

Les îles touristiques à la merci du changement climatique : une évaluation par un indice synthétique de vulnérabilité physique¹

Michaël GOUJON (CERDI, Université Clermont Auvergne, michael.goujon@uca.fr)

Jean-François HOARAU (CEMOI, TEPP, Université de La Réunion, jfhoarau@univ-reunion.fr)

Résumé

L'objectif de cet article est d'évaluer la vulnérabilité des petits territoires insulaires à spécialisation touristique face aux conséquences du changement climatique. Premièrement, ces espaces, indépendamment de la spécialisation retenue, sont structurellement exposés aux conséquences du changement climatique. Deuxièmement, le tourisme est une activité par nature très dépendante des conditions géo-climatiques. Aussi, la combinaison insularité/spécialisation touristique est susceptible d'engendrer une vulnérabilité au changement climatique exacerbée par rapport à d'autres territoires. Cependant, les conséquences physiques du changement climatique ne sont pas homogènes spatialement, ni entre les différentes régions du monde ni au sein d'une même région. Elles sont largement tributaires des caractéristiques géographiques et climatiques initiales (indépendamment des aspects humains et économiques, ou du modèle de développement choisi). Pour analyser cette hétérogénéité, nous utilisons l'indicateur de vulnérabilité physique au changement climatique (IVPCC), un indicateur synthétique développé ces dernières années à la Ferdi, agrégeant les différentes dimensions de risques liés à ce phénomène, que nous appliquons à un échantillon élargi à 250 économies dont 100 petits espaces insulaires souverains ou affiliés. Nos résultats montrent que les petites économies insulaires à spécialisation touristique sont en fait significativement plus vulnérables physiquement au changement climatique comparées aux autres groupes, et présentent donc un modèle de développement dont la soutenabilité n'est pas garantie en l'absence de politiques d'atténuation et d'adaptation.

Mots clés : Changement climatique, Indicateurs synthétiques, Petites économies insulaires, Tourisme

Codes JEL : O11, O13, O53

¹ Les auteurs remercient pour leurs remarques constructives sur les versions préliminaires de ce travail les participants à l'atelier de présentation à l'Agence Française de Développement à Saint-Denis de La Réunion (juin 2019), au 56ème colloque de l'Association de Science Régionale de Langue Française (ASRDLF) à l'Université de Iasi (juillet 2019), au séminaire CEMOTEV à l'Université Versailles Saint-Quentin (septembre 2019), à la conférence « Vulnérabilité et Résilience » à l'Université Versailles Saint-Quentin (novembre 2019), à la 2ème conférence internationale de l'O.S.O.I. à l'Université de la Réunion (novembre 2019). Ils remercient également Olivier Santoni (CERDI) et Sosso Feindouno (Ferd) pour leur appui technique sur les calculs des composantes de l'indicateur synthétique de vulnérabilité, ainsi que les deux rapporteurs anonymes de la Revue pour leurs remarques constructives. Les auteurs remercient l'Agence Française de Développement – bureau de La Réunion pour son appui financier à cette recherche. Michaël Goujon remercie également l'appui financier du Labex IDGM+ conduit par la Ferdi. Toute erreur reste de la responsabilité des auteurs.

1. Introduction

De nombreux travaux ont montré que les Petites Economies Insulaires [PEI] sont frappées par un ensemble de handicaps structurels lourds susceptibles d'entraver le processus de croissance et de développement soutenable (Guillaumont, 2010 ; Blancard et Hoarau, 2016a). Plusieurs obstacles sont en cause : (i) les caractéristiques géographiques (petite dimension, éloignement, enclavement, exposition à des risques majeurs, fragilité des écosystèmes, etc.), (ii) le contexte historique (dépendance vis-à-vis de l'extérieur, relations privilégiées avec les anciennes tutelles coloniales, etc.), (iii) la situation sociale (moindre intensité et volatilité du capital humain, précarité du marché du travail, insécurité, etc.) et (iv) la structure économique (déséconomies d'échelle, étroitesse des marchés locaux, faible diversification des activités, coûts d'accès aux ressources extérieures, etc.). Ces derniers, de moins en moins corrigés du fait de l'érosion des préférences commerciales liées au processus de libéralisation multilatérale des échanges, ont rendu exceptionnelle toute stratégie de développement externe par l'industrialisation.

La spécialisation touristique est alors apparue pour beaucoup de PEI comme l'un des seuls modèles économiques viables (Logossah et Maupertuis, 2007)². Les partisans de la théorie du « tourism-led growth hypothesis » voient même en la spécialisation touristique le principal facteur de résilience économique pour ces territoires (Brida *et al.*, 2014). McElroy (2006), en introduisant le terme SITE (« Small Island Tourist Economies ») pour caractériser les PEI ayant adopté un modèle de développement dont le tourisme est l'activité quasi-exclusive, montre qu'elles présentent de meilleures performances que les PEI ayant adopté le modèle MIRAB (« Migration, Remittances, Aid and Bureaucracy »)³. En accord avec les travaux menés sur le modèle PROFIT (People, Ressources, Overseas management, Finance, and Transport)⁴, Bertram et Poirine (2007) consolident ce

² Les PEI disposent effectivement d'avantages certains en la matière au moins à trois niveaux : (i) le tourisme ne nécessite pas une main-d'œuvre hautement qualifiée, (ii) ces territoires possèdent des avantages comparatifs indéniables dans ce domaine (atouts naturels et culturels), et (iii) les fortes potentialités de la croissance mondiale dans ce secteur.

³ Le modèle MIRAB est une stratégie particulière de développement insulaire dans laquelle le financement des importations, et donc les principales ressources financières de l'économie, reposent sur la migration, les transferts de revenus de la part de la diaspora émigrée, le contrôle étatique et l'aide extérieure principalement en provenance de l'ancienne tutelle coloniale (Bertram et Watters, 1985).

⁴ Le modèle PROFIT caractérise les PEI dotées d'une réelle capacité d'autonomie politique et économique et d'une structure économique souvent diversifiée, où le tourisme n'est qu'un facteur (certes significatif) parmi d'autres (industrie légère exportable, rentes issues de ressources naturelles ou d'une position géostratégique favorable, finance offshore, immobilier, technologies de l'information et de la

résultat en mettant en évidence que la combinaison entre tourisme haut de gamme et finance « offshore » est celle menant aux meilleurs résultats en termes de développement parmi l'ensemble des stratégies existantes dans le monde insulaire⁵.

Par ailleurs, « en plus de ces valeurs économiques (...) le tourisme offre des bénéfices sociaux, culturels et environnementaux » (Higgins-Desbiolles, 2006). L'activité touristique tend en effet à favoriser la préservation des cultures, dans un monde où l'homogénéisation prédomine. Ses effets sociaux positifs peuvent induire l'amélioration du bien-être individuel, la favorisation de la compréhension entre cultures, la protection culturelle, la promotion d'une conscience globale, etc (Bellec, 2016). De plus, la préservation des ressources naturelles, devenant un prérequis à la durabilité de l'activité dans ce secteur, représente évidemment une autre externalité positive à son développement.

Toutefois, même si la spécialisation touristique apporte des gains importants à court terme pour les PEI, sa contribution à long terme est beaucoup moins évidente du fait d'un certain nombre de fuites, d'externalités négatives et d'incertitudes (Nowak *et al.*, 2010 ; Goavec et Hoarau, 2015). Premièrement, certains facteurs réduisent l'efficacité économique du tourisme. L'on distingue à la fois (i) des fuites à la fois internes, externes et invisibles limitant les retombées économiques pour le territoire, (ii) l'introduction d'une dynamique de type « Dutch disease » (ou syndrome hollandais) conduisant à un déséquilibre entre activités se traduisant par le déclin d'autres secteurs soumis à la concurrence internationale, (iii) la sensibilité du secteur aux variations de la conjoncture dans les pays d'origine des touristes, et (iv) l'apparition d'une trappe à sous-éducation et de croissance faible. Deuxièmement, l'association forte entre activité touristique et environnement peut remettre en cause la soutenabilité du modèle de développement. Concernant ce point, une double difficulté peut être dégagée : (i) un secteur touristique directement exposé aux événements extrêmes environnementaux (cyclones, inondations, tremblements de terre, hausse des températures, ...), et (ii) la détérioration de l'avantage comparatif touristique, et donc de l'attractivité du territoire, induit

communication, pavillons de complaisance pour l'activité maritime, transferts publics, ...), Baldacchino et Milne, 2000).

⁵ Les auteurs identifient neuf stratégies différentes : (i) exportations à forte valeur ajoutée, (ii) exportations primaires plus une rente ou une aide géostratégique, (iii) une forte dépendance touristique, (iv) une dépendance touristique modérée, (v) une rente géostratégique exclusive, (vi) tourisme plus exportations, (vii) finance « offshore » plus tourisme haut de gamme, (viii) exportations primaires avec des aides et/ou des transferts de revenus, et (ix) économies MIRAB pures.

par la difficulté de maintenir des équilibres écologique et culturel. Par conséquent, il apparaît que les PEI à spécialisation touristique présentent une vulnérabilité potentiellement amplifiée. Elles sont – initialement – structurellement vulnérables de par leurs spécificités géographiques, historiques et économiques, et le tourisme étant lui-même une activité particulièrement vulnérable, la spécialisation touristique amplifierait la vulnérabilité initiale.

Cette forte vulnérabilité structurelle gagne encore en intensité lorsque l'on considère la nouvelle contrainte du changement climatique. L'analyse théorique révèle que le facteur environnemental est présent à toutes les étapes du développement de la destination touristique (Charles *et al.*, 2019). Il apparaît comme un déterminant crucial de l'attractivité touristique des territoires à travers la constitution du capital naturel à la base de leur avantage comparatif mais également en tant qu'élément constitutif de leur capacité de charge (Butler, 2011). Il apparaît également comme un facteur d'instabilité et de déstabilisation à travers l'impact des phénomènes extrêmes (Russel, 2006). Aussi, le changement climatique et ses différentes manifestations (hausse du niveau des mers, acidification des océans et blanchiment des coraux, diminution des ressources en eaux, recul de la biodiversité, phénomènes météorologiques plus intenses et plus fréquents), en accentuant les effets du facteur environnemental, ont et auront des répercussions négatives importantes à la fois par l'intensification des événements extrêmes climatiques (cyclones, sécheresses, inondations, ...) et par la réduction de la capacité de charge du territoire (Nurse *et al.*, 2014). Ce résultat théorique est largement confirmé par la littérature appliquée (Rosselo-Nadal, 2014). Ce constat a encore plus de résonance pour les PEI, lesquelles se trouvent situées géographiquement pour une grande majorité d'entre elles dans la bande intertropicale et dont la population et l'activité économique, principalement basée sur le tourisme, sont concentrées dans la zone côtière (GIEC, 2001 ; Nurse *et al.*, 2014). Les travaux empiriques montrent en effet que les PEI figurent parmi les économies les plus directement exposées aux conséquences négatives du changement climatique (Berrittella *et al.*, 2006 ; Mycoo, 2017).

Les PEI spécialisées dans le tourisme apparaissent donc doublement vulnérables face au changement climatique. Premièrement, elles sont vulnérables structurellement du fait de leur petitesse, insularité et spécialisation économique. Deuxièmement, le modèle de spécialisation choisi, le tourisme, est hautement vulnérable au changement climatique. Cependant, les conséquences physiques du changement climatique (inondations, aridité, chocs climatiques) ne sont pas homogènes spatialement, ni globalement ni au sein d'une même région. Nous nous

proposons donc d'évaluer ici si les PEI, et les PEI à spécialisation touristique, sont plus ou moins physiquement vulnérables au changement climatique. En d'autres termes, la combinaison insularité/spécialisation touristique est-elle susceptible d'exacerber une vulnérabilité physique face au réchauffement global ?

Il s'agit donc ici de mesurer et de comparer la vulnérabilité des pays et territoires face aux conséquences du changement climatique. Si l'intérêt d'une telle démarche est justifié, la mise en œuvre opérationnelle est d'emblée rendue compliquée de par la coexistence de nombreuses définitions du concept lui-même et donc d'indicateurs de mesure, chacun correspondant à une approche bien précise (Closset *et al.*, 2018, Feindouno *et al.*, 2020). Parmi cet ensemble d'outils, l'Indicateur de Vulnérabilité Physique au Changement Climatique [IVPCC] (Guillaumont et Simonet, 2011a, b ; Goujon *et al.*, 2015, Closset *et al.*, 2018, Feindouno *et al.*, 2020)⁶ semble le mieux correspondre à notre objectif. Ce dernier mesure les principales conséquences structurelles ou physiques du changement climatique qui peuvent potentiellement affecter le bien-être et l'activité des populations, telles que relevées dans la littérature sur le sujet. Il associe par le biais d'une moyenne quadratique des mesures d'exposition et de chocs, couvrant les principaux risques associés au changement climatique, comme la montée du niveau de la mer, l'aridification, l'instabilité ou les chocs de pluviométrie et de température, et l'activité cyclonique.

Dans la dernière étude de Closset *et al.* (2018) et Feindouno *et al.* (2020), l'IVPCC est calculé pour 191 pays membres des Nations unies. Notre étude a l'avantage d'aller au-delà en appliquant IVPCC à un échantillon mondial élargi, augmenté de 59 territoires, principalement insulaires et affiliés (non-membres des Nations unies), couvrant donc au total 250 pays et territoires. Dans cet échantillon, 100 pays et territoires sont des PEI qui sont ensuite distinguées par modèles de développement. Un certain nombre de tests statistiques simples sont utilisés ensuite pour comparer la vulnérabilité physique au changement climatique de ces différents groupes.

⁶ Plus globalement, la vulnérabilité au changement climatique est le risque pour un territoire de voir son développement entravé par des chocs environnementaux provoqués par le changement climatique. Deux composantes de vulnérabilité se combinent, à savoir (i) la vulnérabilité dite « structurelle » ou « physique » découlant de l'importance probable des contraintes climatiques exogènes et l'exposition structurelle à ces contraintes et (ii) la vulnérabilité dite « construite » ou encore le défaut de résilience qui dépend de la politique économique du pays et de sa capacité à faire face aux effets du changement climatique. Toutefois, seule la composante structurelle de la vulnérabilité doit être considérée, conformément au principe d'équité dans l'allocation des fonds concessionnels favorisant ceux qui ne sont pas responsables de leur caractère vulnérable. Notre étude s'inscrit précisément dans cette dimension.

La suite de l'article est organisée de la manière suivante. La section 2 présente une revue de la littérature à la fois théorique et empirique sur le lien entre tourisme et changement climatique. La section 3 expose succinctement la méthodologie de construction de l'IVPCC « standard ». La section 4 délivre les résultats obtenus. Enfin, la section 5 conclut sur les implications de nos résultats en termes de politiques d'atténuation et d'adaptation au changement climatique.

2. Tourisme et changement climatique : une revue de la littérature

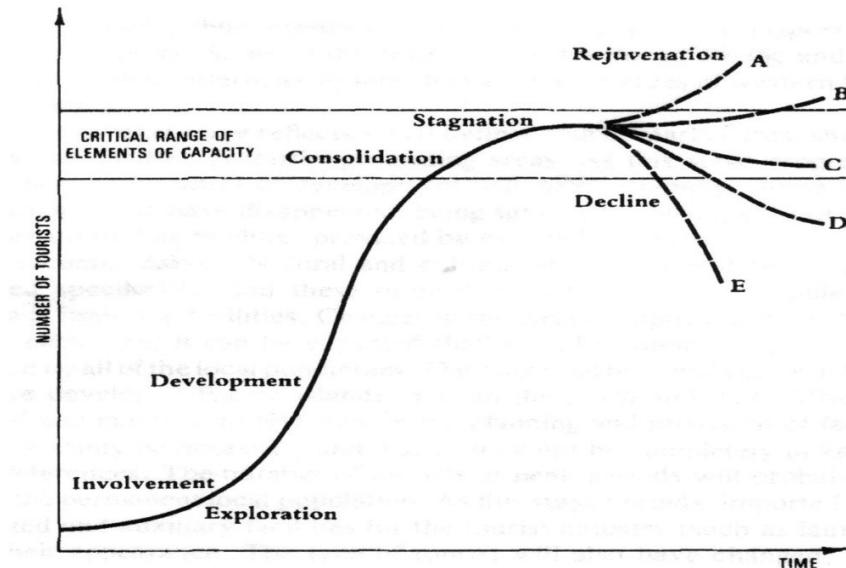
La littérature académique est relativement unanime sur le fait que la stratégie de spécialisation touristique qui s'est imposée naturellement à bon nombre de territoires insulaires est mise en péril dans le nouveau contexte du changement climatique. Pour bien comprendre l'influence de ce dernier, il nous faut au préalable présenter quelques éléments de théorie permettant de décrire le processus de développement de la destination touristique et la place fondamentale que tient le facteur environnemental dans ce processus, avant de mettre en avant certains faits déjà établis par les travaux appliqués.

2.1. Le cadre théorique : le modèle du cycle de vie de la destination touristique

Le danger d'un choix de spécialisation touristique a depuis longtemps fait l'objet d'une conceptualisation à travers la théorie du cycle de vie de la destination touristique [CVT] (Butler, 1980, 2011)⁷. Le modèle CVT repose sur l'intuition que la destination touristique est un produit comme un autre. Elle est élaborée et modifiée au cours du temps pour satisfaire une demande, celle des touristes potentiels. A ce titre, son évolution devrait être similaire à celle d'un produit standard et obéir par conséquent à un cycle de vie avec une phase de croissance lorsque le marché la désire et une phase de déclin lorsque le marché la considère comme « démodée ». En insistant sur la nature résolument dynamique de la destination touristique, le modèle propose un processus commun de croissance de type « courbe en S », conformément à la figure 1, reposant sur la succession de six étapes, à savoir l'exploration, l'engagement, le développement, la consolidation, la stagnation et le déclin.

⁷ Cette approche reste aujourd'hui l'approche la plus influente dans le domaine en dépit d'un certain nombre de limites conceptuelles et empiriques (Choy, 1992 ; Bianchi, 1994 ; Prideaux, 2000 ; Aguilo *et al.*, 2005 ; McKercher, 2006). Plusieurs améliorations conceptuelles ont été apportées au fil des années (pour une synthèse se reporter à Blancard et Hoarau, 2016b).

Figure 1. L'approche CVT standard



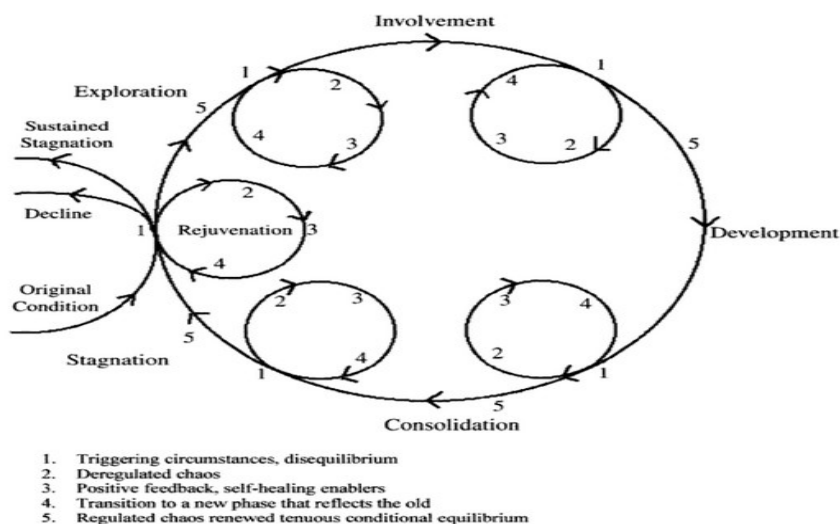
Source : Butler (2011).

L'exploration et l'engagement sont les deux premières étapes d'une industrie touristique naissante dont l'importance, en termes de nombre et de fréquence de visites, reste encore relativement faible. Les touristes font appel principalement aux aménagements touristiques domestiques révélant un lien de proximité fort avec la population locale. Les investissements publics, notamment dans les infrastructures essentielles au développement du secteur, sont marginaux. Les étapes suivantes de développement et de consolidation constituent en quelque sorte l'âge d'or de la destination touristique. Un processus de décollage se met en marche même si certains signes d'essoufflement apparaissent à la fin de l'étape de consolidation. L'empreinte de l'activité touristique est désormais visible de manière significative avec un nombre de visites par année qui peut même dépasser le nombre de résidents permanents. Vient ensuite l'étape de stagnation, avec l'atteinte de « l'optimum touristique ». En d'autres termes, c'est le moment où la destination affiche le nombre maximal de visites par an au cours de son cycle de vie. L'étape finale est celle de la post-stagnation dont la manifestation (rajeunissement ou déclin) dépend de la volonté et de l'aptitude des autorités politiques locales à protéger ou restaurer (si nécessaire) la capacité de charge économique, sociale et écologique du territoire⁸. En clair, l'activité touristique porte en elle

⁸ Voir Butler (2011) pour une discussion détaillée des différentes étapes du modèle CVT.

les germes de sa propre destruction. Il existerait un « optimum touristique », déterminé par la capacité de charge du territoire (le maintien des équilibres écologique, culturel et social), par nature limitée dans les espaces insulaires, une sorte de seuil critique au-delà duquel le développement du tourisme n'est pas soutenable (Blancard et Hoarau, 2016b).

Figure 2. L'approche CVT avec chaos



Source : Russel et Faulkner (2004).

Bien évidemment, la forme « quasi linéaire » (ou à transition douce ou continue) de la courbe d'évolution est un résultat purement théorique et ne peut correspondre qu'à une situation de très long terme. De manière plus réaliste, c'est bien l'instabilité qui caractérise les destinations touristiques contemporaines, générant des écarts de court et moyen terme plus ou moins importants par rapport à la tendance dictée par le modèle CVT. Toutefois, il est possible de réconcilier les enseignements de l'approche CVT et l'instabilité dynamique avérée des destinations en mobilisant la théorie du « chaos » (Russel et Faulkner, 2004 ; Russel, 2006 ; Cole, 2009). Celle-ci montre en particulier que le passage d'une étape à l'autre ne se fait pas de manière continue et déterministe (voir figure 2) dans la mesure où la destination touristique, quel que soit son degré de maturité, est extrêmement sensible à un ensemble de « déclencheurs » non prévisibles (Faulkner et Russel, 2001): (i) les événements extrêmes exogènes (crise sanitaire, crise financière internationale, conflits, sécheresse, inondations, cyclones, ...) dont la fréquence et l'ampleur peuvent pour certains être directement liées au changement climatique, et (ii) le rôle des entrepreneurs et de leurs

interactions avec la communauté locale et les pouvoirs publics. De plus, les conséquences associées aux effets de ces déclencheurs sont également imprévisibles et peuvent être d'une ampleur disproportionnée par rapport au choc initial : ces chocs ponctuels, donc de nature temporaire, exercent un impact persistant sur l'attractivité de la destination mais aussi sur celle des destinations concurrentes (Charles *et al.*, 2019).

L'analyse théorique révèle ainsi que le facteur environnemental est présent à toutes les étapes du développement de la destination touristique. Il apparaît comme un déterminant crucial de l'attractivité touristique des territoires à travers la constitution du capital naturel à la base de leur avantage comparatif, mais également en tant qu'élément constitutif de leur capacité de charge. Il apparaît également comme un facteur d'instabilité et de déstabilisation à travers l'impact des phénomènes extrêmes. Aussi, le changement climatique et ses différentes manifestations, en accentuant les effets du facteur environnemental, ont et auront des répercussions négatives importantes à la fois à court terme par la récurrence et l'intensification des événements extrêmes climatiques (cyclones, sécheresses, inondations, ...) et à long terme par la réduction de la capacité de charge du territoire (GIEC, 2014).

2.2. Quelques résultats de la littérature empirique

La littérature empirique, même si elle n'a intégré que très récemment les variables climatiques dans la détermination de la demande touristique, a déjà montré que le tourisme était affecté négativement de manière significative par le changement climatique (Rosselo-Nadal, 2014, pour une revue de la littérature). Quelle que soit la méthodologie utilisée⁹, un résultat commun se dégage des différents travaux. La quête de conditions climatiques favorables est un des principaux déterminants des flux touristiques internationaux. En conséquence, si le changement climatique pourrait ne pas réduire la croissance des flux internationaux de touristes dans le monde à moyen terme, il devrait par contre bouleverser la répartition de ces flux entre destinations. L'on devrait assister à un déplacement progressif de la demande touristique internationale vers les latitudes et altitudes plus élevées : les destinations hivernales traditionnelles et celles déjà dotées d'un climat

⁹ Rosselo-Nadal (2014) répertorie trois grandes méthodes utilisées dans la littérature pour mesurer l'impact du changement climatique sur l'activité touristique : (i) les évaluations basées sur les conditions physiques, (ii) l'utilisation des indices climatiques et (iii) la modélisation de la demande touristique à partir des préférences révélées (analyse en séries temporelles, modèles à choix discret et modèles touristiques agrégés).

chaud souffriront d'une perte d'attractivité forte, particulièrement prononcée pour ces dernières. La nouvelle répartition des flux internationaux de touristes devrait se faire au détriment des destinations tropicales (Berrittella *et al.*, 2006).

Les PEI, lesquelles se trouvent situées géographiquement pour une majorité d'entre elles dans la bande intertropicale et dont la population et l'activité économique, principalement basée sur le tourisme, sont concentrées dans la zone côtière, font déjà l'objet d'une attention particulière (GIEC, 2001, Burns, 2000, p. 233). Il est attendu que le changement climatique exacerbe davantage encore les enjeux liés à l'offre d'eau potable, à la biodiversité, à la sécurisation des ressources alimentaires, à la santé de la population face à la prolifération des maladies infectieuses, à la résistance des infrastructures hôtelières et de transport aux cyclones, et aux moyens de subsistance socioéconomiques en général (Hyman, 2013 ; Mycoo, 2017). Par ailleurs, étant donné que les PEI sont généralement dépendantes d'un nombre très limité de secteurs économiques (tourisme et agriculture) très sensibles aux facteurs climatiques, la construction d'une capacité d'adaptation au changement climatique devient indispensable au maintien de la cohésion sociale et de la vitalité économique. Or, en milieu insulaire, les efforts des décideurs politiques sont nécessairement contraints par le coût unitaire très élevé des politiques publiques liés à la petite taille de la population et à l'absence d'économies d'échelle (Nurse *et al.*, 2014). Les perspectives d'un développement futur pour les PEI sont par conséquent difficilement envisageables sans une assistance financière extérieure (Lenzen *et al.*, 2018).

3. Mesurer la vulnérabilité au changement climatique

3.1. Pourquoi mesurer ?

Une analyse comparative de la vulnérabilité face au changement climatique se justifie pleinement et cela pour au moins trois raisons. D'abord, les conséquences du changement climatique ne sont pas homogènes globalement, amenant à devoir construire une cartographie mondiale afin d'isoler les zones les plus à risque (Wall, 1998). De plus, une stratégie de politique d'adaptation ne peut se passer d'une évaluation exhaustive des caractéristiques de vulnérabilité et de résilience d'un territoire (Füssel et Hilden, 2014). Enfin, l'accord de Paris sur le climat, établi dans le cadre de la COP21, a mis l'accent sur la nécessité de mettre en place un dispositif d'allocation

géographique de fonds internationaux pour l'adaptation au changement climatique et donc d'identifier les pays devant en bénéficier de façon prioritaire (Eriksen et Kelly, 2007, Guillaumont, 2015).

En ce qui nous concerne, une question devient essentielle. Les PEI en général et les PEI à spécialisation touristique en particulier sont-elles touchées plus que d'autres économies par les conséquences du changement climatique ? Si tel était le cas, dans la mesure où ces îles sont dépendantes du tourisme, et que le tourisme est particulièrement concerné par le changement climatique, la vulnérabilité au changement climatique amplifierait certainement la vulnérabilité économique. Ces îles montreraient alors des besoins d'adaptation comparativement plus importants et devraient donc bénéficier prioritairement de moyens pour s'adapter. Si nous suivons la définition de la vulnérabilité économique sur laquelle repose l'Indicateur de Vulnérabilité Economique [IVE] des Nations unies, les PEI montrent en général une exposition forte en présentant une petite population, un éloignement des principaux marchés mondiaux, une concentration des exportations élevée, et une part importante de la population vivant dans les zones côtières de faible altitude, qui peut amplifier l'effet des chocs climatiques.

En reprenant les dernières données publiées par la Ferdi pour l'IVE rétrospectif (année 2018)¹⁰ et l'IVPCC (Closset *et al.*, 2018), pour un échantillon commun couvert par ces deux indices de 144 pays en développement, dont 38 PEI (uniquement membres des Nations unies), il apparaît que la corrélation simple entre IVPCC et IVE, bien que positive, n'est significative ni pour l'ensemble ($R^2 = 0,06$) ni pour le groupe des PEI ($R^2 = 0,05$). En revanche, les PEI montrant un IVE plutôt élevé quel que soit leur niveau d'IVPCC (avec un certain nombre d'exceptions), l'éventuelle contribution de la vulnérabilité climatique à la vulnérabilité économique pourrait être plus forte dans le cas des PEI. Ces éléments mériteraient une exploration plus approfondie, qui nécessiterait de calculer un IVE pour un échantillon plus large de PEI, tel que nous le proposons dans cet article pour l'IVPCC.

¹⁰ Feindouno S. and M. Goujon (2016) "The retrospective economic vulnerability index, 2015 update" Ferdi Working Paper P147, March 2016. Updated Data 2020 accessed on <http://byind.ferdi.fr/>. On se réfère ici à la définition de l'IVE qui a prévalu de 2012 à 2020, les Nations unies ayant appliqué une modification importante à l'indicateur en 2020.

3.2. Choix de l'indicateur

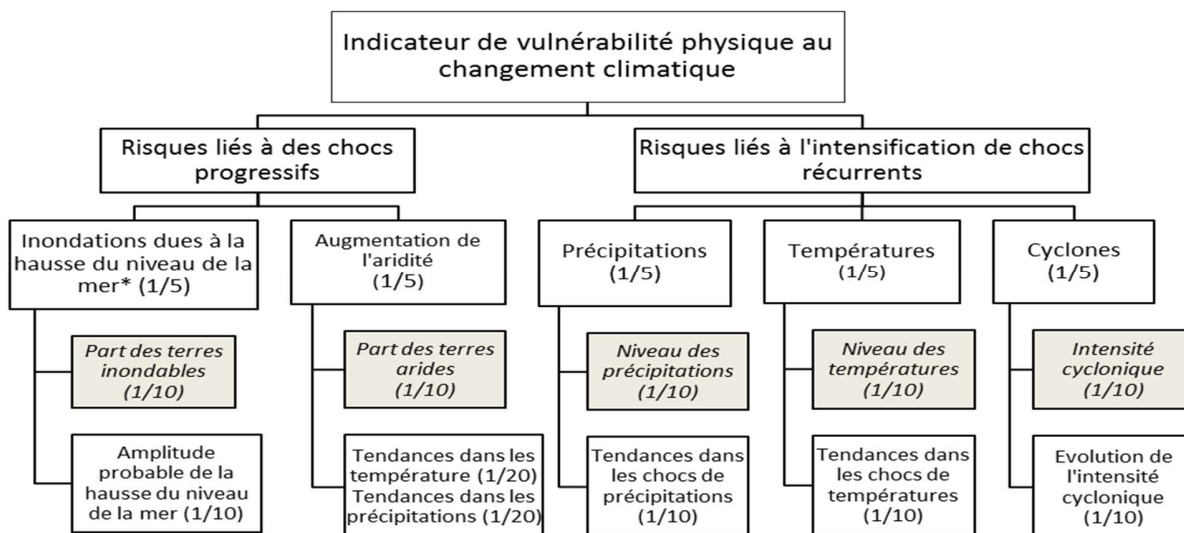
La mesure des conséquences du changement climatique que nous souhaitons utiliser est restreinte à celle d'une vulnérabilité physique du territoire, des chocs subis et de son exposition à ces chocs, et non de la vulnérabilité dans un sens plus large de sa population ou de son modèle de développement, qui serait en partie endogène et devrait inclure une mesure de sa résilience. En effet, nous avons déjà établi que l'activité touristique est particulièrement vulnérable et que par conséquent la spécialisation dans cette activité est un facteur d'amplification de la vulnérabilité pour le modèle de développement et la population qui en dépend. Il nous reste à vérifier si les PEI à spécialisation touristique montrent une vulnérabilité initiale ou physique plus faible, équivalente ou plus grande que celle des autres PEI et/ou des autres groupes de pays.

L'indicateur de vulnérabilité physique au changement climatique ou IVPCC (ou PVCCI pour *Physical Vulnerability to Climate Change Index*) permet une telle mesure comparative de la vulnérabilité physique. L'IVPCC a été élaboré au cours des dernières années à la Ferdi et utilisé dans un certain nombre d'études sur les Pays les moins avancés, l'Afrique, ou des pays asiatiques (Guillaumont et Simonet, 2011a et 2011b ; Guillaumont et Simonet, 2014 ; Guillaumont, 2014, 2015, 2017 ; Closset *et al.*, 2018, Feindouno *et al.*, 2020). L'IVPCC a déjà été appliqué à un échantillon élargi de petites îles (Goujon *et al.*, 2015) dans sa version ancienne qui n'incluait pas le risque cyclonique. Les résultats de ces études montrent une forte hétérogénéité entre les pays et territoires, même entre ceux appartenant à la même région. Ils montrent également une plus forte vulnérabilité physique des pays africains et des petites îles, pour des raisons différentes et ces deux groupes se montrant aussi hétérogènes. Les PEI, elles, sont plus exposées à la montée du niveau de la mer et à l'intensification des événements extrêmes (au risque cyclonique notamment), faisant face par conséquent à la problématique des risques côtiers (Goujon et Magnan, 2018).

Dans la mesure où l'IVPCC a déjà été exposé longuement dans Closset *et al.* (2018) et Feindouno *et al.* (2020), nous nous contentons ici d'en faire une présentation succincte. En clair, l'IVPCC vise à évaluer la vulnérabilité qui ne dépend pas de la volonté présente des pays, et qui doit donc dépendre de facteurs de long terme. Il n'emploie que des variables géographiques et climatiques, donc exogènes, géolocalisées, publiées dans des bases de données internationales. Il repose sur des tendances passées mais garde un caractère prospectif si l'on considère que ces tendances passées perdureront. Dans sa version actuelle il est composé de cinq dimensions (figure

3) à travers les risques d'inondations, d'aridité, de chocs de température, de précipitations et cycloniques. Pour ces différents risques, les composantes évaluent l'amplitude probable des chocs et le degré d'exposition à ces chocs.

Figure 3. L'IVPCC et ses composantes



Notes : * ou à la fonte des glaciers. Les deux dernières lignes correspondent respectivement à l'exposition (cellules ombrées, italique) et à la taille des chocs. Adapté de Closset *et al.* (2018).

Le risque d'inondation est mesuré en fixant 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, dont les rapports du GIEC qui se succèdent ne cessent de revoir les estimations à la hausse. Une étude récente de Bamber *et al.* (2019) révèle que l'augmentation du niveau des mers pourrait être bien supérieure que prévue en avançant la possibilité d'une élévation de 2,4 mètres à la fin de ce siècle. Closset *et al.* (2018) ont choisi 1 mètre (Goujon *et al.*, 2015, utilisaient également cette altitude) mais ont également testé 2 mètres, et montrent que les résultats sont équivalents¹¹. Dans notre travail, pour tenir compte de cette

¹¹ La particularité des derniers calculs de Closset *et al.* (2018) et de ceux présentés ici est d'intégrer le risque d'inondation dû à la vidange ou débordement brusque de lacs glaciaires (Glacial Lake Outburst Floods),

incertitude et de l'effet des houles occasionnelles aggravant la montée du niveau eustatique des eaux (en particulier pour les PEI), nous choisissons une élévation de 5 mètres. La part du territoire situé sous cette altitude est calculée grâce aux données primaires de deux modèles numériques de terrain ISciences Elevation and Depth Map et Shuttle Radar Topography Mission¹².

La définition de la part du territoire en zone aride est celle du Programme des Nations unies pour l'Environnement. Elle agrège les zones arides, semi-arides et sub-humides sèches, exprimées en pourcentage du territoire total situé en zone non désertique, les données primaires géolocalisées provenant de la base Climate Research Unit CRU TS 3.21 – University of East Anglia pour la période 2000-2012.

En ce qui concerne les calculs des niveaux, tendances et instabilités des précipitations et températures, les données primaires proviennent de la base Climate Research Unit CRU TS version 4.02 – University of East Anglia. Elles sont mensuelles et couvrent la période 1901-2017. 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 comparées à ceux de ces travaux.

La composante risque cyclonique a été introduite dans la dernière version de l'IVPCC publiée dans Closset *et al.* (2018) et Feindouno *et al.* (2020) et est présentée en détail dans Feindouno *et al.* (2017). L'intensité de l'activité cyclonique est calculée pour chaque pays et territoire et chaque année sur la période 1970-2014 à partir de la base de données du National Climatic Data Center - International Best Track Archive for Climate Stewardship (IBTrACS), version v03r07. La tendance dans l'activité cyclonique est basée sur la différence de niveau moyen d'intensité entre les périodes 1970-1992 et 1993-2014.

Les composantes de l'IVPCC sont ensuite normalisées sur une échelle de 0 à 100 en utilisant une formule usuelle min-max, les minima et maxima étant repris de Closset *et al.* (2018) afin de permettre la comparaison de nos calculs (voir annexe, tableau A.1)¹³. L'agrégation progressive des

important notamment pour les petits Etats himalayens enclavés, comme le Bhutan et le Népal, moins s'agissant des petites îles.

¹² Les détails relatifs aux bases de données primaires et à leur traitement sont disponibles auprès des auteurs.

¹³ A l'exception du maximum pour la part du territoire sous 5 mètres d'altitude (pour la composante risque d'inondation), que nous avons établi à 40%, le niveau atteint par les Maldives (au lieu des 92% utilisés par Closset *et al.*, 2018). En effet, les données radar utilisées sous-estiment notablement l'altitude réelle du sol (du fait de la couverture végétale ou des constructions, voir Kulp et Strauss, 2019), cette sous-estimation prenant d'autant plus d'importance pour les PEI. Par ailleurs, suivant Closset *et al.* (2018), pour les quelques territoires de notre étude dont les valeurs dépassent les seuils minimum et maximum, les valeurs normalisées sont fixées à 0 et à 100 respectivement.

différentes composantes combine un système de pondération égalitaire et une formule quadratique laquelle permet d'amplifier le poids des composantes présentant une valeur élevée, avec un effet de compensation partiel ou de substituabilité limitée entre les composantes. Notant le caractère arbitraire du système de pondération retenu, Closset *et al.* (2018) proposent des schémas alternatifs sans aboutir à des modifications profondes sur le classement : (i) attribuer le même poids aux deux catégories de risques (chocs progressifs et chocs récurrents plus intenses) en adoptant le schéma de pondération 1/4, 1/4, 1/6, 1/6 et 1/6 pour les composantes inondations, aridité, chocs pluviométriques, chocs de température et cyclones, respectivement, et (ii) agréger les variables de chocs liés aux précipitations et aux températures en affectant 1/4, 1/4, 1/8, 1/8 et 1/4 aux composantes inondations, aridité, chocs pluviométriques, chocs de température et cyclone, respectivement. Une voie plus prometteuse peut résider dans la détermination « endogène » des poids à travers la mobilisation de l'approche de l'enveloppement de données [DEA] (Blancard *et al.*, 2020). Les premières applications de la méthode DEA aux indicateurs synthétiques de vulnérabilité économique (Blancard et Hoarau, 2016a ; Blancard *et al.*, 2020 ; Goavec et Hoarau, 2015) montrent que les classements restent généralement stables même si des modifications importantes peuvent exister pour certaines économies spécifiques. La mise en œuvre de cette approche dans notre cas doit faire l'objet d'un prochain travail.

4. Une application de l'IVPCC à un échantillon large de pays et territoires

4.1. La couverture géographique et les groupes de pays

Aux 191 pays membres des Nations unies couverts par les calculs de Closset *et al.* (2018), nous avons pu ajouter 59 territoires (dont 56 PEI) portant la couverture à 250 pays et territoires (dont 100 PEI). L'objectif de notre étude étant de comparer la vulnérabilité des PEI en général et des PEI à spécialisation touristique en particulier, tout en conservant la possibilité d'une comparaison avec les études précédentes, nous utilisons différents regroupements. Ces groupes sont ceux des pays développés, pays en développement, Pays les Moins Avancés, Petits Etats Insulaires en Développement (Small Islands Developing States), en utilisant les listes établies par les Nations unies, auxquels nous ajoutons les groupes PEI et non-PEI (voir tableau 1 et annexe tableau A.2). Les 100 PEI sont répartis en sous-groupes de modèles économiques, du plus dépendant au moins

dépendant de l'activité touristique, cette répartition étant basée sur des classements existants que nous avons complétés en croisant différentes informations sur ces territoires. L'alternative d'utiliser des données chiffrées d'activité touristique est rendue difficile du fait de l'indisponibilité de ces données pour un nombre important de ces territoires et de la comparabilité limitée des données existantes.

Nous utilisons les regroupements relatifs aux modes de développement adoptés par les petits espaces insulaires mis en évidence par la littérature en ce domaine (Bertram et Poirine, 2007 ; Baldacchino et Bertram, 2009 ; Dimou et Schaffar, 2014). Trois profils types ont été identifiés selon les principaux facteurs gouvernant la dynamique de développement : (i) le modèle MIRAB, porté par les transferts de revenus de la diaspora, les situations de rente et un secteur public surdimensionné financé par les aides extérieures, (ii) le modèle SITE, avec le tourisme comme le moteur quasi-exclusif de l'économie, et (iii) le modèle PROFIT, dont la spécificité est l'utilisation du statut de dépendance autonome comme une véritable ressource économique permettant d'obtenir à la fois des avantages asymétriques de la part de la tutelle et la capacité de flexibilité stratégique nécessaire à la formulation rapide de choix adaptés au territoire. Toutefois, comme le précise Baldacchino et Bertram (2009), dans certains cas, la distinction entre ces trois « idéal- types » n'est pas toujours aisée et l'on peut observer des variantes issues de certaines combinaisons. Au final, nous identifions six regroupements possibles par ordre d'importance de l'activité touristique : (i) SITE, (ii) SITE/PROFIT, (iii) MIRAB/SITE ou TOURAB¹⁴, (iv) MIRAB, (v) MIRAB/PROFIT et (vi) PROFIT.

¹⁴ TOURAB signifie « TOURism, Remittances, Aid, and Bureaucracy » (Guthunz et Von Krosigk, 1996). Il correspond à l'apparition dans un modèle MIRAB d'une activité touristique dont les revenus finissent par dominer ceux issus du transfert de fonds de la diaspora. D'ailleurs, les flux touristiques sont principalement alimentés par la diaspora elle-même (le tourisme affinitaire).

Tableau 1. Les groupes de pays et territoires

Groupes	Pays
TOUS	L'ensemble des 250 pays (voir Tableau annexe A.2).
Pays développés [PD], selon le Forum Economique Mondial	(voir Tableau annexe A.2).
Pays en développement [PED], membres des Nations Unies	(voir Tableau annexe A.2).
Pays les Moins Avancés [PMA], selon la CNUCED	(voir Tableau annexe A.2).
Petits Etats insulaires en développement [PEID]	(voir Tableau annexe A.2).
Les Pays Non Insulaires [PNI]	Le groupe TOUS moins les PEI (voir Tableau annexe A.2).
Petites Economies Insulaires [PEI] membres et non-membres des Nations Unies	(voir Tableau annexe A.2).
PEI MIRAB	TBOI, Cap Vert, Île Christmas, Îles Cocos, île Heard et îles McDonald, Îles Marshall, Comores, Dominique, Géorgie du Sud et îles Sandwich du Sud, Guinée Bissau, Guyana, Guyane française, Haïti, Kiribati, Mayotte, Micronésie, Montserrat, PNG, PTAAF, SP&M, Samoa, ST&P, Suriname, Svalbard et Jan Mayen, Timor-Leste, Tokelau, Tonga, Tuvalu, Wallis et Futuna.
PEI TOURAB	Corse, République Dominicaine, Guadeloupe, Jamaïque, Martinique, Niue, Palau, Pitcairn, Polynésie Française, Réunion, Saba, Saint-Eustache.
PEI SITE	Bonaire, Curaçao, Guam, Hawaï, Îles Canaries, Îles Cook, Saint-Barthélemy, Saint-Martin, Sin Marteen, Turks et Caïques, Zanzibar.
PEI SITE/PROFIT	Anguilla, Antigua-et-Barbuda, Aruba, Bahamas, Barbade, Belize, Bermudes, Îles Caïmans, Chypre, Fidji, Grenade, Macao, Maldives, Malte, Îles Mariannes du Nord, SK&N, Sainte-Lucie, SV&G, Seychelles, Vanuatu, Îles Vierges américaines, Îles Vierges britanniques.
PEI PROFIT	Bahreïn, Cuba, Gibraltar, Guernesey, Hong-Kong, Île de Man, Îles Åland, Îles Falkland, Îles Féroé, Îles Norfolk, Islande, Jersey, Madère, Maurice, Monaco, Samoa américaines, Singapour, Taïwan, T&T.
PEI MIRAB/PROFIT	Açores, Groenland, Îles Salomon, Nauru, Nouvelle-Calédonie, Porto-Rico, Sainte-Hélène.

Source : les auteurs.

4.2. Résultats et commentaires

La moyenne et la médiane de l'IVPCC pour les 250 pays et territoires sont de 51,5 et de 50,5 respectivement (tableau 2). Notre travail permet de reproduire trois résultats importants déjà identifiés dans la littérature sur le sujet. Premièrement, aucun groupe n'échappe aux conséquences physiques du changement climatique, pas même les pays développés, même s'il apparaît que les groupes montrent des niveaux de vulnérabilité différents, avec une certaine hétérogénéité au sein des groupes (tableau 2 et figure 4), et une vulnérabilité différente sur les cinq dimensions de l'IVPCC (tableau 3 et figure 5).

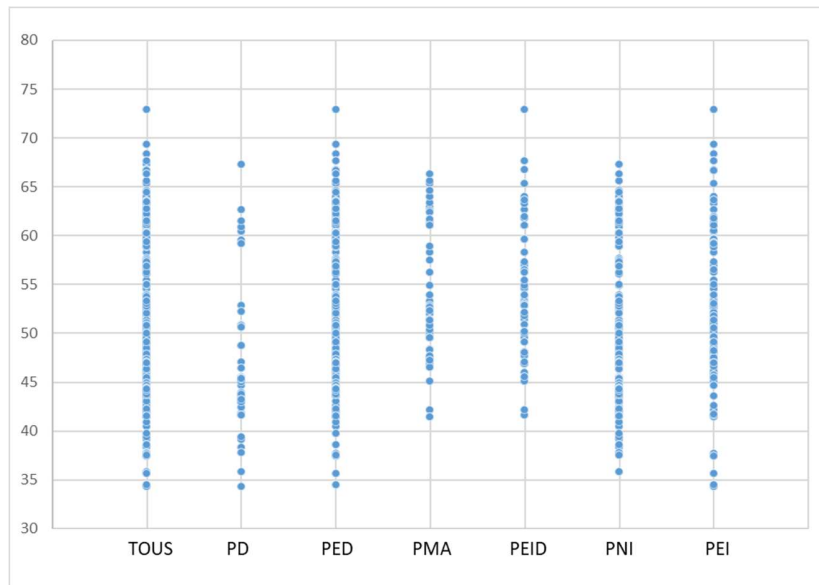
Deuxièmement, le groupe des PMA est celui qui en moyenne est le plus vulnérable (53,9 contre 47,2 pour les pays développés et 52,4 pour les pays en développement), avec une vulnérabilité particulièrement prononcée pour les PMA africains. Comparé aux autres groupes, celui des PMA semble davantage touché par les risques d'aridité et de chocs de température. Troisièmement, les écarts-types relativement élevés suggèrent qu'il existe une certaine hétérogénéité au sein de chaque groupe avec une dispersion moindre tout de même pour les sous-ensembles insulaires suivant les modèles de développement TOURAB et MIRAB-PROFIT (figure 6).

Tableau 2. IVPCC par groupes de pays

Groupes	Nombre	Moyenne	Médiane	Écart-type	Min	Max
Tous	250	51,5	50,5	7,8	34,3	72,9
PD	40	47,2	45,2	8,0	34,3	67,3
PED-NU	154	52,4	50,8	7,2	37,5	72,9
PMA	47	53,9	52,0	6,9	41,4	66,3
PEID	56	54,5	53,4	6,8	41,6	72,9
non-PEI	150	50,8	49,5	7,6	35,8	67,3
PEI	100	52,6	52,1	8,0	34,3	72,9
SITE	11	58,1	59,2	6,1	48,5	69,3
SITE-PROFIT	22	57,2	56,0	6,6	48,0	72,9
TOURAB	12	51,2	51,0	3,8	46,0	57,3
MIRAB	29	50,6	50,2	7,7	35,6	66,8
MIRAB-PROFIT	7	48,6	47,5	4,7	41,6	53,9
PROFIT	19	49,7	47,5	10,0	34,3	67,6

Source : les auteurs.

Figure 4. Dispersion des niveaux d'IVPCC par groupes de pays et territoires



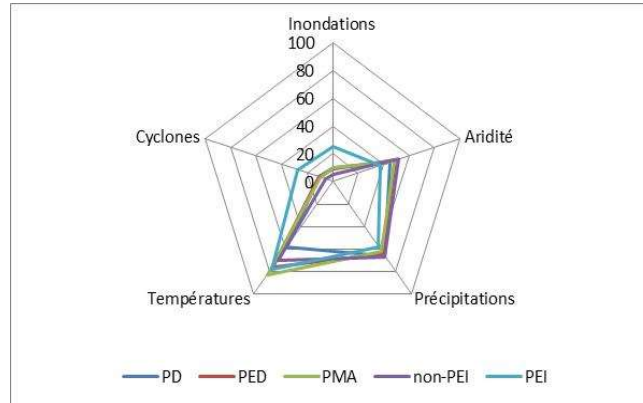
Source : les auteurs.

Tableau 3. IVPCC et moyennes des composantes par groupes

Groupes	N	Inondations	Aridité	Précipitations	Températures	Cyclones	IVPCC
Tous	250	13,3	46,1	63,2	72,7	14,5	51,5
PD	40	10,3	45,2	66,2	58,3	10,5	47,2
PED-NU	154	9,1	49,5	63,7	75,8	10,9	52,4
PMA	47	10,0	48,8	62,0	82,4	9,7	53,9
PEID	56	23,9	35,4	56,3	84,3	35,0	54,5
non-PEI	150	5,4	52,0	66,8	69,5	5,9	50,8
PEI	100	25,1	37,2	57,9	77,5	27,4	52,6
SITE	11	34,7	43,5	64,1	82,9	31,3	58,1
SITE-PROFIT	22	32,8	38,3	59,2	83,2	38,7	57,2
TOURAB	12	10,7	36,5	56,7	79,4	37,6	51,2
MIRAB	29	24,7	35,7	52,6	77,5	19,0	50,6
MIRAB-PROFIT	7	10,5	30,6	60,0	77,1	19,0	48,6
PROFIT	19	25,8	37,7	61,1	66,6	21,2	49,7

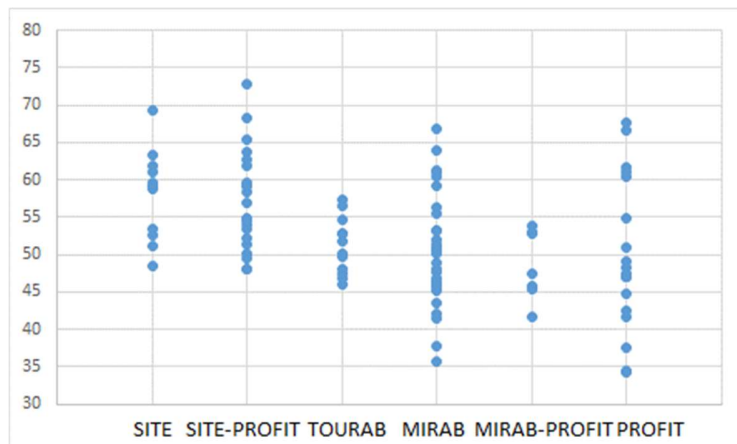
Source : les auteurs.

Figure 5. Les composantes de l'IVPCC pour les différents regroupements en mode radar



Source : les auteurs.

Figure 6. Dispersion des niveaux d'IVPCC par groupes de PEI



Source : les auteurs.

Ensuite, notre application permet de tirer plusieurs enseignements nouveaux.

Premièrement, l'insularité n'est pas associée à une vulnérabilité au changement climatique systématiquement ou globalement plus grande. En effet, le groupe des PEI, bien que nettement plus impacté que les pays développés, affiche un score moyen d'IVPCC (52,6) qui n'est que marginalement supérieur aux scores moyens de l'échantillon total (51,5) et du groupe des pays non insulaires (50,8), similaire au score des pays en développement (52,4), et inférieur à celui des PMA

(53,9). Ainsi, les PEI apparaissent distribuées de manière relativement équilibrée dans les quatre classes de vulnérabilité (annexe tableau A.1.) : 42% des PEI se trouvent dans la moitié la moins vulnérable de l'échantillon total. Ce score moyen des PEI (52,6) est aussi inférieur à celui des seuls Petits Etats Insulaires en Développement PEID (54,5). Ce résultat nuance donc ceux de Closset *et al.* (2018) qui ne couvrent que les PEID, lesquels se situent plutôt en zone tropicale, alors que nous intégrons un nombre important d'îles affiliées qui peuvent se situer également en zone non tropicale. Le fait de considérer ce groupe plus large de PEI permet de relativiser le caractère discriminant de l'insularité en matière de vulnérabilité face au changement climatique, et de plutôt relever l'importance de la situation géographique. Néanmoins, nous retrouvons les mêmes causes sous-jacentes de vulnérabilité des PEI, à savoir une exposition forte aux événements cycloniques et aux chocs de température, et dans une moindre mesure un risque d'inondation lié à la montée du niveau des océans (avec une forte hétérogénéité au sein du groupe).

Deuxièmement, en comparant les résultats entre les groupes de PEI, nous pouvons observer une association forte entre la spécialisation touristique et la vulnérabilité au changement climatique. Les groupes pour lesquels l'activité touristique est importante, à savoir les modèles SITE et SITE/PROFIT, présentent des scores moyens significativement plus élevés (58,1 et 57,2 respectivement) que ceux de l'échantillon total, du groupe des PEI, et des autres groupes de PEI (tableau 4). Sur les 33 PEI appartenant aux groupes SITE et SITE/PROFIT, 29 font partie de la moitié la plus vulnérable de l'échantillon total, dont 17 dans le quart à « vulnérabilité très élevée » et 12 dans le quart à « vulnérabilité élevée » (voir annexe, tableau A.3.). Les risques les plus importants sont liés à l'activité cyclonique, aux chocs de température et à l'aridité, mais aussi aux chocs pluviométriques, une contrainte qu'ils partagent avec les autres groupes (figure 7).

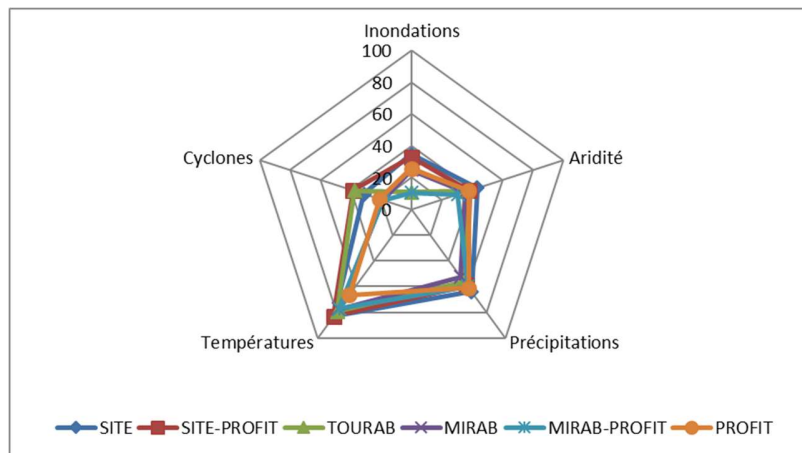
Tableau 4. Tests de différence de moyennes entre les groupes

	Nombre	Moyenne	Variance	Statistique t	V. critique de t (5%)	P(T<=t)
PEI	100	52,6	63,3	1,87	1,97	0,06
Non-PEI	150	50,8	57,5			
SITE	11	58,1	37,3	3,02	2,13	0,01
PEI non SITE	89	52,0	62,8			
SITE/PROFIT	22	57,2	44,0	3,52	2,02	0.00
PEI non SITE/PROFIT	78	51,3	61,6			

Notes : Test d'égalité des espérances pour deux observations de variances différentes, test bilatéral, H0 : les moyennes sont égales ; HA : Les moyennes sont différentes.

Source : les auteurs.

Figure 7. Les composantes de l'IVPCC pour les sous-ensembles insulaires en mode radar



Source : les auteurs.

A la lumière de ces différents éléments, un résultat fondamental ressort. L'insularité *per se* n'explique pas une vulnérabilité physique au changement climatique plus élevée des PEI. C'est plutôt la situation géographique qui compte avec une vulnérabilité plus importante des PEI situées en zones tropicales et cycloniques. En revanche, quand l'insularité se combine à un mode de développement basé sur le tourisme, ce secteur étant par nature particulièrement dépendant des conditions climatiques, la soutenabilité de celui-ci dans un contexte de changement climatique est fortement menacée. Or, pour ces PEI, la spécialisation touristique étant imposée par les avantages comparatifs et les nombreux handicaps structurels freinant le développement d'autres secteurs

d'activité moins fragiles, le défi que représente l'indispensable adaptation de l'économie au changement climatique apparaît alors particulièrement compliqué à relever pour ces territoires.

5. Conclusion

En définitive, notre étude a permis de faire ressortir trois enseignements majeurs. D'abord, les PEI, prises globalement, révèlent une vulnérabilité physique au changement climatique importante, largement supérieure à celle des pays développés mais toutefois comparable à la moyenne mondiale ou à celle des économies non insulaires, et plus faible que celle des PMA. Ensuite, cette vulnérabilité ne se manifeste que sous certains aspects seulement. Les PEI sont particulièrement concernées par les risques associés à la montée du niveau des mers et à l'intensification des événements extrêmes tels que les chocs de température et les cyclones. Enfin, au sein de l'ensemble insulaire, les économies les plus exposées aux conséquences physiques du changement climatique sont celles où le modèle de développement est directement lié à l'activité touristique. Les groupes SITE et SITE/PROFIT affichent en effet les scores de vulnérabilité physique les plus élevés. Aussi, ce n'est pas tant leur caractère insulaire qui rend ces économies fragiles au phénomène climatique en cours, mais plutôt leur situation géographique associée à leur modèle de développement. Notre étude contribue donc à montrer l'existence d'un lien positif significatif entre spécialisation touristique et vulnérabilité au changement climatique en contexte insulaire.

Par ailleurs, la crise récente de la COVID-19 a révélé une autre source de vulnérabilité pour les PEI tributaires du tourisme, en l'occurrence les chocs sanitaires, lesquels pourraient bien être de plus en plus fréquents avec le changement climatique (Hoberg et Brooks, 2015). Hoarau (2020) met en évidence que le tourisme international est à la fois victime et coupable de l'émergence et de la propagation rapide des maladies infectieuses de type COVID-19. Dans notre monde interconnecté, dans lequel un individu est capable de faire le tour de la planète en moins de 48 heures, le développement du et par le tourisme international augmente fortement la probabilité de déclenchement d'épidémies. Plus une destination est attractive, plus cette probabilité est élevée, et plus elle sera touchée par les mesures nécessaires destinées à limiter la propagation de la maladie (restrictions sur les vols commerciaux et les croisières, fermeture des frontières, confinement strict).

Par la suite, ces contraintes sanitaires génèreront une crise économique et sociale profonde¹⁵, spécialement pour les pays largement dépendants du tourisme tels que le sont bon nombre de PEI.

La grande vulnérabilité au changement climatique des PEI à spécialisation touristique doit inviter par conséquent les décideurs à s'inscrire clairement et durablement dans une démarche de politiques d'atténuation et d'adaptation. En premier lieu, en termes d'atténuation, il s'agit de contenir la vulnérabilité structurelle elle-même en agissant à deux niveaux. D'abord, au niveau global, avec le renforcement et l'application des accords internationaux pour réduire les émissions de gaz à effets de serre, freiner le réchauffement climatique et donc réduire les risques physiques associés. Ensuite, au niveau local, notamment à travers la protection du capital naturel (maintien des ressources en eau, préservation de la biodiversité terrestre et marine, préservation des sols et des forêts, protection des littoraux, ...), ces actions étant aussi à la base même de la soutenabilité d'un développement par le tourisme avec le maintien ou la restauration de la capacité de charge territoriale (Hall *et al.*, 2015). En second lieu, dans la mesure où il semble aujourd'hui trop tard pour empêcher le réchauffement climatique, il est nécessaire de mettre en place des politiques d'adaptation pour renforcer la résilience des territoires face à ses conséquences. Compte tenu des spécificités des petits espaces insulaires, l'accent doit être mis en particulier sur la gestion des risques (santé humaine, gestion des inondations des zones côtières, prévision et anticipation des phénomènes extrêmes, ...) et sur l'aménagement du territoire. Par ailleurs, conformément aux travaux de Dogru *et al.* (2019), la construction d'une capacité d'adaptation « pro-active » n'est envisageable que pour les économies ayant les moyens et les institutions adéquates : il existe en effet une corrélation forte entre niveau de développement et résilience. Cette caractéristique, combinée avec le coût nécessairement plus élevé des politiques publiques en contexte insulaire, renvoie inévitablement au besoin d'assistance internationale.

Par ailleurs, le tourisme subit le changement climatique en même temps qu'il y contribue en raison de ses émissions fortes de gaz à effets de serre. Sur la période récente, la contribution du tourisme aux émissions globales a été évaluée à 8% (Lenzen *et al.*, 2018). Même si les plus gros contributeurs en valeur absolue sont les grands pays développés et émergents (USA, Chine,

¹⁵ L'Organisation Mondiale du Tourisme [OMT] estime qu'au niveau mondial la COVID-19 est susceptible d'entraîner, sur l'année 2020, une perte de revenus d'exportations entre 910 milliards et 1200 milliards de dollars US, et entre 850 millions et 1,1 milliard d'arrivées touristiques en moins. De plus, entre 100 et 120 millions d'emplois directs seraient fortement menacés (OMT, 2020).

Allemagne, Inde, Mexique, Brésil, Canada, ...), les PEI apparaissent en tête du classement lorsque l'on considère l'empreinte carbone du tourisme par habitant. Ceci est dû bien évidemment au caractère international de leur activité touristique et à la nécessité de l'utilisation du transport aérien, très polluant¹⁶. Cette dépendance des îles vis-à-vis du transport aérien constitue une limite sévère à un développement supplémentaire du tourisme pour ces territoires dans le contexte mondial actuel, et cela pour au moins deux raisons. En premier lieu, les consommateurs sont de plus en plus sensibles à l'impact environnemental des voyages en avion. Un rapport de 2007 de la commission canadienne du tourisme révèle que 29% des voyageurs britanniques affirment avoir déjà réduit leurs déplacements en avion dans le souci de protéger l'environnement¹⁷. Le lancement récent du mouvement « flygskam » (honte de prendre l'avion littéralement) en Suède tend à montrer que cette tendance risque de prendre de l'ampleur dans les années à venir¹⁸. En second lieu, les négociations internationales actuelles sur la réduction des émissions globales de CO₂ ne pourront pas certainement à terme faire l'économie de la mise en place d'une taxe carbone ou d'un système généralisé d'échange de permis d'émissions, les seuls véritables outils capables de réduire significativement l'empreinte carbone du transport aérien. Cela devrait naturellement amener à l'augmentation du coût des billets pour les destinations lointaines et donc à la détérioration de l'attractivité des territoires insulaires.

Pour conclure, il apparaît de plus en plus évident que les PEI ne pourront plus miser sur le tourisme de masse de type « sea, sand and sun » mais devront faire le choix d'un tourisme de niches (écotourisme, agrotourisme, tourisme culturel, tourisme médical, tourisme sportif, ...), de plus petite dimension et de plus grande valeur ajoutée, en accord avec l'évolution rapide de la demande touristique internationale (Dogru *et al.*, 2016). La spécialisation touristique telle qu'elle est conçue traditionnellement, basée sur un tourisme de masse rencontrant une forte spécialisation touristique du territoire, est une stratégie peu compatible avec le « nouveau monde » redessiné par le changement climatique.

¹⁶ Le transport aérien représente 86% (90% pour les destinations les plus éloignées) des émissions du tourisme international (Ceron et Dubois, 2012).

¹⁷ Canadian Tourism Commission (2007), «Travelers Keen on Going Green», Tourism Intelligence Bulletin, n°39, mai.

¹⁸ <https://www.franceinter.fr/societe/en-suede-la-honte-de-prendre-l-avion-face-a-la-fierte-de-voyager-en-train>

Bibliographie

- Aguilo, E., Alegre, J., Sard, M. (2005). "The Persistence of the Sun and Sand Tourism Model", *Tourism Management*, 26(2), 219-231.
- Baldacchino, G., Bertram, G. (2009). "The Beak of the Finch: Insights into the Economic Development of Small Economies", *The Round Table*, 98(401), 141-160, April.
- Baldacchino, G., Milne, D. (Eds.) (2000). *Lessons from the Political Economy of Small Islands: The Resourcefulness of Jurisdiction*, Basingstoke: Macmillan.
- Bamber, J.L., Oppenheimer, M., Kopp, R.E., Aspinall, W.P., Cooke, R.M. (2019). "Ice Sheet Contributions to Future Sea-Level Rise from Structured Expert Judgment", *PNAS*, 16(23), 11195-11200.
- Bellec, S. (2016). « La carte du tourisme local en Province Nord de la Nouvelle-Calédonie : une stratégie de diversification économique au service du développement durable », in J.F. Hoarau (Eds.), *Spécialisation touristique et vulnérabilité, Réalités et enjeux pour le développement soutenable des petits territoires insulaires*, L'Harmattan, 171-188.
- Berrittella, M., Bigano, A., Roson, R., Richard, S., Tol, J. (2006), "A General Equilibrium Analysis of Climate Change Impacts on Tourism", *Tourism Management*, 27(5), 913-924.
- Bertram, G., Poirine B. (2007). "Island Political Economy", in G. Baldacchino (Eds.), *A World of Islands: an Island Studies Reader*, Canada and Malta, Institute of Island Studies and Agenda Academic, 332-378.
- Bertram, G. Watters, R.F. (1985). "The MIRAB Economy in South Pacific Microstates", *Pacific Viewpoint*, 26(3), 497-519.
- Bianchi, R. (1994). "Tourism Development and Tourism Dynamics: An Alternative Approach", *Progress in Tourism, Recreation and Hospitality Management*, 5, 181-193.
- Blancard, S., Hoarau, J.F. (2016 a), « Les petites économies insulaires en développement. Des territoires particulièrement vulnérables sur le plan économique ? », *Revue économique*, Presses de Sciences-Po, 67(1), 117-142.
- Blancard, S., Hoarau, J.F. (2016 b). « La détermination d'un optimum touristique à travers la construction d'un Indicateur multidimensionnel de Pénétration Touristique pour les économies insulaires », in J.F. Hoarau (Eds.), *Spécialisation touristique et vulnérabilité, Réalités et enjeux pour le développement soutenable des petits territoires insulaires*, L'Harmattan, 229-254.
- Blancard, S., Bonnet, M., Hoarau, J.F. (2020). "The Specific Role of Agriculture for Economic Vulnerability of Small Island Spaces", *Applied Economics*, à paraître.
- Brida, J.G., Cortes-Jimenez, I., Pulina, M. (2014). "Has the Tourism-Led Growth Hypothesis Been Validated? A Literature Review", *Current Issues in Tourism*, on line.
- Burns, W.C.G. (2000). "The Impact of Climate Change on Pacific Island Developing Countries in the 21st Century", in A. Gillespie and W.C.G. Burns (Eds.), *Climate Change in the South Pacific: Impacts and Responses in Australia, New Zealand and Small Island States*, 233-250.
- Butler, R. W. (1980). "The Concept of the Tourist Area Life Cycle of Evolution: Implications for Management of Resources", *Canadian Geographer*, 24(1), 5-12.
- Butler, R.W. (2011). *Tourism Area Life Cycle, Contemporary Tourism Reviews*, Goodfellow Publishers Ltd, Oxford, 1-33.

- Ceron, J.P, Dubois G. (2012). « Le tourisme dans l'outre-mer français face à la contrainte carbone », *Mondes en développement*, 1(157), 11-28.
- Charles, A., Darné, O., Hoarau, J.F. (2019). “How Resilient is La Reunion in Terms of International Tourism Attractiveness: an Assessment from Unit Root Tests with Structural Breaks from 1981-2015”, *Applied Economics*, 51(24), 2639-2653.
- Choy, D. J. L. (1992). “Life Cycle Models for Pacific Island Destinations”, *Journal of Travel Research*, 30, 26-38.
- Closset, M., Feindouno, S., Guillaumont, P., Simonet, C. (2018). “A Physical Vulnerability to Climate Change Index: Which are the Most Vulnerable Developing Countries?”, *Ferdi Working paper P213*, octobre.
- Cole, S. (2009). “A Logistic Tourism Model: Resort Cycles, Globalization, and Chaos”, *Annals of Tourism Research*, 36(4), 689-714.
- Dimou, M., Schaffar, A. (2014). « La croissance économique dans les Départements français d'outre-mer. Une revue de la littérature », *Revue Tiers-Monde*, Armand Colin, 0(3), 159-177.
- Dogru, T., Bulut, U., Sirakaya-Turk, E. (2016). “Theory of Vulnerability and Remarkable Resilience of Tourism Demand to Climate Change: Evidence from the Mediterranean Basin”, *Tourism Analysis*, 21(6), 645-660.
- Dogru, T., Marchio, E.A., Bulut, U., Suess, C. (2019). “Climate Change: Vulnerability and Resilience of Tourism and the Entire Economy”, *Tourism Management*, 72, 292-305.
- Eriksen, S.P., Kelly, P. (2007). “Developing Credible Vulnerability Indicators for Climate Adaptation Policy Assessment”, *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 12(4), 495-524.
- Faulkner, B., Russel, R. (2001). “Turbulence, Chaos, and Complexity in Tourism Systems: A Research Direction for the New Millennium”, in B. Faulkner, G. Moscardo, and E. Laws (Eds.), *Tourism and the 21st Century: Reflections on Experience*, London: Continuum Books, 328-349.
- Feindouno, S., Goujon, M., Santoni, O. (2016). « Tendances et chocs climatiques à La Réunion : utilisation de la base CRU TS 3.21 », in D. Lepelley et M. Paul, (Eds.), *Droit, Economie et Gestion de l'Eau dans la zone Océan Indien*, Oeconomia.
- Feindouno, S., Goujon, M., Santoni, O. (2017). « Un indicateur d'intensité cyclonique au niveau pays », *Document de travail, FERDI, n°210*.
- Feindouno, S., Guillaumont, P., Simonet, C. (2020). “The Physical Vulnerability to Climate Change Index: An Index to Be Used for International Policy”, *Ecological Economics*, 176, 106752.
- Füssel, H.-M., Hildén, M. (2014). “How is Uncertainty Addressed in the Knowledge Base for National Adaptation Planning? Adapting to an Uncertain Climate”, in T. Capela Lourenço et al. (Eds.), *Adapting to an Uncertain Climate*, Springer, Cham, 41-66.
- GIEC [Groupe Intergouvernemental d'Etudes sur le Changement Climatique] (2001). *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg2/689.htm/.
- GIEC (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report*, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland, <http://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>.

- Goavec, C., Hoarau, J.F. (2015). « Vulnérabilité économique structurelle et dépendance touristique : quels enseignements pour les petites économies insulaires en développement », *Région et Développement*, 42, 157-188.
- Goujon, M., Hoarau, J.-F., Rivière, F. (2015). « Vulnérabilités économique et environnementale comparées des économies ultramarines françaises », in J.F. Hoarau (Eds.), *Spécialisation touristique et vulnérabilité, Réalités et enjeux pour le développement soutenable des petits territoires insulaires*, L'Harmattan, 27-66.
- Goujon, M., Magnan, A. (2018). « Appréhender la vulnérabilité au changement climatique, du local au global. Regards croisés », *Document de travail Ferdi-Iddri, P215*, février.
- Guillaumont, P. (2010). « Assessing the Economic Vulnerability of Small Island Developing States and the Least Developed Countries », *Journal of Development Studies*, 46 (5), 828-854.
- Guillaumont, P. (2014). “Measuring Structural Economic Vulnerability in Africa: ”, in C. Monga, J. Yifu Lin (Eds.), *The Oxford Handbook of Africa and Economics: Context and concepts*.
- Guillaumont, P. (2015). « Mesurer la vulnérabilité au changement climatique pour allouer le financement de l’adaptation », *Ferdi Working Paper, P136*, octobre.
- Guillaumont, P. (2017). “Vulnerability and Resilience: A Conceptual Framework Applied to Three Asian Countries—Bhutan, Maldives, and Nepal”. Asian Development Bank, South Asia Working Papers Series, N°53
- Guillaumont, P., Simonet, C. (2011a). “Designing an Index of Structural Vulnerability to Climate Change”, *Ferdi Working Paper / I08*, mars.
- Guillaumont, P., Simonet, C. (2011 b). “To What Extent Are African Countries Vulnerable to Climate Change? Lessons from a New Indicator of Physical Vulnerability to Climate Change”, *Ferdi Working Paper, I08*, Clermont-Ferrand, novembre.
- Guillaumont, P., Simonet, C. (2014). Facing Climate Change in the LDCs: How to Fit the Istanbul Programme of Action. Istanbul Programme of Action for the LDCs, 287.
- Guthunz, U., Von Krosigk, F. (1996). “Tourism Development in Small Island States: From MIRAB to TouRAB? ”, in L. Brigulio, B. Archer, J. Jafari and G. Wall (Eds.), *Sustainable Tourism in Islands and Small States: Issues and Policies*, London, Pinter, 17-35.
- Hall, C.M., Amelung, B., Cohen, S., Eijgelaar, E., Gössling, S., Higham, J., Leeman, R., Peters, P., Ram, Y., Scott, D. (2015). “On Climate Change Skepticism and Denial in Tourism”, *Journal of Sustainable Tourism*, 23(1), 4-25.
- Higgins-Desbiolles, F. (2006). “More than an Industry: The Forgotten Power of Tourism as a Social Force”, *Tourism Management*, 27(6), 1192-1208.
- Hoarau, J.F. (2020). “Is International Tourism Responsible for the Pandemic of COVID19? A Preliminary Cross-Country Analysis with a Special Focus on Small Islands”, *TEPP Working Papers, n°20-4*.
- Hoberg, E.P., Brooks, D.R. (2015). “Evolution in Action: Climate Change, Biodiversity Dynamics and Emerging Infectious Disease”, *Philosophical Transaction of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370(1665), April 5. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4342959/>.

- Hyman, T.A. (2013). "Assessing the Vulnerability of Beach Tourism and Non-Beach Tourism to Climate Change: A Case Study from Jamaica", <https://doi.org/10.1080/09669582.2013.855220>
- Kulp, S.A., Strauss, B.H. (2019). "New Elevation Data Triple Estimates of Global Vulnerability to Sea-Level Rise and Coastal Flooding", *Nature Communications*, 10, 4844 doi:10.1038/s41467-019-12808-z
- Lenzen, M., Sun, Y.Y., Faturay, F., Ting, Y.P., Geschke, A., Malik, A. (2018). "The Carbon Footprint of Global Tourism", *Nature Climate Change*, 8(6), 522-528, juin.
- Logossah, K., Maupertuis, M.A. (2007). « La spécialisation touristique des petites économies insulaires en développement est-elle une voie de croissance durable? », *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, 1, 35-55.
- McElroy, J.L. (2006). "Small Island Tourist Economies across the Life Cycle", *Asia Pacific Viewpoint*, 47(1), 61-77.
- McKercher, R. (2006). "Are Psychographics Predictors of Destination Life Cycles? ", *Journal of Travel and Tourism Marketing*, 19(1), 49-55.
- Mycoo, M.A. (2017). "Beyond 1.5°C: Vulnerabilities and Adaptation Strategies for Caribbean Small Island Developing States", *Regional Environmental Change*, 1-13, <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1248-8>, november, Springer Berlin Heidelberg.
- Nowak, J.-J., Petit, S., Sahli, M. (2010). "Tourism and Globalization: The International Division of Tourism Production", *Journal of Travel Research*, 49(2), 228-245.
- Nurse, L.A., McLean, R.F., Agard, J., Briguglio, L.P., Duvat-Magnan, V., Pelesikoti, N., Tompkins, E., Webb, A. (2014). "Small Islands", in *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [V.R. Barros, C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1613-1654.
- Organisation Mondiale du Tourisme [OMT] (2020). *New Data Shows Impact of COVID-19 on Tourism as UNWTO Calls for Responsible Restart of the Sector*, News Release, 22 June, Madrid. <https://www.unwto.org/news/new-data-shows-impact-of-covid-19-on-tourism>.
- Prideaux, B. (2000). "The Resort Development Spectrum: A New Approach to Modelling Resort Development", *Tourism Management*, 21, 225-240.
- Rossello-Nadal, J. (2014). "How to Evaluate the Effects of Climate Change on Tourism", *Tourism Management*, 42(C), 334-340.
- Russell, R. (2006). "Chaos Theory and its Applications to the Tourism Area Life Cycle Model", in R. W. Butler (Eds.), *The Tourism Area Life Cycle: Conceptual and Theoretical Issues*, Channelview Publications, Clevedon, 164-179.
- Russell, R., Faulkner, B. (2004). "Entrepreneurship, Chaos, and the Tourism Area Life Cycle", *Annals of Tourism Research*, 31(3), 556-579.
- Wall, G. (1998). "Climate Change, Tourism and the IPCC", *Tourism Recreation Research*, 23(2), 65-68.

Annexes :

Tableau A.1. Minima et maxima utilisés dans les formules de normalisation

Composantes	Minimum	Maximum
Inondation, part du territoire sous 5 mètres d'altitude (%)	0 (pays enclavés)	40 (Maldives)
Part du territoire non désertique situé en zone aride (%)	0 (nombreux PEI)	100 (nombreux, Moyen-Orient et Afrique du Nord et sahélienne)
Tendance températures	0,0006 (Bolivie)	0,0337 (Mongolie)
Tendance précipitations	-0,3527 (Sierra Leone)	0,3223 (Philippines)
Moyenne précipitations	33,16 (Egypte)	3759,17 (Micronésie)
Tendance chocs précipitation	-294,3 (Nauru)	219,3 (îles Salomon)
Moyenne températures	-4,814 (Russie)	28,47 (Mali)
Tendance chocs température	-0,066 (Finlande)	0,021 (Pays-Bas)
Intensité cyclonique	0 (nombreux)	818,9 (Japon)
Tendance cyclonique	0 (nombreux)	469,5 (Japon)

Source : Closset *et al.* (2018).

Tableau A.2. Groupes de pays et territoires

Groupes	Pays et territoires
TOUS	L'ensemble des 250 pays et territoires.
Pays développés [PD] selon le Forum Economique Mondial	Allemagne, Andorre, Australie, Autriche, Belgique, Canada, Chypre, Corée du Sud, Danemark, Espagne, Estonie, Etats-Unis d'Amérique, Finlande, France, Grèce, Hong-Kong, Hongrie, Irlande, Islande, Israël, Italie, Japon, Liechtenstein, Luxembourg, Malte, Monaco, Norvège, Nouvelle-Zélande, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Saint-Marin, Singapour, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse, Taïwan.
Pays en développement [PED] membres des Nations unies	Antigua & Barbuda, Afghanistan, Afrique du Sud, Albanie, Algérie, Angola, Arabie Saoudite, Argentine, Arménie, Azerbaïdjan, Bahamas, Bahreïn, Barbade, Bangladesh, Belize, Bénin, Bhutan, Biélorussie, Bolivie, Bosnie

	<p>Herzégovine, Botswana, Brésil, Brunei, Bulgarie, Burkina Faso, Burundi, Cambodge, Cameroun, Cap-Vert, Chili, Chine, Colombie, Comores, Congo, RDC Congo, Costa Rica, Côte d'Ivoire, Corée du Nord, Croatie, Cuba, Djibouti, Dominique, Guinée Equatoriale, Emirats Arabes Unis, Equateur, Egypte, El Salvador, Érythrée, Ethiopie, Fidji, Gabon, Gambie, Géorgie, Ghana, Grenade, Guatemala, Guinée, Guinée-Bissau, Guyana, Haïti, Honduras, Îles Salomon, Îles Marshall, Inde, Indonésie, Iran, Iraq, Jamaïque, Jordanie, Kazakhstan, Kenya, Kiribati, Koweït, Kirghizistan, Laos, Lesotho, Lettonie, Liban, Libéria, Libye, Lituanie, Madagascar, Malaisie, Maldives, Malawi, Mali, Maroc, Maurice, Mauritanie, Micronésie, Mexique, Moldavie, Mongolie, Monténégro, Mozambique, Myanmar, Namibie, Nauru, Népal, Nicaragua, Nigéria, Niger, Oman, Ouganda, Ouzbékistan, Pakistan, Palau, Panama, Papouasie Nouvelle-Guinée, Paraguay, Pérou, Philippines, Qatar, Rép. Centre-Africaine, République Dominicaine, Roumanie, Russie, Rwanda, Saint-Kitts-et-Nevis [SK&N], Sainte-Lucie, Saint-Vincent-et-Grenadines [SV&G], Samoa, Sao Tome & Principe, Sénégal, Serbie, Seychelles, Sierra Leone, Somalie, Soudan, Soudan du Sud, Sri Lanka, Suriname, Swaziland, Syrie, Tadjikistan, Tanzanie, Tchad, Thaïlande, Timor-Leste, Togo, Tonga, Trinité-et-Tobago, Tunisie, Turquie, Turkménistan, Tuvalu, Ukraine, Uruguay, Vanuatu, Venezuela, Vietnam, Yémen, Zambie, Zimbabwe.</p>
<p>Petites Economies Insulaires [PEI] membres des Nations unies et affiliées</p>	<p>Anguilla, Antigua-et-Barbuda, Aruba, Açores, Bahamas, Bahreïn, Barbade, Belize, Bermudes, Bonaire, Cap-Vert, Chypre, Comores, Corse, Cuba, Curaçao, Dominique, Fidji, Guyane française, Polynésie française, Gibraltar, Grenade, Groenland, Guadeloupe, Guam, Guernesey, Guinée-Bissau, Guyana, Haïti, Hawaï, Hong-Kong, Île Christmas, Île de Man, Îles Åland, Îles Canaries, Îles Caïman, Îles Cocos, Îles Cook, Îles Falkland, Îles Féroé, Îles Heard et McDonald [IHMD], Îles Norfolk, Îles Mariannes du Nord [IMDN], Îles Marshall, Îles Salomon, Îles South Georgia et South Sandwich [ISGSS], Îles Turks et Caïques, Îles Vierges américaines, Îles Vierges britanniques, Islande, Jersey, Kiribati, La Jamaïque, Macao, Madère, Maldives, Malte, Martinique, Maurice, Mayotte, Monaco, Montserrat, Micronésie, Nauru, Niue, Nouvelle-Calédonie, Palau, Papouasie-Nouvelle-Guinée [PNG], Pitcairn, Porto Rico, République Dominicaine, Réunion, Saba, Saint-Barthélemy, Saint-Eustache, Saint-Kitts-et-Nevis [SK&N], Saint-Martin, Saint-Vincent-et-Grenadines [SV&G], Saint-Pierre-et-Miquelon [SP&M], Sainte-Hélène, Sainte-Lucie, Sin Maarten, Sao-Tomé-Et-Principe [ST&P], Samoa, Samoa Américaines, Seychelles, Singapour, Suriname, Svalbard et Jan Mayen [S&JM], Taïwan, Terres australes et antarctiques françaises [TAAF], Territoire britannique de l'océan Indien [TBOI], Timor-Leste, Tokelau, Tonga, Trinité-et-Tobago, Tuvalu, Vanuatu, Wallis et Futuna, Zanzibar.</p>
<p>Les Pays Non Insulaires [PNI]</p>	<p>Le groupe TOUS moins les membres du groupe PEI.</p>
<p>Pays les Moins Avancés [PMA] selon la CNUCED</p>	<p>Afghanistan, Angola, Bangladesh, Bénin, Bhoutan, Burkina Faso, Burundi, Cambodge, République centrafricaine, Tchad, Comores, Congo, République démocratique du Congo (RDC), Djibouti, Guinée équatoriale, Érythrée, Éthiopie, Gambie, Guinée, Guinée-Bissau, Haïti, Kiribati, Laos,</p>

Petits Etats Insulaires en
Développement [PEID] selon
les Nations Unies

Lesotho, Madagascar, Malawi, Maldives, Mali, Mauritanie, Mozambique, Myanmar, Niger, Papouasie-Nouvelle-Guinée, Rwanda, Samoa, Sao Tomé-et-Principe, Sénégal, Sierra Leone, Îles Salomon, Soudan, Timor-Leste, Togo, Tuvalu, Vanuatu, Yémen, Zambie et Zimbabwe.

Anguilla, Antigua-et-Barbuda, Aruba, Bahamas, Bahreïn, Barbade, Belize, Bonaire, Cap-Vert, Comores, Cuba, Curaçao, Dominique, Fidji, Polynésie française, Grenade, Guam, Guinée-Bissau, Guyana, Haïti, Îles Cook, Îles Mariannes du Nord [IMDN], Îles Marshall, Îles Salomon, Îles Vierges américaines, Îles Vierges britanniques, Kiribati, La Jamaïque, Maldives, Maurice, Montserrat, Micronésie, Nauru, Niue, Nouvelle-Calédonie, Palau, Papouasie-Nouvelle-Guinée [PNG], Porto Rico, République Dominicaine, Saba, Saint-Eustache, Saint-Kitts-et-Nevis [SK&N], Saint-Vincent-et-Grenadines [SV&G], Sainte-Lucie, Sin Maarten, Sao-Tomé-Et-Principe [ST&P], Samoa, Samoa Américaines, Seychelles, Singapour, Suriname, Timor-Leste, Tonga, Trinité-et-Tobago, Tuvalu, Vanuatu.

Source : les auteurs.

Tableau A.3. Classement des pays selon le score d'IVPCC, échantillon global

1er quart : vulnérabilité très élevée		2ème quart : vulnérabilité élevée		3ème tiers : vulnérabilité modérée		4ème tiers : vulnérabilité faible	
Pays	IVPCC	Pays	IVPCC	Pays	IVPCC	Pays	IVPCC
Bahamas**	72,87	Zimbabwe	57,49	Sierra Leone	50,38	Guyana	45,99
Turks et caïques*	69,31	Kenya	57,48	République dominicaine	50,15	Azores	45,73
Îles Caïmans**	68,23	Sud Soudan	57,33	Timor-Leste	50,03	Suriname	45,55
Bahreïn	67,52	Jamaïque	57,29	SV&G**	50,03	Andorre	45,49
Pays-Bas	67,28	Mexique	57,28	Russie	50,02	Groenland	45,42
Îles Marshall	66,61	Pakistan	57,02	Ouganda	49,89	Italie	45,40
Gibraltar	66,59	Anguilla**	56,96	Angola	49,87	Pologne	45,35
Soudan	66,32	Liban	56,93	Argentine	49,80	Luxembourg	45,24
Gambie	65,56	Ouzbékistan	56,88	Nicaragua	49,63	République Tchèque	45,12
Maldives**	65,35	Polynésie française	56,43	Guadeloupe	49,56	ST&P	45,09
Niger	64,62	Turkménistan	56,22	Swaziland	49,56	France	45,00
Oman	64,47	Tuvalu	56,15	SK&N**	49,55	Bulgarie	44,95
Kiribati	63,98	Qatar	56,03	Lesotho	49,54	Guatemala	44,68
Mauritanie	63,95	Tonga	55,40	Costa Rica	49,51	Hong Kong	44,65
IMDN**	63,66	Philippines	54,99	Malawi	49,50	Indonésie	44,36
Koweït	63,55	Afghanistan	54,94	Bangladesh	49,45	Belarus	44,32
EAU	63,41	Samoa américaines	54,94	Sri Lanka	49,14	Panama	44,31
Erythrée	63,33	Seychelles**	54,89	T&T	49,08	Colombie	44,30
Curaçao*	63,29	Belize**	54,59	Thaïlande	48,94	Lituanie	44,24
Tchad	62,93	Réunion	54,56	Guyane française	48,78	Népal	44,13
Arabie Saoudite	62,78	Antigua et Barbuda**	54,55	Grèce	48,76	Arménie	44,12

Australie	62,68	Mozambique	53,94	Belgique	48,50	Hongrie	43,94
Aruba**	62,68	Bermudes**	53,94	Hawaï*	48,43	Malaisie	43,78
Djibouti	62,56	Nouvelle Calédonie	53,91	Chine	48,42	San Marin	43,71
Mali	62,34	Moldavie	53,77	Cambodge	48,31	Lettonie	43,63
Libye	62,20	Fidji**	53,46	Rép. Centre Africaine	48,16	Brunei Darussalam	43,58
Iles Vierges Brit.**	61,83	Îles Cook*	53,40	Île Norfolk	48,14	IHMD	43,54
Bonaire*	61,78	Nigéria	53,31	Montserrat	48,09	Canada	43,49
Maurice	61,77	Micronésie	53,29	Cameroun	48,07	Corée du Sud	43,23
Sénégal	61,68	Guinée-Bissau	53,27	Sainte Lucie**	48,03	Equateur	43,02
Somalie	61,52	Kyrgyzstan	53,03	Barbade**	47,98	Slovénie	42,95
Japon	61,48	Porto Rico	53,01	Martinique	47,86	Estonie	42,93
Egypte	61,43	Saba	52,87	Le Salvador	47,71	Jersey	42,55
Algérie	61,38	Espagne	52,86	Myanmar	47,65	Slovaquie	42,40
Irak	61,34	Saint-Eustache	52,86	Dominique	47,54	Roumanie	42,26
Burkina Faso	61,28	Îles Salomon	52,85	Guinée équatoriale	47,54	PNG	42,16
TBOI	61,21	Inde	52,73	Burundi	47,53	Croatie	42,16
Cap Vert	61,05	Bénin	52,63	Saint Hélène	47,48	Corée du Nord	42,02
Yémen	61,03	Saint Barthelemy*	52,56	Îles Åland	47,37	Liechtenstein	41,83
Cuba	61,02	Ethiopie	52,29	RD Congo	47,36	Autriche	41,75
Sint Marteen*	61,00	USA	52,26	Pitcairn	47,28	Îles Falkland	41,74
Israël	60,87	Îles Vierges US**	52,13	Paraguay	47,26	Suisse	41,61
Iles Cocos	60,41	Azerbaïdjan	52,07	Rwanda	47,05	Nauru	41,61
Taiwan	60,38	Haïti	51,98	Ukraine	47,05	Uruguay	41,50
Namibie	60,37	Palaos	51,81	Singapour	46,95	Bhoutan	41,40
Tunisie	60,27	Guinée	51,39	Venezuela	46,93	S&JM	41,39
Jordanie	60,25	Grenade**	51,38	Madère	46,91	Serbie	40,93
Botswana	60,15	Wallis et Futuna	51,36	Bolivie	46,90	Albanie	40,41
Iran	59,80	Zambie	51,28	Niue	46,89	Bosnie & Herzégovine	39,73
Guam*	59,60	Zanzibar*	51,09	Guernesey	46,88	Royaume Uni	39,40

Chypre**	59,53	Ghana	51,06	Libéria	46,85	Irlande	39,33
Syrie	59,35	Samoa	50,89	Pérou	46,84	Nouvelle Zélande	39,14
Malte**	59,15	Monaco	50,85	Comores	46,83	Monténégro	38,55
Saint-Martin*	59,14	Côte d'Ivoire	50,83	Brésil	46,81	Finlande	38,28
Tokelau	59,13	Togo	50,80	Gabon	46,80	Suède	37,82
Macao**	59,08	Vietnam	50,80	Congo	46,57	ISGSS	37,66
Kazakhstan	59,01	Turquie	50,79	TAAF	46,50	Géorgie	37,50
Madagascar	58,95	Danemark	50,75	Laos	46,46	Iles Féroé	37,45
Mongolie	58,93	Honduras	50,73	Portugal	46,31	Norvège	35,79
Îles Canaries*	58,86	Allemagne	50,61	Chili	46,30	SP&M	35,60
Vanuatu**	58,30	Tanzanie	50,60	Tadjikistan	46,17	Île de Man	34,51
Maroc	57,66	Mayotte	50,54	Île Christmas	46,04	Islande	34,33
Afrique du Sud	57,50			Corse			

Note : les PEI sont en gras. (**) indique les économies insulaires appartenant au modèle SITE (SITE/PROFIT). L'échantillon a été divisé en quatre parties égales reflétant l'importance du degré de vulnérabilité par ordre décroissant.

Source : les auteurs.

