violence sont récurrents. À long terme, ces chocs modifient la structure de l'économie aussi bien en influençant la gouvernance qu'en réduisant la résilience structurelle du pays de par son impact sur la pauvreté et les inégalités.

Mesurer l'impact de la vulnérabilité sociale nécessite alors de mesurer l'impact de ces chocs récurrents sur la croissance du produit. Afin de mesurer un choc correspondant à la définition de la vulnérabilité sociétale présentée ci-dessus, nous ne pouvons pas avoir recours à l'indicateur de violence interne pour lequel nous ne disposons pas de données temporelles. Cependant, comme suggéré par Feindouno et al. (2016), l'indicateur de stabilité politique et d'absence de violence (SPAV) des World Governance Indicators (WGI) de la Banque Mondiale présente la corrélation la plus significative avec l'IVI parmi les indicateurs similaires disponibles. Nous utilisons alors l'opposée de cette variable (une plus forte instabilité impliquant alors une plus forte valeur) pour construire une variable indicatrice prenant pour valeur 1 l'année où la valeur de cet indicateur est supérieure à la moyenne pour le pays  $i$  sur l'ensemble de la période 2000-2019 plus un écart type. Cette méthode de filtrage permet notamment dans le cadre de Madagascar d'isoler la crise de 2009. Nous reprenons alors le modèle utilisé pour l'estimation de l'impact économique des cyclones en estimant la relation suivante :

$$g_{it} = f(EV_{it}, 100-HA_{it}, y_{it-1}, indIPV_{it})$$

Où la croissance du produit par tête du pays  $i$  à l'année  $t$  ( $g_{it}$ ) est expliquée par sa vulnérabilité économique structurelle ( $EV_{it}$ ), son manque de capital humain ( $100-HA_{it}$ ), son niveau de produit par tête en logarithme à l'année  $t-1$  ( $y_{it-1}$ ) et la variable indicatrice présentée ci-dessus représentant les chocs sociétaux, au travers de l'Instabilité Politique et de la Violence ( $indIPV_{it-1}$ ). Afin de mesurer l'impact d'une crise sociétale sur le taux de croissance du produit par tête à Madagascar, une dernière variable est introduite dans le modèle reflétant l'interaction entre la variable de choc en  $t$  et une variable indicatrice propre à Madagascar:  $indIPV_{it} \times MDG_i$ . Les estimations en panel sont conduites sur la période 2000-2019 sur un panel de 139 pays en développement. Les données sont issues du CDP et de la Banque Mondiale. Le résultat des estimations est donné dans le tableau 6 ci-dessous.

D'après la première colonne, en moyenne sur l'ensemble de la période et des pays en développement, les années pendant lesquelles se produit ce type de choc sociétal sont associées à des taux de croissance inférieurs de 0,5 point de pourcentage en moyenne. Cependant, cet effet apparaît comme étant largement hétérogène car dépendant de nombreux facteurs structurels comme la vulnérabilité mais aussi la résilience. En effet, comme le montrent les colonnes 2 et 3, une fois la spécificité de Madagascar prise en compte, l'impact de ce type de choc est bien plus significatif. Ainsi, à Madagascar, un choc sociétal est associé à une réduction de la croissance du produit par tête de près de 3 point de pourcentage l'année du choc. Un tel impact est notamment susceptible d'expliquer l'occurrence de taux de croissance négatifs.

Une importante vulnérabilité sociétale, impliquant une importante récurrence de ce type de choc aura alors un effet très significatif sur la croissance et le développement durable. En effet, en cumulant les effets des crises recensées au cours de la période 2000-2019, nous obtenons, selon nos estimations, un manque à gagner en termes de croissance du produit par tête de près de 10 points de pourcentages.

**Table 6 : Estimations de l'impact de la vulnérabilité sociétale sur la croissance dans les pays en développement et à Madagascar.**

	(1)	(2)	(3)
<i>Variable Dépendante:</i>			
Taux de croissance du produit par tête	FE	FE	Sys-GMM
Produit par tête (en log, t-1)	-10.107*** (-3.86)	-10.095*** (-3.85)	-2.477 (-0.96)
Faible HAI	-0.062 (-1.35)	-0.061 (-1.34)	-0.101 (-1.07)
EVI	0.007 (0.08)	0.007 (0.08)	-0.035 (-0.66)
Choc sociétal	-0.518+ (-1.51)	-0.492 (-1.42)	-0.360 (-1.09)
Choc sociétal malgache		-2.995*** (-4.93)	-2.809*** (-3.07)
Constante	82.056*** (3.62)	81.947*** (3.61)	24.925 (1.01)
Observations	2599	2599	2599
Pays	139	139	139
R2	0.104	0.104	
Test d'AR(1), p-value			0.082
Test d'AR(1), p-value			0.883
Test de Hansen, p-value			0.680

Statistiques t de Student robustes entre parenthèses. Les estimations contiennent des variables indicatrices annuelles. + p < 0.15, \* p < 0.10, \*\* p < 0.05, \*\*\* p < 0.01



## Chapitre V - La résilience à Madagascar

Comme nous l'avons expliqué au chapitre I, la capacité de résilience d'une économie aux chocs exogènes n'est pas seulement une question de volonté politique. Elle est dans une certaine mesure tributaire des caractéristiques structurelles de l'économie. Avant d'analyser quelles politiques sont à Madagascar nécessaires à l'amélioration de la résilience, il est utile de considérer les facteurs structurels de la résilience qui déterminent le cadre dans lequel s'exerce la politique économique.

### Les facteurs structurels de la résilience malgache

Le niveau de développement joue évidemment un rôle central dans la capacité des autorités comme des acteurs économiques pour gérer les différentes dimensions de la vulnérabilité. Lorsque le niveau de revenu est faible et la pauvreté importante, les acteurs n'ont pas la flexibilité ou les ressources nécessaires pour répondre de manière adaptative aux chocs. Le faible niveau de développement d'un pays et un fort taux de pauvreté pèsent sur les finances publiques et rendent difficiles la mise en œuvre de politiques publiques contra-cycliques ainsi que la mise en place de mécanismes assurantiels.

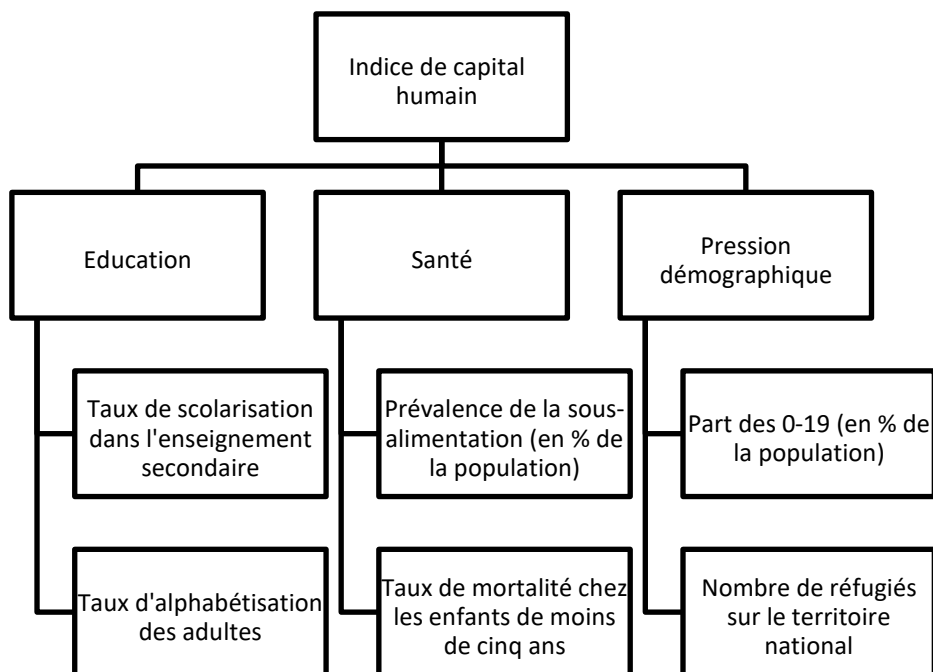
Dans le chapitre 1 nous avons souligné que le revenu par tête donne une image trop étroite des facteurs structurels de la résilience du pays. Il nous paraît nécessaire de considérer à côté du revenu par tête un « indicateur de capital humain ».

Il existe certes de multiples indicateurs de capital. Nous choisissons d'utiliser ici le Human Asset Index (HAI), l'indice élaboré aux Nations unies par le Comité des politiques de développement (CDP) pour l'identification des pays les moins avancés (PMA) et qui sert donc entre autres indices à inclure Madagascar dans cette catégorie. Cet indice a été conçu pour mesurer le handicap structurel que constitue la faiblesse du capital humain pour le développement. Il regroupe des indices reflétant la faiblesse des niveaux d'éducation et de santé. Même s'il existe une forte corrélation entre d'une part les niveaux de santé et d'éducation et d'autre part le bien-être dérivé de leur obtention, le HAI représente avant tout la capacité des pays en termes de développement. Les estimations données supra dans le Table2 (Chapitre II) fait apparaître que le manque de capital humain, reflété par la variable (100-HAI), a contribué à réduire la croissance économique. En multipliant le coefficient obtenu pour (100-HAI) (-0,05) par la valeur moyenne de cette variable à Madagascar sur la période d'estimation (1990-2016), soit 56.6, il apparaît que la perte de croissance du produit par tête résultant du faible capital humain est de l'ordre de 2,8% %, par an, ce qui est considérable.



La figure 18 ci-dessous résume l'indice de capital humain.

**Figure: 18 : L'indice de capital humain (HAI)**



**Notes :** Le détail des sources de données est présenté dans la table A9 Annexe 2. Chaque composant à un poids égal.

Dans sa forme de 2005, le HAI est composé de quatre indicateurs : le taux de mortalité infanto-juvénile, le pourcentage de la population souffrant de malnutrition chronique, le taux d'accès à l'enseignement secondaire et le taux d'alphabétisation des adultes. En 2015, un composant supplémentaire a été ajouté, à savoir la mortalité maternelle. Comme ce composant est plus un indicateur de bien-être que de capacité, la version initiale du HAI nous paraît préférable. Mais la version de 2015 pourrait aussi bien être utilisée, sans guère d'impact sur les niveaux relatifs du HAI. Nous proposons d'introduire deux indicateurs complémentaires traduisant les contraintes spécifiques résultant de la jeunesse de la population ainsi que de la présence de réfugiés sur le territoire national. Le ratio de la population de 0 à 19 ans sur la population totale reflète le poids de la dépendance démographique due à la jeunesse de la population et le défi majeur que représente l'emploi des jeunes dans les pays africains. Un nombre important de réfugiés constitue un poids pour les finances publiques et est souvent à l'origine de tensions sociales.

Les tableaux suivants retracent les éléments précédemment définis qui déterminent la part structurelle de la résilience malgache (tableaux 7 et 8), tels qu'ils apparaissent en 2018.

**Table 7 : Le produit national brut par tête. Madagascar comparé aux pays d'Afrique au Sud du Sahara en 2018 (en dollars)**

Madagascar	Madagascar	Moyenne des pays d'Afrique au sud du Sahara	Médiane des pays d'Afrique au sud du Sahara	Rang au sein des pays d'Afrique au sud du Sahara
PNB/hab (PPP)	1440	2140	1810	12
PNB/hab (WBA)	400	876	710	7

Source: World Bank Development indicators.

**Notes :** PPP=Parité de pouvoir d'achat, WBA=Méthode Atlas de la Banque Mondiale. Un rang faible implique un faible revenu par habitant.

**Table 8 : L'indice de capital humain (ICH/HAI) et ses composants. Madagascar comparé aux pays d'Afrique au sud du Sahara en 2018**

	Poids moyenne quadratique (en %)	Madagascar	Moyenne des pays d'Afrique au sud du Sahara	Médiane des pays d'Afrique au sud du Sahara	Rang au sein des pays d'Afrique au sud du Sahara
ICH	100	57,4	60,37	57,93	26
Santé	33	18,54	21,63	11,64	17
Education	33	97,67	95,62	98,41	24
Pression démographique	33	0,75	20,17	10,19	36

Source : Base de données Ferdi.

Madagascar se caractérise par un Produit par tête particulièrement faible dans l'ensemble des pays africains. L'indicateur de capital humain présente également un profil préoccupant. En matière d'éducation et de santé Madagascar se situe dans la moyenne des 38 pays africains (rang 17 et 24 en partant des moins bien dotés). Environ un enfant de moins de cinq ans sur deux souffre d'un retard de croissance ; d'après le FMI, les taux de malnutrition chronique sont les quatrièmes plus élevés au monde ; et Madagascar est le cinquième pays avec le plus grand nombre d'enfants abandonnant l'école primaire en 2012 dans le monde. Non seulement le capital humain est en déclin, mais les dépenses totales en matière d'éducation et de santé (en niveau et en % du PIB)

sont parmi les plus faibles du monde. L'apparition d'épidémies telles que la rougeole (en 2019) et la peste (en 2018) souligne les faiblesses du système de santé dans son ensemble.

Il existe d'autres indicateurs du capital humain auxquels on peut se référer. Le principal concurrent de l'HAI était jusqu'à récemment le *Human Development Index* (HDI), publié, depuis 1990, par le PNUD et qui a fait au fil des ans l'objet de diverses améliorations sans que sa structure fondamentale ait été modifiée. Il existe au moins quatre raisons de préférer HAI :

- HDI se présente avant tout comme un indicateur de qualité de la vie plutôt qu'un indicateur de capacité humaine;
- HDI inclut, parmi ses composantes, le PNB par habitant qu'il paraît plus transparent de considérer à part, comme nous le suggérons dans le cadre conceptuel du chapitre I.
- HDI souffre de déficiences en ce qui concerne la qualité des données et leur mise à jour: en effet la sélection des composantes du HAI a été faite en tenant compte de leur couverture et fiabilité, en raison même de l'usage de cet indice à une fin opérationnelle, l'identification des PMA ;
- HDI n'inclut aucune composante relative à la nutrition, malgré l'impact important de la sous-nutrition et de la malnutrition sur le développement, notamment pour les pays africains et Madagascar en particulier.

Quoiqu'il en soit le diagnostic tiré du *Human Development Index* est identique à celui de HAI mettant en lumière la faiblesse du développement humain à Madagascar. Selon cet indicateur, Madagascar se situe en 2018 dans la dernière catégorie des pays, ceux avec un faible développement humain, avec un score de 0,521, à peine plus bas que la moyenne des pays africains au Sud du Sahara (0,541) et il est classé 162<sup>ème</sup> sur 189 pays dans le monde.

Un concurrent plus sérieux du HAI pour mesurer et comparer les niveaux de capital humain est récemment apparu avec le *World Bank Human Capital Index* (HCI) qui constitue la tentative la plus avancée à ce jour dans le domaine (World Bank, 2018, 2019, Kraay, 2019). Le HCI combine des indicateurs de santé et d'éducation en une mesure du capital humain (potentiel de productivité) qu'un enfant né aujourd'hui peut espérer atteindre à son 18<sup>ème</sup> anniversaire compte tenu des risques liés à la faible éducation et santé qui prévalent dans le pays. C'est bien un indicateur de capital et non de bien-être. Il intègre dans un cadre théorique cohérent des données relatives aux taux de scolarisation et de survie par âges, ainsi qu'à la qualité de l'éducation, repérée par des enquêtes internationales, et de la santé révélée par des enquêtes anthropologiques et

nutritionnelles (du type retard de croissance, stunting en anglais). Mais comme cela est parfaitement reconnu par les concepteurs de l'indice (Kraay, 2019), il comporte un certain nombre de limites, essentiellement dues à des problèmes de disponibilité ou comparabilité statistique. De plus sa complexité, au demeurant justifiée sur le plan théorique, risque de le rendre peu transparent pour un exercice à portée opérationnelle. La Banque Mondiale fournit une évaluation pour 2020 qui prend en principe en compte l'impact de la COVI-19. Les résultats confirment le faible niveau de capital humain de Madagascar. Ce pays est classé 24<sup>ème</sup> sur 174 pays du monde, en partant du niveau le plus faible. Son score est 0,39, équivalent au score moyen des pays d'Afrique au Sud du Sahara (0,40) contre 0,75 pour la région Amérique du Nord, la mieux classée Banque Mondiale 2020b).

## Quelles politiques pour améliorer la résilience de Madagascar ?

Que la capacité de résilience malgache soit impactée par le faible niveau de développement et de capital humain, n'exonère pas et bien au contraire les gouvernants d'une action vigoureuse pour la renforcer. Elle en accroît le bénéfice. Dans le cadre de la mise en œuvre de la Politique Générale de l'Etat (PGE), le Gouvernement élabore un nouveau document stratégique nommé « Plan Emergence Madagascar » (PEM 2019-2023). Il devrait permettre de fixer le cadre global de planification nationale et définir les actions et programmes prioritaires en vue de concrétiser les engagements du Président de la République de Madagascar. L'exigence de résilience aux chocs externes devrait être au cœur des engagements de la politique générale du gouvernement pour les années à venir.

Le Plan Emergence Madagascar fixe les principes directeurs et orientations stratégiques qui vont guider la mise en œuvre des politiques de développement de Madagascar. L'approche émergente est basée sur trois socles de base, à savoir (i) le renforcement du capital humain, (ii) l'économie et la croissance accélérée et (iii) l'environnement, soutenus par un pivot central qui est la gouvernance.

Les programmes prioritaires vont être mis en œuvre à travers les 13 VELIRANO (engagements stratégiques du Président de la République) qui correspondent aux Objectifs de Développement Durable des Nations Unies.

Si l'on se réfère au « cadre conceptuel d'analyse de la vulnérabilité » à Madagascar développé dans les pages précédentes, on voit que la Politique Générale de l'État vise en grand partie à accroître la résilience aux chocs externes, notamment les conditions structurelles de cette résilience.

Le Pivot Gouvernance relate :

- La paix et la sécurité
- La lutte contre la corruption et le renforcement de la performance de l'administration publique ;
- L'autonomie et la responsabilité des collectivités territoriales et décentralisées ;

Le socle « social et renforcement du capital humain » va être concrétisé par les actions en faveur de l'éducation, de la santé, de l'emploi, de l'habitat, du sport et de la culture.

Les deux derniers socles relatifs « au socle économique et croissance accélérée » et au socle « environnement pour faire de Madagascar une île verte » sont directement liés à la réduction des vulnérabilités économiques et climatiques dont nous avons précédemment montré l'acuité à Madagascar. La meilleure façon de diminuer l'impact des chocs économiques ou climatiques est bien de diversifier l'économie. Le Plan Emergence Madagascar met l'accent sur l'industrialisation, le développement du tourisme, le développement numérique et l'autosuffisance alimentaire (grâce à la modernisation de l'agriculture). Quant au socle environnemental, il est essentiel pour faire face aux conséquences du réchauffement climatique, une gestion durable des ressources naturelles, des paysages et la reforestation intensive, la prévention des risques et catastrophes, une politique de l'énergie et de l'eau pour tous. Notons enfin que dans la rubrique « gouvernance » le premier VELIRANO désigné est « la paix et la sécurité ». Il est significatif que cet objectif soit lié à la bonne gouvernance : comme nous l'avons noté au chapitre IV la vulnérabilité sociétale est moins due à des causes structurelles qu'aux crises politiques récurrentes.

Les politiques visant à accroître la résilience de Madagascar aux chocs externes qui contribuent à sa forte vulnérabilité, dans ses différentes composantes, devraient se déployer tant dans le domaine économique que dans le domaine social.

#### *Réduire l'impact économique des vulnérabilités*

Les autorités malgaches ont mené avec les experts de la Banque Mondiale une réflexion approfondie sur les moyens de rendre « l'économie plus résiliente » (Banque mondiale 2020a). Ce mémorandum évoque de nombreuses pistes d'action susceptibles de réduire les vulnérabilités malgaches et de rendre la croissance plus soutenable et inclusive. Le dernier chapitre offre un résumé très utile des réformes déjà engagées ou envisageables.

Les réformes susceptibles de réduire l'impact économique des vulnérabilités économiques peuvent être regroupées en quatre axes.

1) Renforcer la connectivité.

Sont visés ici l'amélioration du transport routier, la réforme du secteur du transport aérien intérieur, le renforcement de la compétitivité du secteur routier, l'accès à l'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables. En effet au chapitre II nous avons souligné qu'un des facteurs de vulnérabilité de Madagascar était la déficience de ses infrastructures, puisque ce pays se situe au neuvième rang des pays d'Afrique au Sud du Sahara, faisant ainsi partie des dix pays les plus vulnérables à ce titre.

2) Développer le capital humain

Toute une série d'actions sont proposées par la Banque mondiale en matière d'éducation et de santé. Cela suppose d'accroître les dépenses dans ces secteurs qui sont à Madagascar les plus faibles du monde. Il s'agit aussi d'encourager le leadership féminin. Le but est d'accroître la productivité des entreprises et ainsi d'améliorer la résilience aux chocs. On a vu en effet que Madagascar est médiocrement doté en capital humain par rapport à l'ensemble des pays africains au Sud du Sahara (première section de ce chapitre)

3) Uniformiser les règles du jeu.

Il s'agit ici d'améliorer le cadre réglementaire et le climat des affaires, afin notamment d'attirer plus d'investissements privés. Nous avons vu (au chapitre III) que, *selon* « *Notre Dame Global Adaptation Index* » ou « *ND-GAIN* » le climat des affaires à Madagascar réduit la capacité du pays à faire face aux conséquences du réchauffement climatique.

4) Améliorer la production agricole.

Ce dernier volet est essentiel puisque la situation de l'agriculture est l'une des causes importantes de la vulnérabilité économique de Madagascar et de sa vulnérabilité au changement climatique, telle qu'elle se manifeste dans l'instabilité de la production agricole et plus encore des exportations. C'est dans ce secteur que réside la plus grande part des pauvres. Les agriculteurs bénéficieraient d'une amélioration de leur connexion aux marchés, d'une information fiable sur le prix des denrées, l'annulation des interdictions arbitraires d'exportation du riz et autres produits. Il serait aussi souhaitable de mettre en place des systèmes d'assurance contre les pertes de production dus à des événements naturels.

Toutes ces réformes ont comme point commun qui est de contribuer à la croissance économique et au-delà à la réduction de la pauvreté dont l'incidence est encore si forte à Madagascar. Elles devront tenir compte de la sensibilité spécifique des différentes régions de Madagascar aux conséquences du réchauffement climatique en inscrivant l'ensemble des réformes précédentes dans une politique d'aménagement du territoire.

### *Réduire l'impact social des vulnérabilités*

Les effets des chocs liés au changement climatique et notamment aux catastrophes naturelles affectent la sécurité des moyens de subsistance des populations rurales pauvres en raison de la forte dépendance à l'égard de l'agriculture de subsistance, de l'insécurité alimentaire chronique, de l'isolement physique et du manque d'accès aux filets de sécurité sociale. Pour faire face à ces risques, il s'agirait alors de renforcer les interventions précoces en cas de catastrophe, d'améliorer les mesures d'adaptation au réchauffement climatique, ainsi que de réformer les filets de sécurité sociale afin qu'ils soient encore plus étendus et puissent être utilisés de manière plus souple en cas d'urgence, au travers de schéma de rémunérations d'urgence conditionnelles ou non. Étant donné l'impact des chocs liés au climat sur les infrastructures physiques, les mesures d'adaptation doivent inclure l'entretien régulier des infrastructures mais aussi leur développement dans les zones les plus difficiles d'accès. La perte des moyens de subsistance dans les zones touchées par le climat peut exercer une pression sur la migration vers des zones moins touchées par les chocs ou les changements liés au climat, qui peuvent ne pas disposer des infrastructures nécessaires et nécessitent des mesures pour faire face aux réinstallations des populations situées dans les zones sujettes aux inondations et/ou aux glissements de terrain. Nous avons estimé que le passage des cyclones coûte en moyenne 1 % du PIB par an. La planification des coûts futurs implique de promouvoir le développement de fonds d'urgence, de crédits conditionnels et de systèmes assurantiels et de protection sociale.

Le système actuel de Madagascar en matière de protection sociale est très fragmenté et la coordination entre les différentes interventions existantes semble limitée, ce qui laisse une grande partie de la population pauvre sans couverture. Toutefois, des efforts considérables ont été déployés ces dernières années pour faire progresser le système de protection sociale, notamment par l'élaboration d'une politique nationale et d'une stratégie nationale de protection sociale (SASPEN) et par le lancement conjoint du projet de filet de sécurité sociale (SSNP) par le ministère de la population, de la protection sociale et de la promotion des femmes (MPPSPF) et la Banque mondiale. Les programmes actuels et passés comprennent le programme Transfert monétaire pour le développement humain (TMDH) et le programme Argent contre travail productif (ACTP). Le TMDH est un programme de transfert conditionnel qui fournit des transferts d'argent liquide bimensuels aux mères de ménages extrêmement pauvres, à condition que leurs enfants soient scolarisés. Le programme est non conditionnel pour les ménages dont les enfants sont trop jeunes pour s'inscrire à l'école. En outre, les mères sont encouragées à participer au programme de nutrition communautaire de Madagascar.

Ces programmes gérés par le gouvernement sont mis en œuvre dans le cadre plus large des transferts d'argent liquide, du travail contre rémunération et d'autres programmes de protection sociale dirigés par des donateurs. L'un des principaux autres exécutants est le Programme alimentaire mondial (PAM), qui utilise l'aide alimentaire directe, l'alimentation scolaire, les transferts d'argent liquide et les systèmes de bons pour répondre à la faim et lutter contre l'insécurité alimentaire.

Un programme tel que le SSNDR (Social Safety Net Drought Response) dont l'objectif est de fournir une aide d'urgence rapide en cas de catastrophe naturelle tout en favorisant la résilience à long terme des ménages les plus pauvres des communautés les plus touchées apparaît comme nécessaire. En utilisant un programme combiné de transfert d'argent liquide, de rétablissement des moyens de subsistance et de nutrition, il a fourni un soutien financier et nutritionnel direct à près de 60 000 ménages ciblés dans des communes sélectionnées des régions d'Androy et d'Anosy. En conjonction avec d'autres programmes, l'objectif est alors d'accroître l'accès des ménages extrêmement pauvres aux services de protection sociale.

En effet, les actions à dominante sociale en termes d'éducation, de mobilité des personnes ou de sécurité alimentaire et sociale doivent être menées prioritairement dans des zones vulnérables où subsistent des poches de forte pauvreté. Les chocs économiques, le changement climatique et les chocs liés aux catastrophes naturelles ainsi que les chocs sociétaux constituent un risque important pour la viabilité économique et touchent particulièrement les plus pauvres et les plus vulnérables. Ces populations dépendent directement des ressources naturelles pour subsister. Les petits exploitants agricoles Malgaches ont notamment dû faire face à des difficultés exceptionnelles en raison des vulnérabilités mises en avant dans ce rapport, liées aux chocs climatique extrêmes, aux crises politiques nationales, à la volatilité des prix alimentaires, à l'accès à l'eau potable, à l'évolution de la gouvernance des ressources, à la corruption, ainsi qu'à une augmentation significative du banditisme, des vols de bétail et de la violence en générale.

Une des conséquences d'une absence de l'État sur le terrain du progrès social est inévitablement la montée de la violence. Le progrès social doit d'ailleurs constituer le leitmotiv de toute action de développement. Par exemple, les travaux d'infrastructure publique, rendu nécessaire par les impératifs liés aux catastrophes naturelles et au changement climatique, peuvent intégrer des composantes de « travaux à haute intensité de main-d'œuvre » qui remettent immédiatement les populations au travail et leur offrent des perspectives de formation professionnelle à plus long terme. Grâce au phasage des activités, des petits projets visibles peuvent être menés rapidement



dans le cadre de programmes d'investissements locaux dont le relais peut être assuré à moyen terme par les autorités publiques.

En effet, l'emploi et notamment celui des jeunes est une priorité pour le développement et la stabilité dans les situations de forte vulnérabilité. Les emplois jouent un rôle très important, étant donné leur contribution à la réduction de la pauvreté et à la croissance de la productivité mais aussi leur effet sur la cohésion sociale et sur la réduction du risque d'apparition de la violence. Cependant, le climat des affaires est particulièrement difficile dans les pays comme Madagascar présentant des risques structurels élevés, correspondant à diverses combinaisons de risques politiques, économiques et sociaux, à de faibles capacités institutionnelles, et à d'importantes contraintes en termes de ressources financières nécessaires au redressement économique et à la reconstruction.

Les ménages pauvres ont généralement un portefeuille de travail plutôt qu'un emploi unique. Peu d'adultes sont au chômage au sens de zéro heure travaillée. Au lieu de cela, ils sont sous-employés et aimeraient travailler plus d'heures. Généralement, chaque membre d'un ménage reçoit un revenu de nombreuses sources (que ce soit de l'agriculture, du travail informel occasionnel en passant par le petit commerce et le travail formel), en partie parce cette diversité atténue les risques inhérents à la saisonnalité d'une seule source de revenu, et qu'il est souvent impossible de maintenir un revenu suffisant dans l'exercice d'une seule activité. Dans ce contexte, une façon d'augmenter le revenu des ménages est d'améliorer les portefeuilles de travail plutôt que de créer des emplois à temps plein. Ainsi, aider les travailleurs pauvres à augmenter leur productivité dans leurs professions actuelles apparaît comme une priorité à court terme; tout comme le fait d'accéder à de nouvelles professions offrant des revenus plus élevés semble une priorité à moyen terme. La création d'emplois traditionnels et stables est nécessaire car la réduction de la pauvreté passe en grande partie par le développement dynamique du secteur privé, mais cette évolution sociétale représente un changement structurel à long terme.

Les programmes et politiques qui peuvent être immédiatement mis en œuvre et donner des résultats rapides comprennent notamment deux éléments majeurs: (i) un soutien financier direct pour rétablir les moyens de subsistance non seulement pour des revenus à court terme mais également pour accroître la productivité et réduire la vulnérabilité en constituant un filet de sécurité sociale et ii) des programmes de travaux publics à forte intensité de main-d'œuvre pour répondre aux besoins immédiats en matière d'emploi et fournir une infrastructure améliorée qui soutiendra également l'expansion des possibilités d'emploi dans le secteur privé. Le mode de participation à ces activités peut lui-même apporter une contribution essentielle. En effet, un dialogue social renforcé, un développement impulsé par la communauté ainsi qu'un engagement

fort du secteur privé renforcent le cercle vertueux entre réduction du risque de violence et croissance économique.

Les études suggèrent que les programmes centrés sur les injections directes en nature, conditionnelles ou non, peuvent constituer des outils efficaces pour remettre rapidement les citoyens au travail. Les injections de capitaux en espèces, de biens d'équipement ou de bétail semblent stimuler le travail indépendant et augmenter le potentiel de revenus à long terme, souvent lorsqu'elles sont associées à des interventions complémentaires comme les programmes de formation. L'évaluation de ces programmes suggère que les travailleurs pauvres transforment ces fonds en actifs durables, en épargne liquide ou en activités génératrices de revenus, augmentant ainsi leurs revenus de façon permanente. Dans les cas les moins favorables, ils augmentent temporairement la consommation des ménages, en particulier lors de chocs négatifs. De plus, les résultats de ces programmes ne semblent pas indiquer que ce type de transfert monétaire crée une dépendance au sein de la population.

Les travaux d'intérêt public, quant à eux, semblent à même de répondre à l'urgence de créer des emplois à court terme et de créer un sentiment de communauté. En théorie, ces programmes peuvent être des moteurs capables de redémarrer la dynamique économique locale. Dans des environnements où l'incertitude et l'instabilité sont persistantes, ces programmes impliquant un échange d'argent contre du travail d'intérêt public apparaissent en théorie comme l'une des meilleures interventions pour augmenter les revenus. Dans la mesure où les ménages augmentent alors leur consommation, ces nouveaux revenus du travail peuvent également avoir un effet multiplicateur important sur l'économie locale. Ces programmes peuvent également être politiquement plus faciles à mettre en œuvre ; ils impliquent de décaisser des fonds pour payer des salaires plutôt que de réaliser de simples transferts, en particulier lorsque le programme conduit à la création d'infrastructures publiques, telles que les routes ou infrastructures d'irrigation. Ces investissements ont l'avantage supplémentaire de rendre le travail indépendant plus productif par le biais d'une fourniture d'infrastructures nouvelles. Les travaux publics axés sur la communauté jouent enfin un rôle important pour le développement de la cohésion sociale.

Le ciblage de la population bénéficiaire est alors essentiel à la réussite de ces programmes. Cibler l'action autour des chaînes de valeur, des secteurs ou des régions géographiques peut aider à limiter la complexité de la mise en œuvre, fournir des résultats et offrir des moyens pratiques de se prémunir contre de possibles mauvaises utilisations des fonds. Les projets dans des secteurs tels que l'agro-industrie sont susceptibles d'offrir plus d'opportunités en faveur des travailleurs pauvres que ceux menés dans d'autres secteurs. La sélection de ces chaînes de valeur peut également

être éclairée par leur caractère inclusif, en particulier s'il existe des écarts de genre dans leur participation. Si le développement communautaire (CDD) peut devenir une approche appropriée dans les situations où la violence est largement présente, pour renforcer le contrat social, les décisions budgétaires réalisées au niveau du gouvernement central reste un défi pour leur réussite. Cette approche promet non seulement de garantir que les projets sélectionnés par la communauté génèrent de larges bénéfices, mais aussi de favoriser la cohésion sociale par une prise de décision commune. S'ils sont conçus dans une perspective à long terme, les programmes CDD peuvent jeter les bases d'une planification participative dirigée par le gouvernement, plutôt que de se démarquer comme un processus parallèle permanent. Cependant, les évaluations d'impact révèlent que les incitations définies au niveau du gouvernement central peuvent influencer l'efficacité de ces programmes ; et que la légitimité durable du programme dépend de la fourniture régulière de biens publics y compris une fois que les projets ont pris fin.

#### *Mettre en place un observatoire des vulnérabilités et de leurs impacts*

Afin de développer une stratégie capable de prendre en compte les interconnexions et le large spectre des vulnérabilités du pays et de ses territoires, le gouvernement doit renforcer l'intégration des indicateurs de vulnérabilité dans le processus politique. Les indicateurs de vulnérabilité et de résilience doivent informer le plan de développement national, le budget du gouvernement central, les programmes économiques et sociaux et les projets d'investissement public. Un observatoire statistique spécialisé, chargé de collecter systématiquement toutes les informations disponibles relatives aux trois formes de vulnérabilité, pourrait être institutionnalisé au cœur de l'Institut de statistique. Les partenaires de développement de Madagascar devraient s'appuyer sur leur vaste expérience internationale pour aider le gouvernement à construire un cadre analytique permettant d'évaluer la vulnérabilité et de formuler des politiques visant à renforcer la résilience sociale, politique et économique du pays. Une importance tout particulière devrait être accordée au calcul au niveau local d'indicateurs de vulnérabilité et de résilience, comme développé dans ce rapport pour la vulnérabilité au changement climatique, afin de permettre un meilleur ciblage régional des politiques. La vulnérabilité et la résilience sont des notions complexes, protéiformes et imbriquées qui nécessitent une attention allant au-delà d'une simple succession d'indicateurs de suivi. Le cadre conceptuel proposé ici en présente une illustration, dont l'appropriation par le gouvernement Malgache pourrait guider la planification, la mise en œuvre et surtout le ciblage des politiques publiques.

## Conclusion

Ce rapport met en avant les indicateurs nécessaires à la mesure des vulnérabilités structurelles de Madagascar, que celles-ci soient d'ordre économique, climatique et socio-politique. Ces vulnérabilités ont des effets aussi bien à long terme sur la croissance du produit par tête que de court terme au travers de chocs distincts et répétés, qu'il s'agisse de crises politiques ou du passage de cyclones. Les estimations de ces effets montrent d'importants manques à gagner en termes de croissance limitant de ce fait la capacité de l'Etat à faire face à la crise suivante que ce soit par une action visant à réduire les vulnérabilités ou en augmentant la résilience de son économie et de sa population.

Les réformes proposées pour réduire la vulnérabilité de l'économie malgache sont ambitieuses. Elles bénéficient d'une conjoncture favorable puisque Madagascar est en phase d'expansion économique et a retrouvé un climat politique apaisé. Comme l'écrit le FMI (IMF 2020), les réformes structurelles, qu'elles soient de nature économique ou sociale, ne pourront remplir leur objectif que si elles s'accompagnent d'une politique macroéconomique, budgétaire, monétaire et de change, précautionneuse, c'est-à-dire permettant la constitution de matelas de sécurité, au niveau des finances publiques et des réserves extérieures, afin d'éviter en cas de chocs exogènes la remise en cause brutale des dépenses sociales et de développement impliquées par les réformes structurelles.

D'autre part Madagascar aura besoin de l'aide de la Communauté internationale pour mettre en œuvre sa politique de résilience aux chocs externes. Malgré les progrès réalisés depuis le réengagement de Madagascar auprès de la communauté internationale en 2014, l'aide publique au APD nette reçue par Madagascar reste faible : environ 530 millions de dollars US par an en moyenne entre 2010 et 2017, un peu plus en 2018 (soient 575 millions) (FMI, 2020). Cette aide correspond sur cette période à environ 5% du revenu intérieur de Madagascar et ne représente que 1% de l'APD totale reçue par les pays africains au Sud du Sahara alors que la population Malgache constitue 2,4 % de la population africaine. Même si le critère de performance des politiques (à travers un CPIA) demeure encore prépondérant à la Banque mondiale et à la Banque africaine de développement dans leur formule d'allocation de l'aide, il existe une prise de conscience que la lutte contre la vulnérabilité doit être au cœur de la politique d'aide internationale pour qu'elle contribue à atteindre les objectifs du développement durable (ODD). Madagascar pourrait en bénéficier. La communauté internationale a bien réagi à la présentation du futur Plan d'émergence.

La mesure des vulnérabilités malgaches, en particulier de la vulnérabilité au changement climatique, et la volonté affichée du gouvernement de les prendre en compte dans la définition de sa politique, devraient être des arguments à faire valoir pour mobiliser des financements notamment en provenance des nombreux Fonds internationaux destinés à la lutte contre le changement climatique et plus particulièrement l'adaptation à ce changement. Trois Fonds pourraient en particulier être sollicités par Madagascar : le Fonds français pour l'environnement, le Fonds pour l'environnement mondial et surtout le Fonds vert pour le climat. La France s'est mobilisée pour la recapitalisation de celui-ci et veille, à travers une modification de sa gouvernance, à en faire un outil de transformation au service des États africains et des pays et populations les plus vulnérables. Madagascar a déjà mobilisé ce Fonds en 2016 pour le projet « Sustainable Landscape Eastern Madagascar ».

## Bibliographie

Adger, N. et al. (2014) Human security. Chapter 12: *In Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Working group II contribution to the IPCC fifth assessment report.*

Agénor, P-R., (2002) Business Cycles, Economic Crises and the Poor: Testing for Asymmetric Effects, *Journal of Policy Reform*, 5 (oct.): 145-160.

Atkins, J., Easter, C., & Mazzi, S. (2000). *A Commonwealth vulnerability index for developing countries: The position of small states.* Commonwealth Secretariat Economic Report 40. London: Commonwealth Secretariat.

Atkins, J., Mazzi, S., & Easter, C. (1998). *A study on the vulnerability of developing and island states: A composite index.* London: Commonwealth Secretariat.

Banque Mondiale (2020a) *Mémoire économique de Madagascar. Bâtir sur les succès récents une économie plus résiliente.*

Banque Mondiale (2020b) *The Human Development Index 2020 Update. Human capital in Time of Covid.*

Blattman, C., et Miguel, E. (2010). Civil war. *Journal of Economic Literature*, 48(1), 3-57.

Briguglio, L. (1995). Small island states and their economic vulnerabilities. *World Development*, 23, 1615-1632.

Briguglio, L., et Galea, W. (2003). Updating and augmenting the economic vulnerability index. *Occasional Reports on Islands and Small States*, No. 2004/4. Malta: Islands and Small States Institute of the University of Malta.

Cariolle Joël, Michaël Goujon & Patrick Guillaumont (2016) Has Structural Economic Vulnerability Decreased in Least Developed Countries? Lessons Drawn from Retrospective Indices, *The Journal of Development Studies*, 52:5, 591-606

Closset, M., Feindouno, S., Guillaumont, P., and Simonet, C. (2017) A Physical Vulnerability to Climate Change Index: Which are the most vulnerable developing countries? Ferdi Document de travail, P213, December (revised version October 2018)

Cutter, S. L., Boruff, B. J. and Shirley, W. L. (2003), Social Vulnerability to Environmental Hazards. *Social Science Quarterly*, 84: 242-261.

Dilley, Maxx; Chen, Robert S.; Deichmann, Uwe; Lerner-Lam, Arthur L.; Arnold, Margaret; Agwe, Jonathan; Buys, Piet; Kjevstad, Oddvar; Lyon, Bradfield; Yetman, Gregory. 2005. *Natural disaster hotspots: A global risk analysis* (English). Washington, DC: World Bank.

Eckstein D., Künzel V., Schäfer L, Winge M. (2019) "Global Climate Risk Index 2020. Who Suffers Most of Extreme Weather Events? Weather Related Loss Events In 2018 and 1999-2018" *German Watch Briefing Paper*.

Feindouno, S., Goujon, M. & Wagner, L. (2016). Internal Violence Index: a composite and quantitative measure of internal violence and crime in developing countries" *Ferdi Working Paper P151*, April 2016, Clermont-Ferrand, France

Feindouno S., Guillaumont P. Simonet C. (2020, forthcoming) "The Physical Vulnerability to Climate Change Index: An Index to Be Used for International Policy", *Ecological Economics*, vol. 176, October 2020

Feindouno S. et L. Wagner (2020). Les déterminants des conflits internes dans le monde : Comment estimer les risques et mieux cibler les efforts de prévention ? Un rapport de la Ferdi pour la Fondation Prospective Innovation. Clermont-Ferrand, France.

Garfinkel, M., et Skaperdas, S. (Eds.) (2012), *The Oxford Handbook of the Economics of Peace and Conflict*. : Oxford University Press.

Geourjon, Cariolle et de Ubeda (2018) *L'indice d'engagement des États dans l'Union Économique et Monétaire Ouest-africaine*. Rapport Ferdi, décembre 2018.

Guillaumont P. (2009). *Caught in a trap. Identifying the least developed countries*, Economica, Paris

Guillaumont, P. (2009b), An Economic Vulnerability Index: Its Design and Use for International Development Policy, *Oxford Economic Papers*, 37(3):193-208

Guillaumont, P. (2014), A necessary small revision to the EVI to make it more balanced and equitable, *Ferdi Policy Brief*, 98, July, Clermont-Ferrand, France

Guillaumont, P. (2015a) Measuring Structural Economic Vulnerability in Africa in *The Oxford Handbook of Africa and Economics: Context and Concepts*, Monga C., and J. Yifu Lin (eds), vol. 1, July 2015, pp 404-426

Guillaumont, P. (2015b) Measuring Structural Vulnerability to Allocate Development Assistance and Adaptation Resources. *Ferdi Working Paper*, 68 (revised), Clermont-Ferrand, France.

Guillaumont P. (2019) *Out of the Trap Supporting the Least Developed Countries*, Economica, Paris, 324 pages.

Guillaumont, P. and C. Korachais, (2008). "When unstable, growth is less pro poor". CERDI Etudes et Documents E 2008.27.

Guillaumont, P., C. Korachais, and J. Subervie (2009). "How Macroeconomic Instability Lowers Child Survival". *Review of Development Economics*, 2009/1-2 (Vol. 23), pp. 9-32.

Guillaumont, P. & Guillaumont Jeanneney, S. (2009) State fragility and economic vulnerability: what is measured and why? *Cerdi Document de Travail*, n°2009/18, Clermont-Ferrand, France

Guillaumont, P., Guillaumont Jeanneney, S. (2014). An indicator of the need of regional integration *Ferdi Policy brief*, B106, October 2014, et en français : Un indicateur de besoin d'intégration régionale, *Revue d'Economie du Développement*. vol. 22, 2014/4.

Guillaumont P., Guillaumont Jeanneney S., Wagner L. (2020) Mesurer les vulnérabilités pour allouer l'aide au développement, en particulier en Afrique. *Ferdi*, 156 p.

Guillaumont, P., McGillivray, M., & Wagner, L. (2017) Performance Assessment, Vulnerability, Human Capital, and the Allocation of Aid Among Developing Countries, *World Development*, Vol. 90, 17-26.

Guillaumont, P. and C. Simonet (2011) Designing an Index of Structural Vulnerability to Climate Change, Mars, *Ferdi Working Paper*, I08, Clermont-Ferrand, France

Guillaumont, P. and C. Simonet (2014), "Facing Climate Change in the LDCs: How to Fit the Istanbul Programme of Action", in Istanbul Programme of Action for the LDCs (2011-2020). Monitoring Deliverables, Tracking Progress-Analytical Perspectives, LDC IV Monitor, Commonwealth Secretariat, pp. 287-317.

Guillaumont, P., C. Simonet, M. Closset and S. Feindouno (2015), "An Index of Physical Vulnerability to Climate Change, Who Are the Most Vulnerable Countries?", *Ferdi Working Paper*, Clermont-Ferrand, France.

Guillaumont Jeanneney, S. and K. Kpodar (2011). "Financial Development and Poverty Reduction: Can There be a Benefit without a Cost?," *The Journal of Development Studies*, Taylor and Francis Journals, vol. 47(1), pages 143-163.

IMF (2020) *Staff report on 2019 Article IV Consultation and Sixth Review under the Extended Credit Facility Arrangement*.

Hallegatte, S., Bangalore, M. Bonzanigo L., Fay M., Kane T., Narloch U., Rosenberg J., Treguer D., Vogt-Schilb A. (2015) " Changemen climatique et pauvreté : catastrophes naturelles, incidences agricoles, problèmes sanitaires. », in S. Barrett., Carraro C. and De Melo J. *Vers une politique du Climat réaliste et efficace*, Economica, Paris p. 305-322.

ICRISAT (2009) *ICRISAT Annual Report 2008 Innovations for a changing world. Documentation*. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru, Hyderabad.

*Initiative Économique Madagascar : Rattraper le retard de développement à Madagascar*, 2019

Kraay A. (2019). The World Bank Human Capital Index: A Guide, *The World Bank Research Observer*, Volume 34, Issue 1, February 2019, 1–33.



Laursen, T. and S. Mahajan (2005). Volatility, Income Distribution, and Poverty. In J. Aizenman and B. Pinto (eds), *Managing Volatility and Crisis: A Practitioner Guide*, WorldBank, Cambridge University Press.

Lim S. S., Updike R. L., Kaldjian A. S., Barber R. M., Cowling K., York H., Friedman J., Xu R., Whisnant J. L., Taylor H. J., Leever A. T., Roman Y., Bryant M. F., Dieleman J.,

OCDE (2017) *États de fragilité 2016 : comprendre la violence*, Éditions de l'OCDE, Paris, 2017

Razafindrakoto, Mireille & Roubaud, Francois & Wachsberger, Jean-Michel. (2013). Institutions, gouvernance et croissance à long terme à Madagascar : l'énigme et le paradoxe.

Rice, S and Patrick, S. (2008). *Index of State Weakness in the Developing World*. Washington, D.C.: Brookings Institute.

Rivière, F., J.F. Hoarau, M.Goujon, "Vulnérabilités comparées des économies ultramarines" AFD Document de travail n°145, Mai 2015

Rohner, D. (2018) Économie des conflits : revue de la littérature et guide à l'intention des acteurs de l'aide extérieure, *Revue d'économie du développement*, De Boeck Université, vol. 26(4), pages 5-25.

Sullivan, C., & Meigh, J. (2005). Targeting attention on local vulnerabilities using an integrated index approach: the example of the climate vulnerability index. *Water Science and Technology*, 51(5), 69-78.

Turvey, R. (2007). Vulnerability assessment of developing countries: The case of smallisland developing states. *Development Policy Review*, 25(2): 243-264.

United Nations (2016) *Manuel relatif à la catégorie des pays les moins avancés: inscription, retrait et mesures spéciales de soutien*, deuxième édition, (2015 pour la 2nde édition anglaise).

United Nations, World Bank. (2018). *Pathways for Peace: Inclusive Approaches to Preventing Violent Conflict*. Washington, DC: World Bank.

UNDP. (2005). *Reducing disaster risk. A challenge for development*. A Global Report, UNDP—Bureau for Crisis Prevention and Recovery (BRCP), New York.

World Bank (2006). Equity and development, *World Development Report 2006*, Washington, DC: World Bank.

World Bank (2010): Development and Climate Change, *World Development Report 2010*, Washington, DC: World Bank.

## Annexes

### **Annexe 1 : Valeurs des indicateurs EVI, PVCCI, IVI, SVI, ICH et GNIpc pour les pays d'Afrique au Sud du Sahara**

**Note** : Les tables ci-dessous présentent les valeurs des indicateurs retenus dans le cadre conceptuel pour l'ensemble des pays d'Afrique au sud du Sahara pour l'année 2018. Les valeurs des composants présentés correspondent aux indices normalisés et calibrés et non aux valeurs brutes de chaque variable.

**Table A1 : L'EVI**

Pays	ISO	EVI révisé		Faible taille de la population		Concentration des exportations		Part de l'agriculture		Eloignement des marchés		Faible développement des infrastructures		Instabilité des exportations		Instabilité agricole		Désastres naturels	
		Score	Rang	Score	Rang	Score	Rang	Score	Rang	Score	Rang	Score	Rang	Score	Rang	Score	Rang	Score	Rang
Burundi	BDI	44,32	17	70,02	13	35,45	14	7,12	36	42,96	8	40,70	16	42,96	13	40,70	10	36,19	17
Benin	BEN	36,46	31	69,46	14	27,54	27	2,60	37	23,57	31	34,97	22	29,98	27	29,98	21	30,83	24
Burkina Faso	BFA	40,29	23	62,98	25	41,63	10	36,59	14	33,11	18	33,64	23	33,64	21	40,02	11	37,34	16
Central African Republic	CAF	40,78	22	74,45	8	34,33	16	29,98	25	37,02	13	46,69	11	31,41	24	26,27	25	22,56	32
Cote d'Ivoire	CIV	33,25	37	59,30	28	30,54	23	52,88	6	25,74	27	32,14	24	23,57	33	23,39	30	10,52	37
Cameroon	CMR	32,67	38	59,98	27	31,73	20	51,27	7	25,20	29	31,73	25	13,12	35	25,20	28	22,38	33
Congo, Dem. Rep.	COD	35,73	33	34,55	36	35,85	13	23,39	30	32,14	19	55,35	7	41,63	14	11,68	34	20,11	35
Comoros	COM	51,61	9	93,36	2	48,74	6	71,21	3	51,27	6	28,85	30	43,38	12	7,12	35	39,92	14
Djibouti	DJI	44,72	16	92,88	3	17,94	35	42,96	11	21,15	34	27,54	32	23,39	34	35,45	14	52,26	6
Eritrea	ERI	53,80	4	73,73	10	31,41	21	30,92	23	13,12	37	59,85	5	58,52	5	59,85	4	50,63	7
Ethiopia	ETH	36,58	30	20,11	37	25,74	29	32,14	20	35,85	14	58,52	6	33,11	22	27,01	24	42,64	11
Ghana	GHA	36,81	29	57,04	30	33,11	18	34,97	17	25,55	28	24,54	37	46,69	10	13,12	33	25,30	30
Guinea	GIN	36,89	28	67,86	17	33,64	17	23,02	31	27,01	26	40,02	17	35,45	20	2,60	38	24,57	31
Gambia	GMB	70,18	1	76,98	5	28,85	25	41,63	12	23,39	32	23,02	38	100,00	1	100,00	1	33,47	21
Guinea-Bissau	GNB	49,27	11	82,06	4	79,89	2	28,42	26	38,15	12	41,63	15	48,74	9	16,54	32	29,63	27
Kenya	KEN	35,09	35	44,65	34	11,68	37	21,15	32	31,41	20	25,55	35	7,12	36	28,42	23	70,84	2
Liberia	LBR	51,94	8	74,26	9	32,14	19	100,00	1	28,42	24	42,96	14	55,35	6	35,85	13	22,01	34
Lesotho	LSO	55,12	3	76,61	6	23,57	33	27,54	27	100,00	1	37,02	19	30,92	25	33,64	16	57,98	5
Madagascar	MDG	45,90	15	58,37	29	25,55	30	59,85	5	59,85	2	51,27	9	40,70	15	23,02	31	35,76	18
Mali	MLI	39,10	25	64,15	23	55,35	4	17,94	33	34,33	16	38,15	18	28,42	28	31,73	18	34,12	20
Mozambique	MOZ	40,92	21	55,43	31	25,20	31	35,85	15	46,69	7	48,74	10	27,54	29	37,02	12	43,84	10
Mauritania	MRT	39,95	24	74,80	7	30,92	22	44,57	9	16,54	36	35,45	21	31,73	23	6,64	36	45,99	9
Malawi	MWI	49,69	10	63,41	24	34,97	15	25,74	28	52,88	5	31,41	26	40,02	16	65,45	3	59,32	4
Niger	NER	48,13	14	61,85	26	29,98	24	40,02	13	30,92	21	71,21	3	25,74	30	43,38	8	65,00	3
Nigeria	NGA	35,79	32	0,00	38	52,88	5	65,45	4	17,94	35	29,98	29	44,57	11	28,85	22	26,05	29
Rwanda	RWA	38,68	26	68,59	15	27,01	28	13,12	34	41,63	9	30,92	27	30,54	26	34,97	15	32,23	23
Sudan	SDN	42,55	19	51,26	32	42,96	9	30,54	24	11,68	38	35,85	20	59,85	4	25,65	26	35,00	19
Senegal	SEN	41,52	20	65,67	20	21,15	34	33,64	18	23,02	33	25,74	34	4,69	37	79,89	2	32,76	22
Sierra Leone	SLE	48,58	13	71,58	11	40,70	11	11,68	35	27,54	25	52,88	8	52,88	7	58,52	5	16,86	36
Somalia	SOM	53,24	6	66,89	18	43,38	8	0,00	38	29,98	23	100,00	1	0,00	38	4,69	37	79,63	1
South Sudan	SSD	64,78	2	68,27	16	100,00	1	48,74	8	33,64	17	79,89	2	79,89	2	25,65	26	42,21	12
Sao Tome and Principe	STP	49,06	12	97,40	1	38,15	12	79,89	2	40,02	11	25,20	36	36,59	18	30,54	20	0,00	38
Chad	TCD	52,42	7	66,36	19	65,45	3	31,41	22	30,54	22	65,45	4	51,27	8	52,88	6	40,86	13
Togo	TGO	37,39	27	71,15	12	16,54	36	31,73	21	24,54	30	43,38	13	25,55	31	31,41	19	26,59	28
Tanzania	TZA	33,77	36	41,48	35	24,54	32	35,45	16	35,45	15	44,57	12	24,54	32	33,11	17	30,51	25
Uganda	UGA	35,39	34	47,12	33	7,12	38	43,38	10	40,70	10	30,54	28	37,02	17	24,54	29	30,01	26
Zambia	ZMB	43,58	18	64,55	22	44,57	7	25,20	29	55,35	4	28,42	31	35,85	19	41,63	9	39,23	15
Zimbabwe	ZWE	53,44	5	65,03	21	28,42	26	33,11	19	58,52	3	27,01	33	65,45	3	51,27	7	48,07	8

**Table A2 : Le PVCCI**

Pays	ISO	PVCCI		Montée des eaux		Aridité		Précipitations		Températures		Cyclones	
		Score	Rang	Score	Rang	Score	Rang	Score	Rang	Score	Rang	Score	Rang
Burundi	BDI	38,62	24	0,00	24	29,81	37	60,00	13	54,48	8	0,00	11
Benin	BEN	38,95	23	35,94	11	47,92	16	45,98	30	43,42	21	0,00	11
Burkina Faso	BFA	46,06	12	0,00	24	51,86	10	52,68	23	71,72	2	0,00	11
Central African Republic	CAF	31,48	36	0,00	24	35,77	34	47,46	27	37,72	25	0,00	11
Cote d'Ivoire	CIV	31,99	35	25,65	18	46,41	19	38,03	35	29,31	29	0,00	11
Cameroon	CMR	35,21	31	19,82	20	45,99	20	50,29	25	34,08	26	0,00	11
Congo, DRC	COD	33,73	34	13,56	23	38,38	32	45,55	31	44,25	19	0,00	11
Comoros	COM	53,09	1	74,39	1	38,21	33	62,02	11	28,14	30	49,63	4
Djibouti	DJI	50,04	5	50,59	4	45,47	22	66,27	10	59,17	5	0,00	11
Eritrea	ERI	47,58	10	50,12	5	58,79	3	67,03	9	29,34	28	0,00	11
Ethiopia	ETH	31,25	37	0,00	24	32,97	35	59,54	15	15,82	36	0,00	11
Ghana	GHA	36,98	28	34,40	12	44,39	25	42,70	34	43,13	22	0,00	11
Guinea	GIN	44,49	18	34,29	13	49,34	14	46,58	29	47,97	14	42,63	6
The Gambia	GMB	47,88	9	54,33	3	63,21	1	48,04	26	47,01	15	0,00	11
Guinea-Bissau	GNB	48,64	6	58,44	2	52,51	7	32,62	37	50,50	12	45,17	5
Kenya	KEN	36,24	30	17,98	22	42,12	27	58,01	19	33,21	27	0,00	11
Liberia	LBR	29,55	38	26,59	16	45,09	23	3,54	38	40,16	23	0,00	11
Lesotho	LSO	34,02	32	0,00	24	42,77	26	58,53	17	23,09	33	0,00	11
Madagascar	MDG	51,35	4	44,46	8	30,19	36	36,95	36	12,32	37	93,70	1
Mali	MLI	51,96	3	0,00	24	46,61	18	67,26	6	74,44	1	35,50	9
Mozambique	MOZ	48,30	7	27,28	15	47,45	17	60,85	12	20,48	34	67,41	2
Mauritania	MRT	48,19	8	41,22	9	52,12	9	72,35	1	44,30	18	0,00	11
Malawi	MWI	43,72	19	0,00	24	49,41	13	59,60	14	19,85	35	56,31	3
Niger	NER	45,27	17	0,00	24	55,23	6	69,39	3	48,80	13	0,00	11
Nigeria	NGA	37,00	27	26,32	17	44,46	24	47,28	28	44,06	20	0,00	11
Rwanda	RWA	45,51	14	0,00	24	29,23	38	67,07	8	70,74	3	0,00	11
Sudan	SDN	45,38	16	0,00	24	63,15	2	69,19	4	39,03	24	0,00	11
Senegal	SEN	52,65	2	49,54	6	55,98	5	54,27	22	61,57	4	39,16	7
Sierra Leone	SLE	41,55	21	46,34	7	49,62	12	43,85	32	45,82	16	0,00	11
Somalia	SOM	47,31	11	32,75	14	40,68	30	67,10	7	52,17	11	35,22	10
South Sudan	SSD	45,41	15	0,00	24	58,65	4	59,47	16	57,76	6	0,00	11
Sao Tome & Principe	STP	42,08	20	36,26	10	45,72	21	69,87	2	23,79	32	0,00	11
Chad	TCD	45,56	13	0,00	24	52,28	8	68,84	5	53,93	9	0,00	11
Togo	TGO	36,73	29	25,42	19	38,68	31	42,83	33	52,60	10	0,00	11
Tanzania	TZA	33,90	33	19,10	21	41,70	28	54,88	21	25,10	31	0,00	11
Uganda	UGA	40,07	22	0,00	24	40,70	29	58,26	18	54,58	7	0,00	11
Zambia	ZMB	37,05	26	0,00	24	48,47	15	50,40	24	44,44	17	0,00	11
Zimbabwe	ZWE	38,31	25	0,00	24	50,82	11	56,58	20	8,73	38	38,46	8

**Table A3 : L'IVI**

Country	ISO	IVI		Conflits armés internes		Criminalité		Terrorisme		Violence politique		Voisinage	
		Score	Rang	Score	Rang	Score	Rang	Score	Rang	Score	Rang	Score	Rang
Burundi	BDI	52,20	13	59,98	11	16,25	30	62,16	9	58,68	9	49,53	15
Benin	BEN	27,40	30	6,66	36	25,97	23	10,17	31	9,35	33	53,33	13
Burkina Faso	BFA	28,04	28	29,28	22	0,00	38	33,72	20	32,38	21	29,82	22
Central African Rep.	CAF	73,53	6	74,71	7	80,87	4	65,52	8	65,82	7	79,26	3
Cote d'Ivoire	CIV	53,51	12	62,73	10	78,54	5	38,61	18	49,99	12	14,92	28
Cameroon	CMR	46,21	15	55,80	14	17,38	29	59,21	10	49,07	13	36,70	19
Congo, Dem. Rep.	COD	75,03	4	83,09	5	86,53	2	77,27	5	79,08	4	39,13	18
Comoros	COM	20,67	33	0,00	37	39,92	16	0,00	33	0,00	36	23,30	25
Djibouti	DJI	35,42	23	11,45	33	30,43	20	20,00	26	0,00	36	69,39	7
Eritrea	ERI	37,62	20	44,94	17	35,88	18	23,96	23	6,54	35	56,14	12
Ethiopia	ETH	60,67	9	79,10	6	42,06	15	57,88	11	42,86	16	72,04	6
Ghana	GHA	18,78	34	24,88	25	1,86	36	14,96	28	12,31	31	27,67	23
Guinea	GIN	38,92	18	27,12	23	44,25	14	17,43	27	62,68	8	25,46	24
Gambia	GMB	27,51	29	12,43	32	47,90	13	0,00	33	9,99	32	35,17	20
Guinea-Bissau	GNB	29,54	27	16,39	29	57,28	10	21,56	25	14,15	30	12,13	30
Kenya	KEN	72,93	7	71,82	8	22,07	26	90,40	3	84,67	2	74,91	5
Liberia	LBR	21,98	32	40,77	19	11,02	33	14,45	29	18,63	28	8,74	33
Lesotho	LSO	45,90	16	9,47	35	100,00	1	11,26	30	7,91	34	15,93	27
Madagascar	MDG	26,76	31	36,22	21	0,73	37	32,06	21	34,58	20	6,71	35
Mali	MLI	65,10	8	69,15	9	73,50	6	69,05	7	71,78	5	32,98	21
Mozambique	MOZ	34,43	24	42,93	18	15,22	31	48,57	15	38,58	18	1,82	37
Mauritania	MRT	45,57	17	14,26	31	67,46	7	26,28	22	36,13	19	60,28	9
Malawi	MWI	14,01	36	15,28	30	5,62	34	0,00	33	23,32	26	13,10	29
Niger	NER	49,07	14	52,97	15	19,75	27	56,53	12	46,47	14	59,05	10
Nigeria	NGA	80,09	1	84,69	4	60,25	9	100,00	1	95,99	1	45,36	17
Rwanda	RWA	36,17	21	18,25	28	19,26	28	47,58	16	15,17	29	57,80	11
Sudan	SDN	78,67	3	100,00	1	27,75	22	85,73	4	83,06	3	76,98	4
Senegal	SEN	38,09	19	49,14	16	37,45	17	36,34	19	44,86	15	10,16	32
Sierra Leone	SLE	11,45	37	10,11	34	3,24	35	7,15	32	20,93	27	7,37	34
Somalia	SOM	73,67	5	95,99	2	24,50	24	100,00	1	69,11	6	50,44	14
South Sudan	SSD	79,06	2	89,05	3	84,90	3	75,02	6	57,42	10	84,81	2
Sao Tome & Principe	STP	11,37	38	0,00	37	13,36	32	0,00	33	0,00	36	21,63	26
Chad	TCD	59,61	10	58,73	12	51,46	12	54,73	13	27,02	23	89,13	1
Togo	TGO	32,59	25	38,66	20	54,42	11	0,00	33	29,19	22	1,02	38
Tanzania	TZA	35,85	22	26,63	24	33,65	19	40,93	17	26,54	24	46,95	16
Uganda	UGA	56,10	11	57,48	13	64,29	8	51,70	14	40,69	17	63,01	8
Zambia	ZMB	18,46	35	21,03	27	23,05	25	0,00	33	24,78	25	10,80	31
Zimbabwe	ZWE	31,46	26	21,99	26	28,23	21	23,44	24	55,74	11	3,18	36

**Table A4 : L'indicateur de vulnérabilité sociétale (SVI)**

Country	ISO	IVI [1]		Risque de violence [2]		Moyenne [1] & [2]	
		Score	Rang	Score	Rang		
Burundi	BDI	59,06	13	60,96	12	60,01	11
Benin	BEN	23,11	30	15,29	32	19,20	31
Burkina Faso	BFA	24,04	28	13,41	33	18,72	32
Central African Rep.	CAF	90,41	6	97,88	3	94,14	4
Cote d'Ivoire	CIV	60,96	12	59,06	13	60,01	11
Cameroon	CMR	50,42	15	34,68	23	42,55	19
Congo, Dem. Rep.	COD	92,60	4	78,26	8	85,43	7
Comoros	COM	13,41	33	7,00	35	10,20	36
Djibouti	DJI	34,68	23	35,78	21	35,23	23
Eritrea	ERI	37,88	20	10,68	34	24,28	29
Ethiopia	ETH	71,77	9	100,00	1	85,88	6
Ghana	GHA	10,68	34	0,12	37	5,40	37
Guinea	GIN	39,83	18	37,88	20	38,86	21
Gambia	GMB	23,27	29	35,32	22	29,30	25
Guinea-Bissau	GNB	26,19	27	0,00	38	13,09	34
Kenya	KEN	89,56	7	24,04	28	56,80	14
Liberia	LBR	15,29	32	49,44	17	32,36	24
Lesotho	LSO	49,91	16	28,97	26	39,44	20
Madagascar	MDG	22,17	31	33,25	24	27,71	26
Mali	MLI	78,26	8	71,77	9	75,01	9
Mozambique	MOZ	33,25	24	54,54	14	43,89	18
Mauritania	MRT	49,44	17	64,77	11	57,10	13
Malawi	MWI	3,80	36	23,11	30	13,45	33
Niger	NER	54,54	14	38,59	19	46,56	16
Nigeria	NGA	100,00	1	89,56	7	94,78	2
Rwanda	RWA	35,78	21	70,14	10	52,96	15
Sudan	SDN	97,88	3	98,50	2	98,19	1
Senegal	SEN	38,59	19	49,91	16	44,25	17
Sierra Leone	SLE	0,12	37	7,00	35	3,56	38
Somalia	SOM	90,63	5	92,60	4	91,61	5
South Sudan	SSD	98,50	2	90,63	5	94,56	3
Sao Tome & Principe	STP	0,00	38	26,19	27	13,09	34
Chad	TCD	70,14	10	50,42	15	60,28	10
Togo	TGO	30,59	25	22,17	31	26,38	27
Tanzania	TZA	35,32	22	39,83	18	37,58	22
Uganda	UGA	64,77	11	90,41	6	77,59	8
Zambia	ZMB	10,21	35	30,59	25	20,40	30
Zimbabwe	ZWE	28,97	26	23,27	29	26,12	28

**Table A5 : L'indicateur de capital humain (HAI)**

Pays	ISO	HAI		Santé		Education		Pression démographique	
		Score	Rang	Score	Rang	Score	Rang	Score	Rang
Burundi	BDI	68,00	8	62,70	4	98,90	15	12,62	15
Benin	BEN	57,87	22	28,24	12	96,03	27	5,06	25
Burkina Faso	BFA	58,21	18	7,24	25	99,78	6	12,61	16
Central African Rep.	CAF	67,81	9	61,00	5	99,92	4	9,56	20
Cote d'Ivoire	CIV	57,97	19	18,57	16	98,65	18	2,26	30
Cameroon	CMR	56,61	31	3,97	28	93,73	32	28,51	11
Congo, Dem. Rep.	COD	73,92	3	75,60	2	94,82	30	41,08	7
Comoros	COM	56,17	33	28,57	9	92,99	33	0,31	37
Djibouti	DJI	56,68	29	1,45	34	98,13	21	2,31	29
Eritrea	ERI	63,39	11	47,71	7	98,87	16	2,00	31
Ethiopia	ETH	70,66	6	5,59	26	99,73	7	70,72	3
Ghana	GHA	51,39	36	1,05	36	88,99	34	1,99	32
Guinea	GIN	57,88	20	10,84	22	99,64	9	2,51	28
Gambia	GMB	55,86	34	1,86	33	94,94	29	18,57	14
Guinea-Bissau	GNB	57,82	23	10,27	24	99,62	10	1,44	34
Kenya	KEN	62,48	12	1,37	35	88,22	36	62,66	6
Liberia	LBR	59,20	15	23,74	14	99,62	10	5,38	24
Lesotho	LSO	56,78	28	23,68	15	95,45	28	0,18	38
Madagascar	MDG	57,40	26	18,54	17	97,67	24	0,75	36
Mali	MLI	70,21	7	31,18	8	99,42	12	62,69	5
Mozambique	MOZ	59,02	16	3,28	29	99,40	13	23,67	13
Mauritania	MRT	57,88	21	5,06	27	99,68	8	9,47	21
Malawi	MWI	57,26	27	2,33	32	98,56	19	10,82	19
Niger	NER	71,34	4	11,97	18	100,00	2	71,60	2
Nigeria	NGA	58,41	17	28,47	10	96,82	26	7,01	22
Rwanda	RWA	57,57	25	11,97	19	98,26	20	11,98	17
Sudan	SDN	59,86	14	2,58	31	98,84	17	31,21	9
Senegal	SEN	56,67	30	0,43	38	98,09	23	3,55	26
Sierra Leone	SLE	63,69	10	48,64	6	99,00	14	1,73	33
Somalia	SOM	78,56	2	88,02	1	99,84	5	28,24	12
South Sudan	SSD	60,39	13	11,30	20	100,00	1	28,53	10
Sao Tome & Principe	STP	34,76	38	0,66	37	59,90	38	5,95	23
Chad	TCD	78,74	1	63,64	3	99,99	3	67,46	4
Togo	TGO	56,28	32	3,13	30	97,39	25	2,64	27
Tanzania	TZA	57,80	24	10,82	23	94,05	31	32,55	8
Uganda	UGA	71,29	5	11,28	21	98,11	22	74,14	1
Zambia	ZMB	54,17	35	28,26	11	88,70	35	11,69	18
Zimbabwe	ZWE	44,20	37	26,76	13	71,71	37	1,16	35

**Table A6 : Le GNIpc**

Pays	ISO	GNIpc ( ?PP)		GNIpc (WBA)	
		Valeur	Rang	Valeur	Rang
Burundi	BDI	770	4	280	2
Benin	BEN	2170	26	820	23
Burkina Faso	BFA	1730	17	620	15
Centrafrique	CAF	700	2	370	4
Cote d'Ivoire	CIV	3590	33	1520	34
Cameroon	CMR	3540	32	1400	33
Congo RDC	COD	780	5	430	8
Comoros	COM	1540	13	770	21
Djibouti	DJI	2140	25	1908	36
Eritrea	ERI	1080	7	823	24
Ethiopia	ETH	1730	17	660	17
Ghana	GHA	4150	36	1380	31
Guinea	GIN	1840	21	670	18
Gambia	GMB	1630	15	430	8
Guinea-Bissau	GNB	1550	14	600	14
Kenya	KEN	3120	29	1380	31
Liberia	LBR	700	2	370	4
Lesotho	LSO	3340	31	1270	29
Madagascar	MDG	1440	12	400	7
Mali	MLI	2050	24	770	21
Mozambique	MOZ	1190	9	480	11
Mauritania	MRT	3760	34	1130	28
Malawi	MWI	1140	8	320	3
Niger	NER	970	6	370	4
Nigeria	NGA	5740	38	2450	38
Rwanda	RWA	1860	22	700	19
Sudan	SDN	4290	37	2140	37
Senegal	SEN	2480	27	950	27
Sierra Leone	SLE	1320	10	490	12
Somalia	SOM	90	1	442	10
South Sudan	SSD	-	-	182	1
Sao T&P	STP	3250	30	1720	35
Chad	TCD	1950	23	720	20
Togo	TGO	1370	11	540	13
Tanzania	TZA	2740	28	900	26
Uganda	UGA	1790	19	630	16
Zambia	ZMB	3850	35	1360	30
Zimbabwe	ZWE	1810	20	890	25



## Annexe 2 : Données et méthodologies utilisées pour construire les indicateurs

**Table A7 : Les composants de l'indicateur de vulnérabilité économique structurelle (EVI)**

Variabes	Pourquoi? Quelle mesure?	Couverture temporelle(*)	Source de données	Fréquence de mise à jour
Taille de la population (en logarithme)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les pays de petite taille sont plus exposés aux chocs économiques, commerciaux et environnementaux.</li> <li>La population d'un pays au 1er Juillet de l'année considérée.</li> </ul>	1950-2016	Base de données de la Division de la population de l'ONU sur les perspectives de la population mondiale.	Annuellement
Eloignement des marchés mondiaux (et enclavement et insularité)	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'éloignement des marchés mondiaux inhibent la croissance et les opportunités de développement par l'accroissement des coûts de transport et la difficulté de diversifier l'économie.</li> <li>La distance moyenne pondérée des partenaires commerciaux les plus proches ayant une part cumulative dans le commerce mondial de 50 %; avec des parts de marchés comme poids et un ajustement de l'enclavement et l'insularité.</li> </ul>	1970-2016	<p>Base de données sur les distances bilatérales entre capitales ou villes majeures des pays du monde du Centre d'Etudes Prospectives et d'Informations Internationales (CEPII)</p> <p>Base de données sur les parts de marchés basées sur les exportations et importations de biens et services des pays du monde (Division de Statistiques de l'ONU sur les principaux agrégats des comptes nationaux)</p>	Annuellement
Concentration des exportations de biens	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les économies concentrées (notamment sur le secteur primaire) sont plus exposées aux chocs économiques, commerciaux et environnementaux.</li> <li>La concentration est dérivée d'un indice de Herfindahl.</li> </ul>	1995-2016 (base CNUCED), complétée sur la période 1970-1994 par la base Cerdi-Ferdi	Base de données de la CNUCED	Annuellement
Part de l'agriculture, du secteur forestier et de la pêche dans le PIB	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les pays dont l'économie dépend fortement des secteurs de l'économie primaire sont plus exposés aux chocs climatiques et aux fluctuations des prix internationaux.</li> <li>La part en pourcentage des secteurs de l'agriculture, de la pêche et de la forêt (catégories A + B dans la CITI Rév.3.1) dans le PIB.</li> </ul>	1970-2016	Base de données de la Division de Statistiques de l'ONU sur les principaux agrégats des comptes nationaux	Annuellement (Mois de décembre de chaque année)
Indice de faible développement des infrastructures	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comme pour l'éloignement, le manque d'infrastructure inhibe la croissance par l'accroissement des coûts de transport.</li> <li>L'indice de développement des infrastructures en Afrique</li> </ul>	2006-2016	Banque africaine de Développement	Annuellement
Victimes de désastres naturels	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'indice capte la vulnérabilité des pays aux chocs naturels, notamment l'impact humain des désastres naturels associés à ces chocs.</li> <li>La part de la population victime de désastres naturels. Les victimes étant les personnes tuées ou affectées (c'est-à-dire nécessitant un besoin de nourriture, d'eau, d'abri, d'assistance sanitaire et médicale).</li> </ul>	1900-2016 (avec moins de précision pour les années les plus éloignées)	<p>Base de données de la Division de la population de l'ONU sur les perspectives de la population mondiale.</p> <p>Emergency Disasters Database (EM-DAT) - WHO en collaboration avec le Center for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED)</p>	Annuellement

Instabilité de la production agricole	<ul style="list-style-type: none"> <li>La vulnérabilité des pays aux chocs climatiques se manifeste aussi par une forte variabilité de la production agricole. Elle reflète donc l'impact des phénomènes tels que la sécheresse, la perturbation des régimes des précipitations.</li> </ul>	1961-2016	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)	Annuellement
Variables	<p>Pourquoi?</p> <p>Quelle mesure?</p>	Couverture temporelle(*)	Source de données	Fréquence de mise à jour
	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'écart quadratique moyen sur une longue période (21 ans) entre les valeurs observées et les valeurs tendanciennes estimées de la production agricole.</li> </ul>			
Instabilité des exportations de biens et services	<ul style="list-style-type: none"> <li>Une forte variabilité des recettes d'exportations de biens et services a un impact sur la production, le taux de chômage et la disponibilité de devises étrangères avec des conséquences négatives sur la croissance économique durable et le développement.</li> <li>L'écart quadratique moyen sur une longue période (21 ans) entre les valeurs observées et les valeurs tendanciennes estimées des exportations de biens et services.</li> </ul>	1970-2016	Base de données de la Division de Statistiques de l'ONU sur les principaux agrégats des comptes nationaux	Annuellement

(\*) couverture temporelle disponible à la date du 1 Aout 2018.

**Table A8 : Les composants de l'Indice de Violence Interne (IVI)**

Variables	Pourquoi? Quelle mesure?	Couverture temporelle(*)	Source de données	Fréquence de mise à jour
Nombre de morts dus aux conflits armés	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'indice capte l'ampleur des conflits armés internes à travers le nombre de tués.</li> <li>Le nombre de morts dus aux conflits armés.</li> </ul>	De 1997 à nos jours.	Armed Conflict Location and Events Dataset (ACLED)	Chaque semaine. Les données sont mises à jour en temps réel.
Personnes déplacées internes à cause de conflits armés (en pourcentage de la population)	<p>Les déplacés internes ne traversent pas de frontière internationale. En restant dans leur pays, ils demeurent sous la responsabilité de leur gouvernement. L'indicateur reflète donc le poids économique et social de la violence, notamment dans les pays fragiles.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le nombre de personnes déplacées à l'intérieur de leur propre pays (rapporté à la population) à cause des conflits armés.</li> </ul>	1998-2017	Global Internal Displacement Database (GIDD) de l'Internal Displacement Monitoring Centre (IDMC). Avant 2006, les données sur les personnes déplacées pour cause de conflits étaient fournies par le U.S. Committee for Refugees and Immigrants (USCRI).	Annuellement
Taux d'homicides	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les homicides constituent l'une des formes de violence les plus graves. Le taux d'homicides est l'indicateur privilégié des études comparatives internationales du niveau de criminalité dans un pays.</li> <li>Le taux d'homicides pour 100000 habitants.</li> </ul>	2000-2016	Office des Nations unies contre la drogue et le crime (ONUDC)	Régulièrement, sans savoir avec précision la fréquence de mise à jour. Il semblerait que ce soit au-delà d'un an.

Variables	Pourquoi? Quelle mesure?	Couverture temporelle(*)	Source de données	Fréquence de mise à jour
Nombre d'incidents terroristes	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Le terrorisme constitue de nos jours un élément central de la scène conflictuelle mondiale. L'indice capte l'occurrence des actes terroristes dans un pays.</li> <li>▪ Le nombre d'incidents terroristes. L'incident terroriste étant défini selon la terminologie des auteurs de Global Terrorism Database (GTD). Un incident est considéré comme relevant du terrorisme quand il s'agit d'une menace ou d'un acte illégal d'un agent (non étatique) entrepris pour raisons politiques, économiques, religieuses ou sociales, en vue de produire intentionnellement de la peur et de l'intimidation, en direction d'un large public (au-delà des victimes immédiates).</li> </ul>	1970-2016. Trois bases de données : GTD1 couvre la période 1970-1994, GTD2 de 1995 à 2012 et la base GTD3 de 2013 à 2016.	Global Terrorism Database (GTD) du National Consortium for the Study of Terrorism and Responses to Terrorism (université du Maryland).	Couramment. Il est prévu une mise à jour annuelle pour les prochaines versions de GTD. Les données pour les événements de 2017 seront diffusées dans le courant de l'été 2018.
Nombre de morts dus aux incidents terroristes	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ L'indice met en évidence l'ampleur des incidents terroristes à travers les personnes tuées lors desdits incidents.</li> <li>▪ Le nombre de morts dus aux incidents terroristes.</li> </ul>	1970-2016. Trois bases de données : GTD1 couvre la période 1970-1994, GTD2 de 1995 à 2012 et la base GTD3 de 2013 à 2016.	Global Terrorism Database (GTD) du National Consortium for the Study of Terrorism and Responses to Terrorism (université du Maryland).	Couramment. Il est prévu une mise à jour annuelle pour les prochaines versions de GTD.
Nombre de blessés dus aux incidents terroristes	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ L'indice met en évidence l'ampleur des incidents terroristes à travers les personnes blessées lors desdits incidents.</li> <li>▪ Le nombre de blessés dus aux incidents terroristes.</li> </ul>	1970-2016. Trois bases de données : GTD1 couvre la période 1970-1994, GTD2 de 1995 à 2012 et la base GTD3 de 2013 à 2016.	Global Terrorism Database (GTD) du National Consortium for the Study of Terrorism and Responses to Terrorism (université du Maryland).	Couramment. Il est prévu une mise à jour annuelle pour les prochaines versions de GTD.
Nombre de contestations sociales non réprimées	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La violence politique se réfère la plupart du temps à la violence contestataire des populations contre le pouvoir en place, quel qu'il soit. L'indice mesure l'occurrence des contestations sociales n'ayant pas fait l'objet de répressions.</li> <li>▪ Le nombre de contestations sociales non réprimées par les autorités publiques.</li> </ul>	1990-2016	Social Conflict in Africa Database (SCAD)	Pas précisé mais il semblerait que ce soit annuel.
Nombre de contestations sociales réprimées avec des moyens non létaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les pouvoirs publics, dans leur tentative de protéger l'ordre social et les institutions, résistent aux manifestants par la force mais sans l'utilisation d'armes létales.</li> <li>▪ Le nombre de contestations sociales réprimées par les autorités publiques avec l'usage de moyens non létaux.</li> </ul>	1990-2016	Social Conflict in Africa Database (SCAD)	Pas précisé mais il semblerait que ce soit annuel.

Nombre de contestations sociales réprimées avec des moyens létaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les forces de l'ordre représentant l'autorité publique pour disperser les manifestants utilisent des armes létales conduisant le plus souvent à des pertes en vie humaine.</li> <li>Le nombre de contestations sociales réprimées par les autorités publiques avec l'usage de moyens létaux.</li> </ul>	1990-2016	Social Conflict in Africa Database (SCAD)	Pas précisé mais il semblerait que ce soit annuel.
Conflits armés internes chez les voisins	<ul style="list-style-type: none"> <li>La plupart des conflits armés ont une dimension régionale. Du fait de la porosité des frontières dans la plupart des pays, il existe un risque de déplacement et de contagion des conflits. L'indice mesure l'intensité des conflits armés internes dans les pays voisins.</li> <li>La moyenne des conflits armés internes dans les pays voisins. Les conflits armés internes sont calculés dans chacun des pays par la moyenne</li> </ul>	De 1997 à nos jours pour le nombre de morts dus aux conflits armés internes et 1998-2017 pour les déplacés internes.	<p>Armed Conflict Location and Events Dataset (ACLED).</p> <p>Global Internal Displacement Database (GIDD) de l'Internal Displacement Monitoring Centre (IDMC).</p>	<p>Chaque semaine. Les données sont mises à jour en temps réel pour la base ACLED.</p> <p>Annuellement pour la base GIDD.</p>
Variables	<p>Pourquoi?</p> <p>Quelle mesure?</p>	Couverture temporelle(*)	Source de données	Fréquence de mise à jour
	quadratique de l'indice du nombre de morts dus à des conflits armés et de l'indice du nombre de déplacés internes dans les pays voisins.			
Terrorisme chez les voisins	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le terrorisme en Afrique apparaît comme un phénomène transfrontalier. Les pays proches des foyers du terrorisme sont plus enclins à connaître/subir des incidents terroristes.</li> <li>La moyenne du terrorisme dans les pays voisins. Le terrorisme est calculé dans chacun des pays par la moyenne quadratique de l'indice du nombre d'incidents terroristes, de l'indice du nombre de morts dus aux incidents terroristes et de l'indice du nombre de blessés dus aux incidents terroristes dans les pays voisins.</li> </ul>	1970-2016	Global Terrorism Database (GTD) du National Consortium for the Study of Terrorism and Responses to Terrorism (université du Maryland).	Couramment. Il est prévu une mise à jour annuelle pour les prochaines versions de GTD.

(\*) couverture temporelle disponible à la date du 1 Aout 2018.

**Table A9 : Les composants de l'Indice de capital humain (HAI)**

Variables	Pourquoi? Quelle mesure?	Couverture temporelle(*)	Source de données	Fréquence de mise à jour
Taux de scolarisation dans l'enseignement secondaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ L'indice traduit la proportion de la population disposant d'un niveau de compétences jugées nécessaires au développement du pays.</li> <li>▪ Le nombre d'élèves inscrits dans l'enseignement secondaire, indépendamment de l'âge, exprimé en pourcentage de la population en âge de suivre une éducation secondaire officielle dans le pays.</li> </ul>	1970-2017	Les données primaires sont fournies par l'institut de Statistique de l'Unesco (UIS).	Annuellement
Taux d'alphabetisation des adultes	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ L'indice fournit une idée de l'importance de la ressource disponible pour accroître les compétences dont un pays a besoin pour son développement.</li> <li>▪ Le nombre de personnes alphabétisées âgées de 15 ans et plus, exprimé en pourcentage de la population qui appartient à ce groupe d'âge dans le pays.</li> </ul>	1970-2016	Les données primaires sont fournies par l'institut de Statistique de l'Unesco (UIS).	Annuellement
Prévalence de la sous-alimentation	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La sous-alimentation accroît la sensibilité aux maladies et contribue à affaiblir le capital humain du pays.</li> <li>▪ Le pourcentage de la population dont l'apport alimentaire est insuffisant pour satisfaire les besoins en énergie alimentaire de façon continue.</li> </ul>	1970-2016.	Food and Agriculture Organization (FAO), FAOSTAT	Annuellement
Taux de mortalité chez les enfants de moins de cinq ans	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cet indice nous informe sur les conditions sanitaires des enfants dans un pays. Il permet d'évaluer l'impact des actions en faveur de la survie et du bien-être des enfants.</li> <li>▪ La probabilité qu'un nouveau-né sur 1000 meurt avant d'atteindre l'âge de cinq ans s'il est assujéti aux taux de mortalité par âge pour l'année déterminée.</li> </ul>	1960-2016	Groupe inter institutions des Nations Unies pour les estimations relatives à la mortalité des enfants.	Annuellement
Structure par âge	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cet indicateur nous renseigne sur les besoins de la jeunesse, notamment en termes d'emplois.</li> <li>▪ L'indice mesure le ratio entre l'effectif de la population entre 0 et 19 ans (les moins de 15 ans, mais aussi les 15-19 ans souvent à la recherche d'emploi) et la population totale</li> </ul>	1960-2017	Banque Mondiale, World Development Indicators. Les données sur la structure par âge de la Banque Mondiale se basent sur la structure par âge estimée de la Division de la population de l'ONU sur les perspectives de la population mondiale.	Annuellement
Refugiés	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La prise en charge de l'accueil et de l'hébergement des réfugiés est une responsabilité qui incombe aux autorités du pays d'accueil.</li> <li>▪ La population totale de réfugiés dans le pays.</li> </ul>	1990-2016	Haut-Commissariat pour les réfugiés (HCR)	Annuellement

(\*) couverture temporelle disponible à la date du 1 Aout 2018.

### Annexe 3 : L'indice de besoin (relatif) d'intégration régionale

Cet indice (IBIR) repose sur deux caractéristiques structurelles (indépendantes de la politique présente) que sont la faible dimension du marché intérieur et l'éloignement des marchés extérieurs<sup>37</sup>.

La faible dimension du marché intérieur (IM) est mesurée par le niveau du PIB exprimé en parité de pouvoir d'achat, afin que les niveaux relatifs de PIB ne soient pas influencés artificiellement par les taux de change. Cet indice est défini comme étant le complément à 100 d'un indice du logarithme du PIB transformé selon la méthode du max-min. Le second indicateur mesurant l'éloignement des marchés extérieurs (IR) est fondé sur une méthode développée aussi par la Ferdi et reprise par UN DESA pour le calcul de la composante *remoteness* de l'indice de vulnérabilité économique (EVI). Il repose sur le calcul de la distance moyenne (en km) pour atteindre x% du marché mondial des importations de biens et services (soit  $x=1/3$  selon UN DESA). Pour tenir compte de la décroissance du coût marginal de la distance (D), celle-ci est exprimée en logarithme. L'indice est ajusté pour tenir compte de l'impact négatif de l'enclavement, ainsi que de l'insularité (L), comme dans la version d'EVI retenue dans ce livre. L'impact de l'enclavement est lui-même ajusté pour tenir compte du niveau des infrastructures de transport et de communication. L'indice d'infrastructures de transport et de communication (U) est une moyenne pondérée de trois indicateurs :

- l'indice de la qualité des infrastructures de transport (50%) du *Global Competitiveness Report* de 2018,
- un indice des infrastructures de technologies de l'information et des télécommunications (25%),
- et un indice des infrastructures d'électricité (25%), les deux derniers indices étant des sous-composantes de l'AIDI de la BAD.

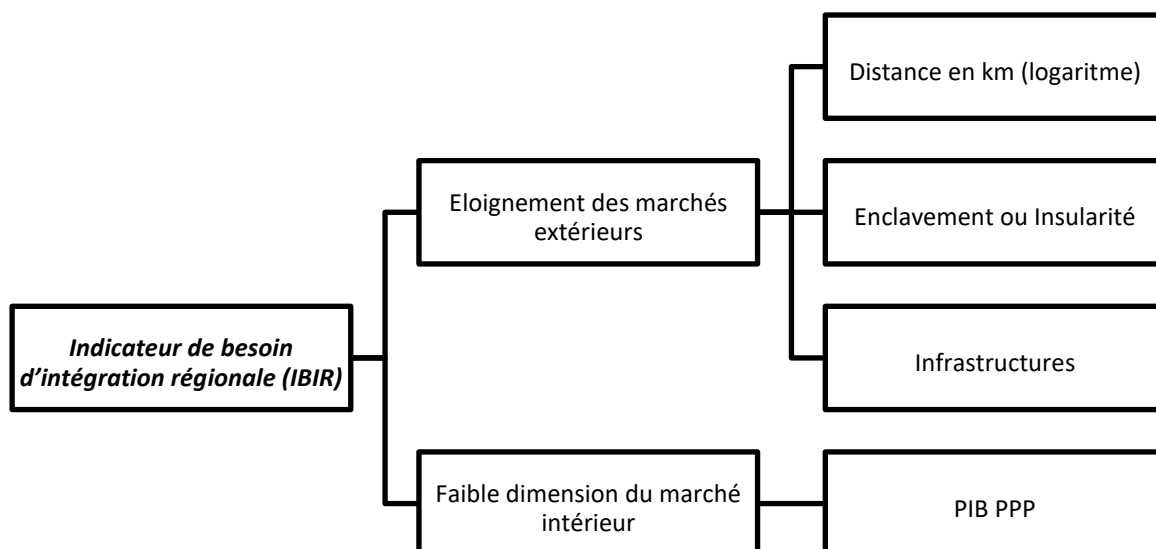
Une option envisageable serait de substituer à l'indicateur d'infrastructure de la Ferdi l'*African Infrastructure Development Index* (AIDI) déjà présent dans la formule de la PBA actuelle. Par rapport à l'indicateur de la Ferdi, l'indicateur de la BAD introduit deux dimensions supplémentaires : les infrastructures énergétiques (mesurées par le nombre de Kilowatt/heure générés par habitant) et les infrastructures sociales (mesuré par les taux d'accès à l'eau et aux sanitaires). La question est de savoir dans quelle mesure ces dimensions sont importantes pour l'intégration régionale.

L'IBIR<sup>25</sup> consiste alors en une moyenne arithmétique de l'indice de faible dimension du marché (IM) intérieur et de l'indice d'éloignement des marchés extérieurs (IR).

#### **Figure A1 : L'indicateur de besoin (relatif) d'intégration régionale (IBIR)**

---

<sup>37</sup> Voir aussi les publications suivantes : Guillaumont, P., Guillaumont Jeanneney, S. (2014). "An indicator of the need of regional integration" Ferdi Policy brief B106, October 2014, et en français : "Un indicateur de besoin d'intégration régionale", *Revue d'Economie du Développement* vol. 22, 2014/4. <sup>25</sup>



**Table A10 : L'indicateur de besoin d'intégration régionale**

Pays	IBIR	Rang
Benin	28,91	23
Burkina Faso	35,5	14
Burundi	52,14	6
Cameroun	19,91	30
Centre Afrique	55,23	3
Comores	54,23	5
Congo (rep.dem.)	31,35	20
Cote D'Ivoire	10,98	36
Djibouti	32,42	18
Eritrée	42,06	11
Ethiopie	19,07	32
Gambie	30,86	21
Ghana	13,52	35
Guinée	27,63	27
Guinée-Bissau	43,87	10
Kenya	10,57	37
Lesotho	49,53	7
Liberia	37,04	13
Madagascar	48,57	9
Malawi	54,6	4
Mali	27,45	28
Mauritanie	29,34	22
Mozambique	24,97	29
Niger	40,81	12
Nigeria	5,36	38
Rwanda	28,58	25
Sao Tome et Principe	58,07	2
Sénégal	17,23	33
Sierra Leone	33,08	17
Somalie	34,56	15
Soudan	15,97	34
Soudan du Sud	69,56	1
Tanzanie	19,29	31
Tchad	49,31	8
Togo	27,97	26
Uganda	31,79	19
Zambie	28,69	24
Zimbabwe	33,29	16



## Annexe 4 : Méthodologie et données utilisées pour la construction du PVCCI local

### *Nouveaux calcul du PVCCI et résultats*

Pour cette mise à jour des calculs du PVCCI, nous reprenons la méthode de Closset et al (2017). Il s'agit donc à la fois d'augmenter la couverture des calculs de Closset et al (2017) et de mettre à jour les travaux de Rivière et al (2015) en intégrant la composante cyclonique aux calculs.

### *Périmètres*

Les périmètres retenus sont ceux définis comme étant le 2<sup>ème</sup> niveau administratif infra national dans la base de données GADM (adm2). Pour les pays n'ayant pas de deuxième niveau administratif, le premier niveau a été retenu (adm1). Enfin pour les pays n'ayant aucune division administrative, le périmètre du pays a été gardé.

### *Méthodes de calculs par composants*

#### *Risques d'inondation*

La méthode consiste à fixer une élévation critique et probable du niveau de la mer et d'en déduire la part du territoire affectée en utilisant la part du territoire en dessous d'une certaine altitude correspondant au niveau choisi de l'élévation du niveau de la mer. Il n'existe pas à l'heure actuelle d'estimation de l'élévation du niveau de la mer propre à chaque territoire, conduisant à choisir un niveau commun. Selon les projections mondiales actuelles, il est possible de choisir un seuil d'un mètre à cinq mètres, la part du territoire affecté par l'élévation pouvant dépasser le niveau d'élévation lui-même en tenant compte des risques de submersions en cas d'évènements extrêmes, fortes houles ou cyclones, et des risques de salinisation). Par ailleurs, la précision des données sur la part du territoire situé en dessous d'une altitude est plus importante à 5 mètres plutôt qu'à 1 mètre. Closset et al (2017) ont choisi 1 mètre (Goujon et al, 2015, utilisaient également cette altitude) mais ont également testé 2 mètres, et montrent que les résultats sont équivalents<sup>38</sup>.

Ainsi, dans le PVCCI, le risque d'inondation du fait de la hausse du niveau de la mer se mesure uniquement en utilisant la part du territoire situé en dessous de 1 mètre d'altitude, la hausse probable du niveau de la mer étant fixée à un niveau identique pour tous les pays.

---

<sup>38</sup> La particularité des derniers calculs de Closset et al (2018) et ceux présentés ici est d'intégrer le risque d'inondation dus à la vidange ou débordement brusque de lacs glaciaires (Glacial Lake Outburst Floods), important notamment pour les petits Etats himalayens enclavés, comme le Bhoutan et le Népal, moins s'agissant des petites îles.

Les données sur la part du territoire situé en dessous d'une certaine altitude sont calculées à partir de trois modèles numériques de terrain/surface sur 2 zones distinctes. Dans tous les cas, nous avons comptabilisé les surfaces en dessous de 1m (5m) directement connectées à la mer, c'est-à-dire que la surface dont l'altitude est inférieure au seuil d'inondabilité doit être continue depuis la côte. Les surfaces non reliées à la mer ne sont pas considérées comme menacées d'inondation en cas de hausse du niveau de la mer.

- Entre 60°S et 60°N : la première base de données utilisée est le CoastalDEM de résolution 3 arcs second (90m). Ce modèle numérique de terrain (surface du terrain sans ce qu'il y a dessus comme les constructions ou la végétation) est un dérivé du modèle numérique de surface (comprenant les constructions et la végétation) SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Le SRTM, issu d'une mission radar, ne fait pas la différence entre la surface du sol, les constructions et la végétation, ce qui surélève légèrement les altitudes et donc rend plus difficilement détectable les territoires dont l'altitude est de moins de 1m. Le CoastalDEM corrige ces erreurs pour se rapprocher de la surface réelle du terrain pour les zones côtières.

Pour les zones non côtières, nous avons continué à utiliser le SRTM.

- Latitudes supérieures à 60°N : le SRTM et donc le CoastalDEM n'étant pas disponibles pour les latitudes supérieures à 60°N, nous avons utilisé le modèle numérique de surface ASTER avec une résolution de 1 arc second.

Les territoires côtiers des mers intérieures (Caspienne, mer Morte), dont l'altitude est inférieure à 0m ne sont pas pris en compte car non concernés par l'élévation du niveau de la mer.

Le risque d'inondation dû au réchauffement climatique est aussi lié au risque de vidange de lacs de glaciers. Nous avons utilisé l'importance des glaciers dans le territoire à partir de la base de données GLIMS.

Indice = nb de glaciers\*(surface de glaciers/surface totale)

#### *Part du territoire en zone aride*

La définition de la zone aride (drylands) est celle du programme des Nations-Unies sur l'environnement. Il s'agit d'une zone, autre que polaire, où le ratio précipitations annuelles sur évapotranspiration potentielle est situé entre 0,05 et 0,65. Elle agrège les zones arides, semi-arides et sub-humides sèches (un ratio inférieur à 0,05 qualifie les zones hyper-arides désertiques qui ne sont pas retenues). La part du territoire en zone aride est exprimée en pourcentage du territoire total situé en zone non-désertique. Les données primaires de précipitations annuelles et d'évapotranspiration potentielle sont issues de la base Climate

Research Unit CRU TS 4.03 – University of East Anglia pour la période 1950-2018. Ce sont des données géolocalisées avec un quadrillage de la surface du globe de 0,5x0,5 degré de résolution<sup>39, 40</sup>. Ces calculs qui ont été utilisés par Goujon et al (2015) et Closset et al (2018) sont en cours de mise à jour.

### *Niveaux, tendances et instabilités des précipitations et températures*

Les données de précipitations et températures proviennent de la base Climate Research Unit CRU TS version 4.03 – University of East Anglia qui présentent les mêmes caractéristiques que les versions précédentes (données géolocalisées avec un quadrillage de la surface du globe de 0,5x0,5 degré de résolution). Elles sont mensuelles et couvrent la période 1901-2018. Il s'agit de calculs mis à jour par rapport à ceux utilisés par Goujon et al (2015) et Closset et al (2018) ce qui explique quelques différences marginales de résultats avec ces travaux.

Le *niveau moyen* des températures et précipitations est simplement le niveau moyen calculé sur les données mensuelles de la période 1950-2018.

Le calcul de *tendances* de températures et précipitations sur les séries mensuelles simples peut être biaisé du fait de l'autocorrélation des données. Par conséquent, les tendances sont calculées spécifiquement pour chaque mois de l'année et une moyenne des douze tendances est ensuite calculée.

Pour chaque pays, la régression suivante est estimée pour chaque mois de l'année, à partir de données mensuelles couvrant la période 1950-2018 ( $t = 1950, \dots, 2018$ ):

$$y_t = \alpha + \beta_i \cdot trend + \varepsilon_t \quad (1)$$

Trend étant une tendance déterministe ( $trend = 1, \dots, 68$ ),  $\varepsilon_t$  sont les résidus.

Pour chaque pays, on a donc 12 paramètres estimés  $\beta$  ( $i = \text{janvier}, \dots, \text{décembre}$ ). La moyenne simple des 12 paramètres est ensuite calculée et représente la tendance moyenne des températures (ou précipitations) pour le pays considéré.

$$\text{Tendance} = (\sum_1^{12} \hat{\beta}_i) / 12 \quad (2)$$

---

<sup>39</sup> Pour une explication détaillée de ces données et de leur traitement voir Feindouno et al (2016)

<sup>40</sup> CRU est une des bases les plus utilisées dans les travaux sur le changement climatique, y compris par le GIEC.

### La tendance dans les chocs

Pour les séries de température et de pluviométrie, et pour chaque pays, une nouvelle fois le calcul s'effectue en première étape mois par mois. Les séries de chocs sont calculés à partir des écarts entre les valeurs observées et les valeurs attendues selon la tendance estimée précédemment par l'équation (1), soit :

$$\hat{\epsilon}_t = y_t - \hat{y}_t \quad (3)$$

Dans la version 1 de le PVCCI de Closset et al (2017), suivant Guillaumont et Simonet (2011), seuls les écarts positifs de température et seuls les chocs négatifs de pluviométrie sont retenus, considérant qu'ils reflètent mieux les conséquences du changement climatique (particulièrement si l'on se focalise sur les problèmes d'aridité ou simplement des déficits pluviométriques). Closset et al (2018) présentent cependant une version 3 de le PVCCI où les chocs négatifs et positifs sont retenus à la fois pour les séries de températures et de pluviométrie ; en général les résultats ne changent que marginalement à l'exception de quelques pays.

Par ailleurs, il n'est pas choisi ici d'utiliser un seuil d'écart à la tendance (deux écart-type par exemple) pour définir un choc, alors que cela a pu être retenu dans les versions passées (voir Guillaumont et Simonet, 2011 ; Goujon et al, 2015 ; Feindouno et al, 2016).

Cependant, afin de prendre en compte le fait que plus l'écart à la tendance est élevée, plus le choc est grand, les chocs sont définis comme étant les écarts élevés au carré :

$E_t = (\hat{\epsilon}_t)^2$  si  $\hat{\epsilon}_t > 0$  ; est égal à 0 sinon pour les températures (4a)  $E_t = (\hat{\epsilon}_t)^2$  si  $\hat{\epsilon}_t < 0$  ; est égal à 0 sinon pour les précipitations (4b)

La tendance dans les chocs est la tendance dans la série des écarts élevés au carré  $E_t$ , suivant la régression suivante :

$$E_t = \mu + \pi \cdot trend + \epsilon_t \quad (5)$$

Avec  $\mu$  la constante,  $trend$  est la tendance déterministe ( $trend = 1, \dots, 68$ ),  $\epsilon$  le terme d'erreur. La tendance dans les chocs est le paramètre  $\hat{\pi}$  estimé du trend.

Pour chaque pays et territoire, le calcul étant effectué mois par mois de l'année, on a donc 12 paramètres estimés  $\hat{\pi}_i$  ( $i = \text{janvier}, \dots, \text{décembre}$ ). La moyenne simple des 12 paramètres est ensuite calculée et représente la tendance moyenne des chocs de températures (ou précipitations) pour le pays ou territoire considéré.

$$\text{Tendance dans les chocs} = (\sum_1^{12} \hat{\pi}_i) / 12 \quad (6)$$

La composante *intensité de l'activité cyclonique* a été introduite dans la dernière version de le PVCCI publiée dans Closset et al (2017) et est présentée en détail dans Feindouno et al (2017).

Les données primaires sont fournies par la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), plus précisément le National Climatic Data Center - International Best Track Archive for Climate Stewardship (IBTrACS): <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/ibtracs/>). Nous utilisons la version v03r07 de la base, dans sa version polygone où tout cyclone est fourni avec la séparation des différents territoires qu'il traverse. La base est publiée par l'UNEP/GRID Geneva (<http://preview.grid.unep.ch/>). Cette base couvre la période 1970-2014 et enregistre au total 3915 évènements, épisodes cycloniques de catégories 1 à 5 sur l'échelle Saffir-Simpson ainsi que les tempêtes tropicales (« catégorie 0 »). La base IBTrACS – UNEP donne la géolocalisation de chaque cyclone-catégorie, avec le découpage des territoires traversés ainsi que les dates (jours) et la durée (heures) associées à ces cyclones-catégories. Pour chaque cyclone-catégorie touchant un pays ou un territoire, nous disposons donc de ses dates, de sa durée et de la part du territoire touchée.

Pour le pays  $i$  à la période  $t$  La formule générale est alors :

$$HC_{it} = \sum_{j=1}^n \sum_{k=0}^5 \alpha_k \times D_{kjit} \times S_{kjit} \quad (7)$$

Avec l'évènement  $j$  (un pays pouvant subir plusieurs évènements) et  $k$  la catégorie de l'évènement (6 catégories possibles de 0 à 5, le même évènement pouvant passer par différentes catégories),  $D$  la durée de l'évènement-catégorie (en heures),  $S$  la part du territoire touchée par l'évènement-catégorie (en %).  $\alpha$  est le poids relatif de la catégorie par rapport aux autres qui définit sa puissance ou son intensité relative.

$$\alpha_k = (v_k/v_0)^3 \quad (8)$$

$v_k$  étant la vitesse minimale des vents définissant la catégorie  $k$  et  $v_0$  la vitesse minimale de la catégorie 0. L'élévation du carré (au cube) est basée sur la formule non-linéaire de l'ACE (du PDI) (voir détail et justification dans Feindouno et al, 2017).

Le calcul est effectué pour chaque pays chaque année sur la période 1970-2014. La *tendance dans l'activité cyclonique* est basée sur la différence de niveau moyen d'intensité entre les périodes 1970-1992 et 1993-2014.

### *L'agrégation des composants*

Les 10 composants devant faire l'objet d'une agrégation sont normalisées sur une échelle de 0 à 100 (il s'agit de 10 composants car le risque d'inondation est mesuré uniquement par la part du territoire situé sous une altitude d'1 mètre, mais la composante chocs pour le

risque d'aridité est composée de deux éléments, tendance dans les températures et tendance dans les précipitations).

Pour 8 d'entre eux, on utilise la formule usuelle suivante : Pour chacun des 10 composants k devant faire l'objet d'une agrégation

$$\text{Indice}_i = (x_i - \min)/(\max - \min) * 100 \quad (9a)$$

Avec  $x_i$  la valeur observée pour le pays ou territoire  $i$ ,  $\min$  et  $\max$  les valeurs minimum et maximum observées sur l'échantillon de pays ou territoires.

Deux composantes font l'objet d'une normalisation particulière : la composante *tendance des précipitations* (la vulnérabilité augmentant avec une tendance à la baisse des précipitations, à cause du risque de désertification), pour laquelle on utilise une formule inversée :

$$\text{Indice}_i = (x_i - \max)/(\min - \max) * 100 \quad (9b)$$

Pour la composante *intensité de l'activité cyclonique*, toujours suivant Closset et al (2018), les valeurs négatives de tendance qui peuvent être observées sont remplacées par la valeur 0, et la normalisation s'effectue en log-linéarisant (l'intensité de l'activité cyclonique présentant des valeurs extrêmes). Pour la composante *Glaciers* l'indice présentant également des valeurs extrêmes, la même méthode de normalisation est utilisée :

$$\text{Indice}_i = (\ln(x_{i+1}) - 0)/(\ln(\max+1) - 0) * 100 \quad (9c)$$

Les minima et maxima sont ceux observés pour les territoires de l'échantillon de Closset et al (2017) afin de permettre la comparaison de nos calculs et des leurs (pour les quelques territoires concernés, les valeurs inférieures à l'échantillon sont normalisées à 0 et les supérieures à 100), Les 10 composantes concernées se présentent par conséquent sous la forme d'indices sur une échelle de 0 à 100, l'indice augmentant avec la vulnérabilité.

L'agrégation progressive des différentes composantes utilise une formule quadratique qui permet d'amplifier le poids des composantes présentant une valeur élevée, avec un effet de compensation partiel ou de substituabilité limitée entre les composantes, chacune d'elles pouvant être cruciale pour un pays, plus ou moins indépendamment des autres. Pour chaque pays, on a :

$$\text{indice agrégé}_i = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \text{indice}_{ki}^2}$$

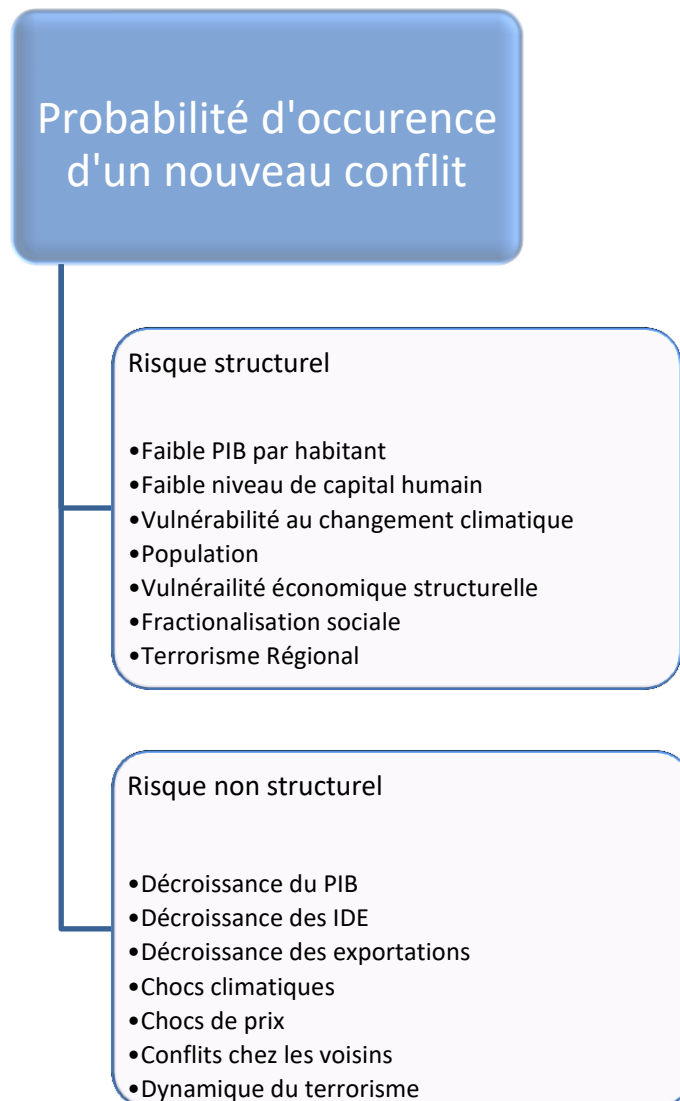
Avec  $\text{indice}_k$  la valeur de l'indice  $k$

L'agrégation s'effectue en trois étapes:

- la composante chocs du risque d'aridité agrège les deux composantes tendances dans les températures et tendances dans les précipitations
- la composante inondation intègre l'élévation et les glaciers. L'indice retenu est le plus élevé des 2.
- pour chacun des 4 risques (excluant le risque d'inondation mesuré uniquement par l'indice de la part du territoire situé sous une altitude d'1 mètre ou la présence de glaciers), les deux indices exposition et chocs sont agrégés : l'indice de risque d'aridité agrège l'indice de la part des terres arides et l'indice des tendances climatiques (lui-même calculé en agrégeant des tendances des températures et des précipitations) ; l'indice du risque lié aux précipitations agrège l'indice du niveau moyen des précipitations et l'indice de la tendance dans les chocs de précipitations ; l'indice du risque lié aux températures agrège l'indice du niveau moyen des températures et l'indice de la tendance dans les chocs de températures ; l'indice du risque lié aux cyclones agrège l'indice du niveau moyen d'activité cyclonique et de l'indice de l'évolution de cette activité
- Les cinq indices de risque sont agrégés, toujours en utilisant la moyenne quadratique pour former le PVCCI (en affectant des poids « nominaux » identiques aux cinq composantes, la moyenne quadratique donnant plus de poids « effectif » aux composantes présentant des niveaux élevés comparés à ceux des composantes à niveaux faibles). D'autres systèmes de pondérations sont discutés dans Closset et al (2017)

## Annexe 5 : Graphiques supplémentaires

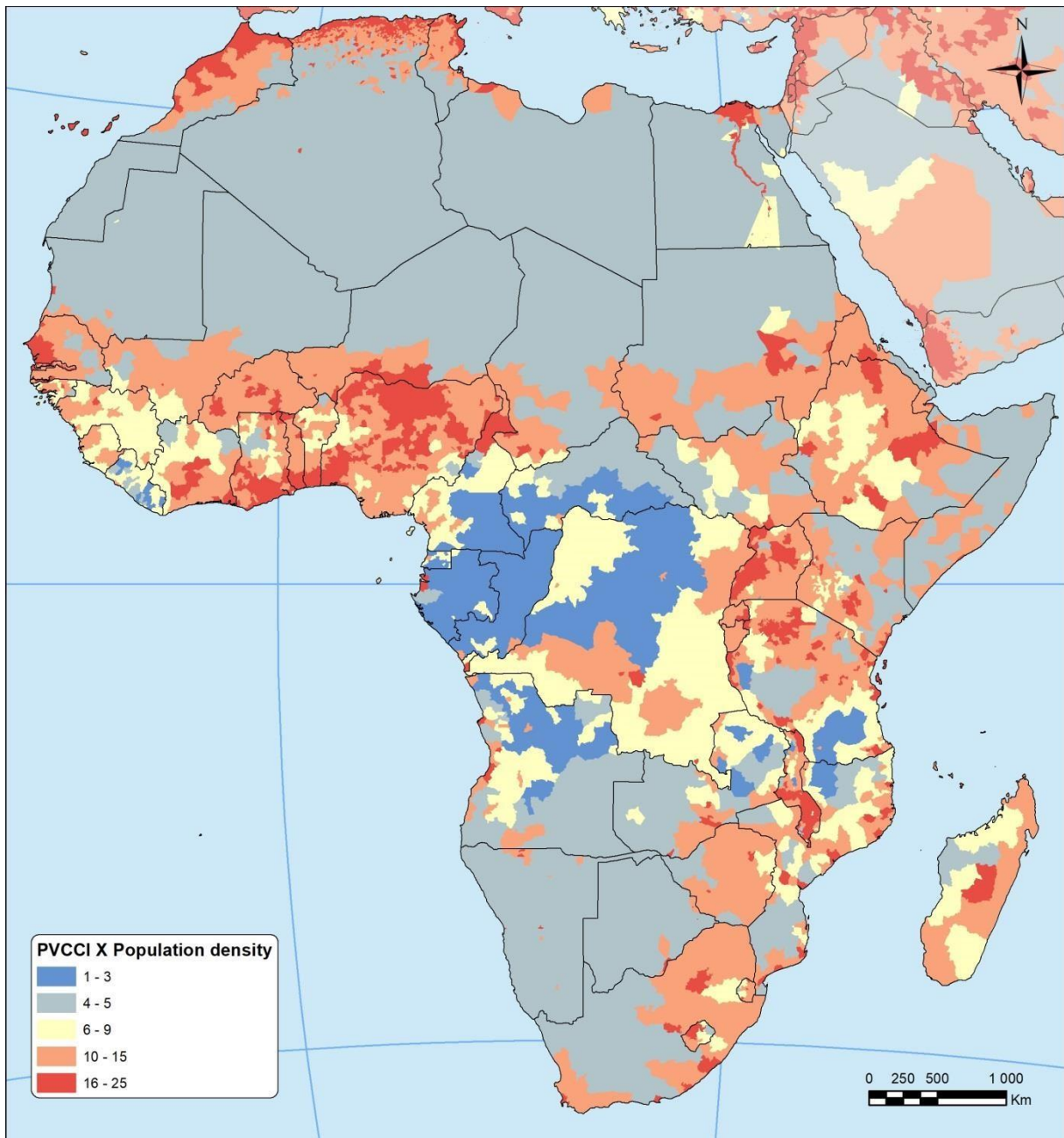
**Figure A2 : le modèle d'estimation du risque**



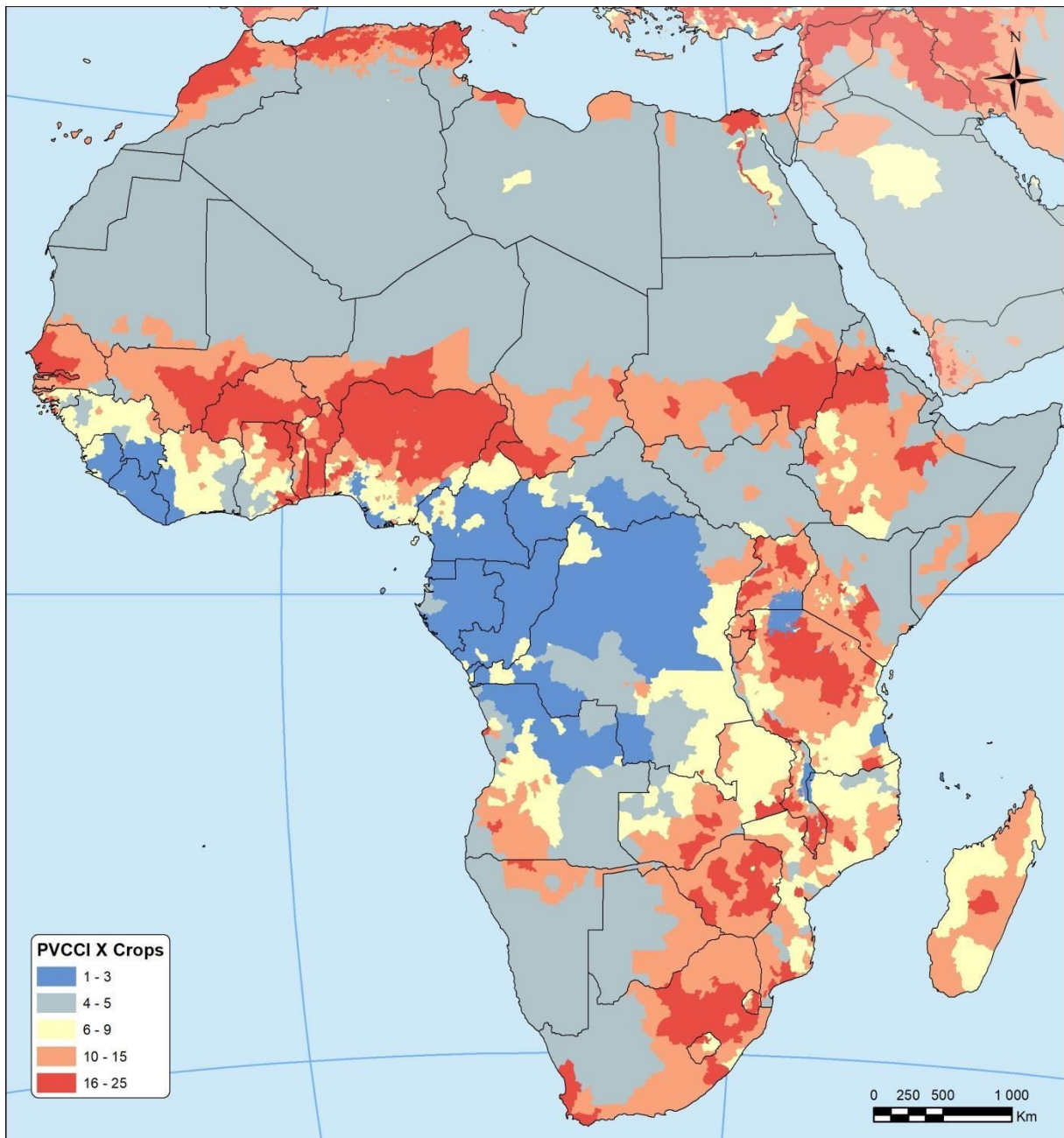
Source: Développement des auteurs



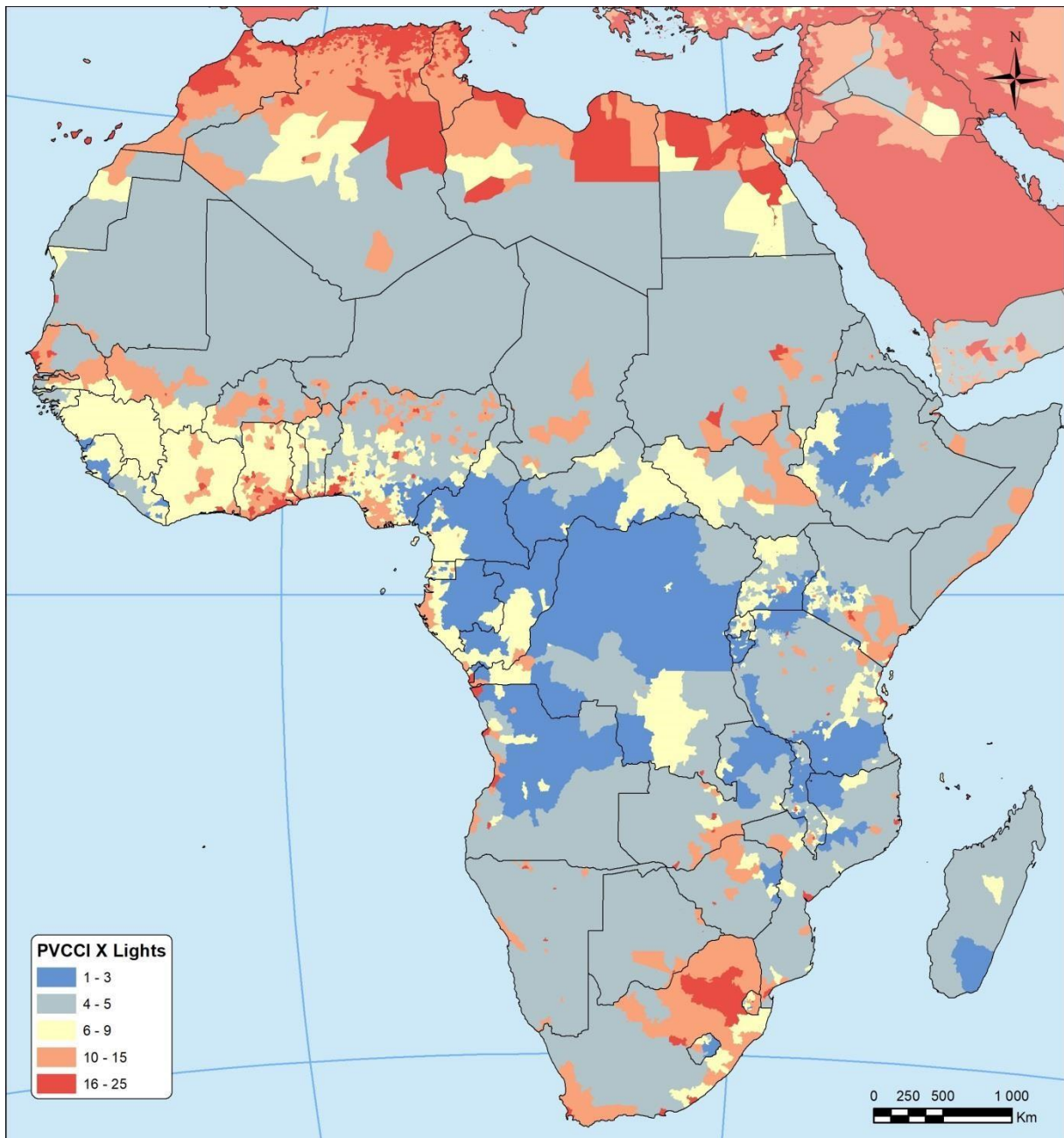
**Figure A3 : Croisement du PVCCI et de la densité de population en Afrique**



**Figure A4 : Croisement du PVCCI et du pourcentage de terre cultivée en Afrique**



**Figure A5 : Croisement du PVCCI et de luminosité nocturne en Afrique**



## Annexe 6 : Notre Dame Global Adaptation Index » ou « ND-GAIN ».

The ND-GAIN Country Index is composed of two key dimensions of adaptation: vulnerability and readiness.

### Vulnerability

Measures a country's exposure, sensitivity and capacity to adapt to the negative effects of climate change. ND-GAIN measures overall vulnerability by considering six life-supporting sectors – food, water, health, ecosystem service, human habitat, and infrastructure.

**Exposure:** Degree to which a system is exposed to significant climate change from a biophysical perspective. It is a component of vulnerability independent of socio economic context. Exposure indicators are projected impacts for the coming decades and are therefore invariant overtime in ND-GAIN.

**Sensitivity:** Extent to which a country is dependent upon a sector negatively affected by climate hazard, or the proportion of the population particularly susceptible to a climate change hazard. A country's sensitivity can vary over time.

**Adaptive Capacity:** Availability of social resources for sector-specific adaptation. In some cases, these capacities reflect sustainable adaptation solutions. In other cases, they reflect capacities to put newer, more sustainable adaptations into place. Adaptive capacity also varies over time.

### Readiness

Measures a country's ability to leverage investments and convert them to adaptation actions. ND-GAIN measures overall readiness by considering three components – economic readiness, governance readiness and social readiness.

**Economic:** Captures the ability of a country's business environment to accept investment that could be applied to adaptation that reduces vulnerability (reduces sensitivity and improves adaptive capacity).

**Governance:** Captures the institutional factors that enhance application of investment for adaptation.

**Social:** Captures the factors such as social inequality, ICT infrastructure, education and innovation that enhance the mobility of investment and promote adaptation actions.

A country's ND-GAIN Score is composed of a vulnerability score and a readiness score:  $(\text{Readiness indicators} - \text{vulnerability index} + 1) \times 50 = \text{Gain index}$

Climate vulnerability and adaptation readiness are based on compiled indicators. Thirty-six indicators contribute to ND-GAIN's measure of vulnerability and nine indicators contribute to the measure of readiness.