



HAL
open science

Entre convergence et disparité. Les SIDS face aux défis de la transition énergétique

Michel Dimou, Gabriel Figueiredo, Alexandra Schaffar

► **To cite this version:**

Michel Dimou, Gabriel Figueiredo, Alexandra Schaffar. Entre convergence et disparité. Les SIDS face aux défis de la transition énergétique. *Revue d'économie politique*, 2024, 24 (3), pp.417-440. <hal-04985817>

HAL Id: hal-04985817

<https://hal.science/hal-04985817v1>

Submitted on 13 Mar 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

Entre Convergence et Disparité. Les SIDS face aux Défis de la Transition Énergétique

Michel Dimou
LEAD – Université de Toulon

Gabriel Figueiredo
LEAD – Université de Toulon

Alexandra Schaffar
LEAD – Université de Toulon

Résumé

L'objectif de cet article est d'analyser les performances énergétiques des petites économies insulaires en développement (SIDS). Dans un contexte de tensions généralisées sur les marchés énergétiques mondiaux, les SIDS se révèlent des espaces particulièrement vulnérables. En utilisant des données de la Banque Mondiale concernant 183 pays, et en mobilisant des tests de convergence et des méthodes non paramétriques telles que les chaînes de Markov, cet article compare les performances énergétiques des SIDS à celles des autres pays. Les résultats indiquent qu'il n'existe pas de convergence absolue entre les pays en termes d'intensité énergétique, mais plutôt une convergence par clubs. Bien que la plupart des SIDS se retrouvent dans les clubs inférieurs ou intermédiaires en ce qui concerne leur intensité énergétique, leurs performances en termes de réduction de cette intensité énergétique entre 2000 et 2019 sont parmi les plus faibles.

Mots-clés

Petites économies insulaires, intensité énergétique, convergence en clubs

Codes JEL

O57, P18, Q56

Title

The challenges of energy transition for the SIDS: convergence and disparities.

Abstract

The aim of this paper is to analyze the energy performance of Small Island Developing States (SIDS). In a context of tensions on world energy markets, the SIDS are particularly vulnerable. Using World Bank data for 183 countries, convergence tests and non-parametric methods such as the Markov chains, this article compares the energy performance of the SIDS with that of other countries. The results show that there is no absolute convergence between countries in terms of energy intensity, but rather convergence by clubs. Although most SIDS are in the lower or middle clubs in terms of energy intensity, their performance in terms of energy intensity reduction between 2000 and 2019 is among the lowest in the world.

Key Words

Small Island Development States, energy intensity, convergence in clubs

1. Introduction

L'intensité énergétique compare l'énergie primaire consommée au PIB ajusté par la parité de pouvoir d'achat. L'intensité énergétique représente un indicateur stratégique au service des décideurs publics qui cherchent à concilier un objectif de réduction de la consommation énergétique avec le maintien, voire de développement, de l'activité économique. Un indice faible d'intensité énergétique témoigne d'une haute efficacité énergétique ; celle-ci est le fruit d'innovations technologiques, d'une meilleure gestion des ressources fossiles ou d'une spécialisation dans des activités productives peu énergivores. L'évolution de cet indice permet d'évaluer la transition vers une économie durable, en évaluant, au passage, la pertinence de certaines politiques publiques en vigueur telles que l'instauration d'incitations fiscales pour l'adoption de technologies économes en énergie, l'élaboration de normes de performance énergétique plus strictes pour les secteurs productifs les plus énergivores ou la mise en place de programmes de sensibilisation pour encourager les comportements écoénergétiques.

Sous la pression des sociétés civiles pour une lutte internationale concertée contre le réchauffement climatique (Koondhar et al., 2018), mais aussi par souci de réduction de la facture énergétique globale (Antonietti et Fontini, 2019), l'intensité énergétique mondiale a enregistré une baisse graduelle durant ces vingt dernières années, en passant de 5,85 MJ/\$¹ en 2000 à 4,67 MJ/\$ en 2019. Cette baisse s'explique par les progrès technologiques réalisés dans plusieurs pays leaders de l'économie mondiale, tels que la Chine et les États-Unis (Koondhar et al., 2018)) mais aussi par le développement rapide des énergies renouvelables² (Agence Internationale de l'Énergie, 2023). Cette évolution globale cache, cependant, des disparités de performance importantes : entre 2000 et 2019, la Chine et le Canada enregistrent une baisse de leur intensité énergétique de 41% et 25% respectivement, le Brésil maintient son intensité énergétique stable, tandis que la République du Congo, pays producteur pétrolier, affiche une hausse de l'ordre de 300 % (Banque Mondiale, 2023).

Une littérature importante explore les déterminants de l'intensité énergétique afin d'expliquer les différences de performance entre pays. De nombreux travaux empiriques mettent en évidence le rôle du progrès technique, de la structuration industrielle et du poids du commerce international dans chaque pays (Llorca et Jamasb, 2017). Certaines études identifient des facteurs complémentaires d'augmentation de l'intensité énergétique tels que le niveau d'urbanisation (Rafiq et al., 2016) ou la composition de la structure énergétique de chaque pays qui montre le poids des énergies renouvelables (Rafique et al., 2018). Les énergies renouvelables, à différents stades de développement, peuvent exercer des impacts variables sur l'intensité énergétique. Cependant, le niveau actuel de développement des énergies renouvelables présente un déséquilibre considérable à l'échelle mondiale : en 2019, elles représentent 10,5% de l'approvisionnement total en énergie primaire dans les pays membres de l'OCDE, avec des pourcentages respectifs de 15,2 % pour l'Europe, 9,1 % pour l'Amérique

¹ Mégajoules par dollar, soit le rapport entre l'offre globale d'énergie et le produit intérieur brut mondial ajusté par la parité de pouvoir d'achat (US dollars 2017).

² Selon l'Agence Internationale d'Énergie (AIE), la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie primaire mondiale est passée de 7,8 % en 2000 à 13,3 % en 2020 (AIE, 2023).

et 5,5 % pour l'Asie et l'Océanie (AIE, 2023). Dans les pays en développement, les disparités sont encore plus importantes et fortement corrélées avec la maîtrise technologique dans le domaine de l'énergie et la capacité d'entreprendre des travaux d'infrastructure à grande échelle (Tugcu et Tiwari, 2016).

L'objectif de cet article est d'analyser les performances énergétiques des petites économies insulaires en développement (SIDS)³. Dans un contexte de tensions généralisées sur les marchés énergétiques mondiaux, les SIDS se révèlent des espaces particulièrement vulnérables, éprouvant des difficultés à mettre en œuvre des stratégies efficaces. Les caractéristiques économiques de ces territoires, ainsi que leurs vulnérabilités, sont bien étudiées dans la littérature économique (Briguglio, 1995 ; Atkins et al., 1998 ; Adrianto et Matsuda, 2004 ; Guillaumont, 2009 ; Briguglio et al., 2009 ; Naudé et al., 2009 ; Santos-Paulino, 2010 ; Dimou et Schaffar, 2014 ; Goavec et Hoarau, 2015) : un niveau élevé d'ouverture économique attribué à la petite taille de leur marché intérieur qui les rend vulnérables aux chocs externes ; une faible diversification productive due à l'absence d'effets d'échelle ; une forte dépendance à l'égard des importations stratégiques telles que les carburants et les denrées alimentaires, liée à l'absence de ressources naturelles ; enfin, un manque de compétitivité par les coûts liée à leur dépendance à l'égard du transport maritime international et à la rupture de charge.

En se focalisant sur les SIDS, ce travail cherche à étudier l'impact des contraintes insulaires sur l'intensité énergétique. La question associée à cette étude est celle de savoir si les SIDS peuvent engager des stratégies environnementales actives, au même titre que les autres pays, sans compromettre leur développement économique à long terme. Plus particulièrement, les caractéristiques structurelles des SIDS pourraient-elles limiter les choix de politiques économiques visant à réduire l'intensité énergétique et à contribuer à la lutte contre le réchauffement climatique ?

En utilisant des données de la Banque Mondiale concernant 183 pays, cette étude compare les performances énergétiques des SIDS avec celles des autres pays. Les résultats indiquent qu'il n'existe pas de convergence absolue entre les pays en termes d'intensité énergétique, mais plutôt une convergence par clubs. Bien que la plupart des SIDS se retrouvent dans les clubs inférieurs ou intermédiaires en ce qui concerne leur intensité énergétique, leurs performances en termes de réduction de cette intensité énergétique entre 2000 et 2019 sont parmi les plus faibles avec celles des pays pétroliers du Moyen Orient.

Ensuite, ce travail examine les déterminants des faibles performances énergétiques des SIDS en se focalisant sur la consommation d'électricité. Les performances des SIDS en la matière sont influencées par l'absence de diversification énergétique, une forte dépendance à l'égard des importations d'hydrocarbures, et le faible développement des énergies renouvelables.

³ SIDS : Small Island Developing States. 52 espaces insulaires sont inclus dans ce groupe, peuplés d'environ 50 millions de personnes. En annexe 1, la liste des 30 SIDS étudiés dans ce travail.

La suite de cet article est organisée de la façon suivante : la section 2 offre une synthèse de la littérature existante sur la performance énergétique des SIDS. La section 3 expose la méthodologie adoptée dans ce travail. La section 4 présente la base de données utilisée et entreprend une première analyse descriptive. La section 5 fournit les résultats économétriques concernant les performances énergétiques de 183 pays sur la période de 2000 à 2019, offrant ainsi une comparaison entre les SIDS et les autres groupes de pays. Enfin, la dernière section propose une conclusion récapitulative des principaux points abordés dans l'étude et aborde les aspects de politique économique.

2. Les performances énergétiques des SIDS : une revue de littérature

La dépendance des SIDS aux importations de combustibles fossiles, principalement du pétrole, pour la production d'électricité et les besoins de transport, est largement documentée dans la littérature économique (Blechinger et al., 2016 ; Scandura et al., 2018 ; Atteridge et Savvidou, 2019 ; Genave, 2021). Cette dépendance expose les SIDS aux aléas d'approvisionnement et aux variations des prix sur les marchés internationaux des énergies fossiles (Guerassimoff et Nazri, 2008 ; Niles et Lloyd, 2013 ; Ioannides et al., 2019). De plus, l'absence d'infrastructures de production énergétique à grande échelle entraîne des coûts de production d'électricité élevés qui génèrent des tendances inflationnistes, affectent la compétitivité des produits locaux et exercent une pression sur les finances publiques (Colmenar-Santos et al., 2013 ; Dornan et Ku, 2016 ; Gils et Simon, 2017).

Praene et Sora (2016) suggèrent que le degré d'isolement océanique, la démographie et le statut institutionnel sont des facteurs déterminants en matière de vulnérabilité énergétique. Dans une étude empirique récente portant sur 35 territoires insulaires, Praene et al. (2018) montrent que la vulnérabilité électrique, mesurée par des ratios de production et/ou de consommation d'électricité, est positivement corrélée au PIB par habitant. La plupart des espaces insulaires enregistrent une diminution de leur autosuffisance énergétique à long terme, caractérisée par une baisse du ratio énergie produite localement sur énergie importée par habitant.

Une étude plus générale sur la question de la vulnérabilité énergétique des espaces insulaires, portant sur un échantillon de 44 îles, menée par Ioannidis et al. (2019), montre que les SIDS avec le mix énergétique le plus faible, c'est-à-dire ceux dont la dépendance vis-à-vis des importations d'hydrocarbures est absolue, sont les espaces les plus fragiles. Gatto et Busato (2020) proposent une mesure globale de la vulnérabilité énergétique, définie comme le degré auquel un système ou une entité énergétique est plus susceptible d'être exposé à des événements ou des changements défavorables. Enfin, à travers un travail comparatif sur 38 SIDS, Genave et al. (2020) construisent un cadre original pour étudier la vulnérabilité énergétique macroéconomique des SIDS, en capturant à la fois les menaces externes et les dysfonctionnements internes d'un système énergétique.

Les études sur les SIDS admettent, en général, que la vulnérabilité de ces espaces diminue lorsqu'ils s'engagent dans une politique active en faveur des énergies renouvelables.

Cependant, ce n'est qu'au cours de la dernière décennie que la plupart des SIDS développent des stratégies effectives pour remplacer la consommation de combustibles fossiles par des énergies renouvelables. Nombre de ces espaces se concentrent sur les investissements dans le secteur de l'électricité, en reconnaissant le potentiel considérable qui existe dans ce domaine. Dans certains cas, les objectifs vont au-delà du secteur de l'électricité, en visant la production de biocarburants à partir de cultures nationales (par exemple, les cocotiers ou la bagasse). Dans les pays où l'accès aux services énergétiques modernes est limité, ces objectifs sont parfois complétés par des objectifs d'électrification rurale (Weisser, 2004 ; Stuart, 2006 ; Dornan et Jodjo, 2015).

En s'appuyant sur ces études, Nurse et al. (2014) et Robinson et Dornan (2017) remettent en question la capacité des SIDS à remplir leurs obligations en matière de lutte contre le réchauffement climatique, compte tenu de leurs contraintes structurelles. Bowman et Chand (2008) considèrent qu'une stratégie de développement durable dans les SIDS ne peut être efficace que dans le cadre d'une assistance internationale et/ou d'accords internationaux, ce qui dépend de la qualité institutionnelle et de la gouvernance de ces espaces.

En résumé, la recherche économique sur les performances énergétiques des SIDS part du principe que leur vulnérabilité générale engendre plus particulièrement une vulnérabilité énergétique. Notre approche vient compléter ces travaux, en adoptant une perspective complémentaire : en utilisant un indicateur commun à tous les pays, l'intensité énergétique, nous cherchons à déterminer si les SIDS émergent en tant que groupe distinct en termes de performance énergétique. Cette démarche vise à évaluer la capacité des îles à mettre en œuvre des stratégies de performance énergétique et à lutter contre le changement climatique et les émissions de gaz à effet de serre, comme les autres pays du monde.

3. Démarche méthodologique

Ce travail se démarque sur le plan méthodologique par le choix d'étudier les performances énergétiques des SIDS non pas de manière isolée, mais en les comparant à d'autres pays ou groupes de pays. Dans un premier temps, cette recherche mobilise les chaînes de Markov pour analyser la dynamique intra-distributionnelle de 183 pays, classés selon leur niveau d'intensité énergétique, entre 2000 et 2019 (Le Gallo, 2002 ; Schaffar et Dimou, 2012). L'utilisation des chaînes markoviennes permet de saisir l'évolution de la distribution des intensités énergétiques, c'est-à-dire d'étudier comment l'intensité énergétique de chaque pays évolue par rapport à celle des autres pays à long terme.

On considère qu'une intensité énergétique d'un pays représente une chaîne de Markov si, connaissant son intensité actuelle (S_t), on peut prédire ses intensités futures sans tenir compte des intensités précédentes. Dans ce processus, la probabilité $p_{ij,t}$ pour qu'un pays avec un niveau d'intensité énergétique i , à l'instant t , passe à un niveau d'intensité j , à l'instant suivant est donnée par :

$$\Pr(S_{t+1} = j | S_0 = i_0, S_1 = i_1, \dots, S_t = i_t) = \Pr(S_{t+1} = j | S_t = i_t)$$

La matrice de transition mesure l'importance de la progression des différents pays dans la distribution des intensités énergétiques. La chaîne devient ergodique lorsque $p_{ij,t} = 0$ pour tout i ou j , ce qui signifie qu'il n'y a plus de mouvements intra-distributionnels et que les pays ont atteint leur intensité énergétique optimale.

Dans un deuxième temps, cette étude propose une analyse de convergence en clubs. En cas de (multi)polarisation de l'intensité énergétique, on observe une convergence au sein de groupes homogènes et une divergence entre ces groupes. Selon Phillips et Sul (2007), pour tout ensemble de données de panel δ_{it} , l'évolution dans le temps est divisée en deux composantes :

$$X_{it} = \delta_{it}\mu_t$$

où μ_t représente une tendance commune et δ_{it} une composante idiosyncrasique variable dans le temps qui capture l'écart des performances d'un pays i par rapport au chemin de croissance commun défini par μ_t . Pour estimer δ_{it} , Phillips et Sul (2007) modifient l'équation précédente pour supprimer μ_t en rééchelonnant la moyenne du panel comme suit :

$$h_{it} = \frac{X_{it}}{1/N \sum_{i=1}^N X_{it}} = \frac{\delta_{it}}{1/N \sum_{i=1}^N \delta_{it}}$$

où h_{it} est le paramètre de transition relatif avec un coefficient δ_{it} par rapport à la moyenne du panel en t . Les coefficients variant dans le temps (δ_{it}) sont modélisés par une forme semi-paramétrique comme suit :

$$\delta_{it} = \delta_i + \frac{\sigma_i}{L(t)t^\alpha} \xi_{it}, t \geq 1, \sigma_i > 0 \text{ pour tout } i$$

où δ_i , constant pour chaque pays, reflète un effet propre et immuable dans le temps, caractérisant les spécificités économiques de chaque pays. Par ailleurs, le terme ξ_{it} est distribué de manière indépendante et identique (i.i.d.) suivant une loi normale centrée réduite (moyenne 0, variance 1) sur l'indice i , mais faiblement dépendant et stationnaire sur t . $L(t)$ est une fonction à variation lente telle que $L(t) \rightarrow \infty$ si $t \rightarrow \infty$. Les tests de convergence et de non-convergence sont respectivement définis comme :

$$H_0: \delta_{it} = \delta \text{ et } \alpha \geq 0, \\ H_a: \delta_{it} \neq \delta, \text{ pour certains } i \text{ et/ou } \alpha < 0$$

Le test d'hypothèse est mis en œuvre via le modèle de régression suivant :

$$\log\left(\frac{H}{H_t}\right) - 2\log L(t) = \hat{a} + c \log t + \hat{u}_t$$

pour $t = [rT], [rT] + 1, \dots, T$ avec $r > 0$ et $r \in (0,1)$

avec $H_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (h_{it} - 1)^2$, $b=2\hat{\alpha}$ et $\hat{\alpha}$ le coefficient de $\log t$; h_{it} est le paramètre de transition relatif et r est la fraction de série temporelle.

La régression s'exécute en commençant à $t=[rT]$ qui est la partie entière de rT . L'hypothèse nulle est testée à l'aide d'un test t unilatéral d'autocorrélation. L'hypothèse nulle est acceptée lorsque $\hat{t}b > -1.65$ au seuil de 5 %. Le rejet de l'hypothèse nulle de convergence pour l'ensemble du panel n'indique pas nécessairement qu'il n'y a pas de convergence dans les sous-groupes du panel. Phillips et Sul (2007) proposent d'utiliser un algorithme pour identifier les sous-groupes de convergence. Cet algorithme permet de déterminer leur nombre, de répartir les pays dans leurs groupes respectifs et d'identifier leur classement.

La première étape consiste à trier les pays selon leur dernière observation en matière d'intensité énergétique. La deuxième étape vise à identifier un noyau de pays convergents. Pour ce faire, une régression $\log t$ calcule la statistique de test de convergence t_k pour les k premiers pays ayant les intensités les plus élevées (avec $2 \leq k < N$). La taille k^* du noyau est choisie en maximisant la statistique de test, tout en veillant à ce que la valeur minimale de cette statistique soit supérieure à -1.65.

À la troisième étape, un pays est ajouté au groupe de base si sa statistique du test $\log t$ est supérieure à la valeur critique c^* ($\hat{t}b > c^*$). Une fois tous les pays avec une statistique t supérieure à c ajoutés au premier club, le test $\log t$ est effectué pour l'ensemble du groupe. Si la statistique t est concluante, les pays convergent et forment le premier club de convergence. Sinon, la valeur critique c^* peut être augmentée et cette étape est répétée jusqu'à ce que la statistique t dépasse le niveau standard de -1,65.

Enfin, à la dernière étape, les étapes précédentes sont répétées pour les pays restants jusqu'à ce qu'aucun autre club ne satisfasse la condition de convergence. Si le dernier groupe de l'algorithme ne converge pas, alors ces pays sont divergents. Dans notre analyse empirique, nous avons testé d'autres clubs de convergence que ceux initialement formés par l'algorithme, du fait d'une possible surestimation du nombre de clubs (Phillips et Sul, 2007).

4. La distribution des intensités énergétiques dans le monde : une approche descriptive

Notre analyse compare les performances en intensité énergétique de 183 pays sur la période 2000-2019, en utilisant des données extraites de la base de la Banque Mondiale. Les pays sont examinés individuellement mais aussi regroupés en huit grandes catégories définies par les Nations-Unies, en fonction de leurs caractéristiques intrinsèques et leur géographie. Le Tableau 1 présente quelques statistiques descriptives sur les disparités régionales en matière d'intensité énergétique, tandis que la Figure 1 illustre les taux de croissance annuels du PIB, de l'approvisionnement énergétique total et de l'intensité énergétique primaire par région sur la période 2000-2019.

Durant cette période, l'intensité énergétique mondiale enregistre une baisse de l'ordre de 27 %, ce qui équivaut à une diminution annuelle moyenne de 1,67 %. La tendance à la baisse est

plus marquée entre 2000 et 2015, avec un taux annuel de -1,86 %, puis se ralentit (-0,94 %). Les régions d'Asie de l'Est et du Sud ont connu un pic d'activité économique au cours de cette période, mais l'augmentation de l'offre totale d'énergie associée à cette croissance est en partie compensée par une meilleure efficacité énergétique, essentiellement due aux avancées technologiques chinoises dans ce domaine. Pendant ce temps, la consommation totale d'énergie en Europe et en Amérique du Nord stagne, signe d'une croissance économique plus lente et d'un découplage entre la croissance économique et la consommation d'énergie.

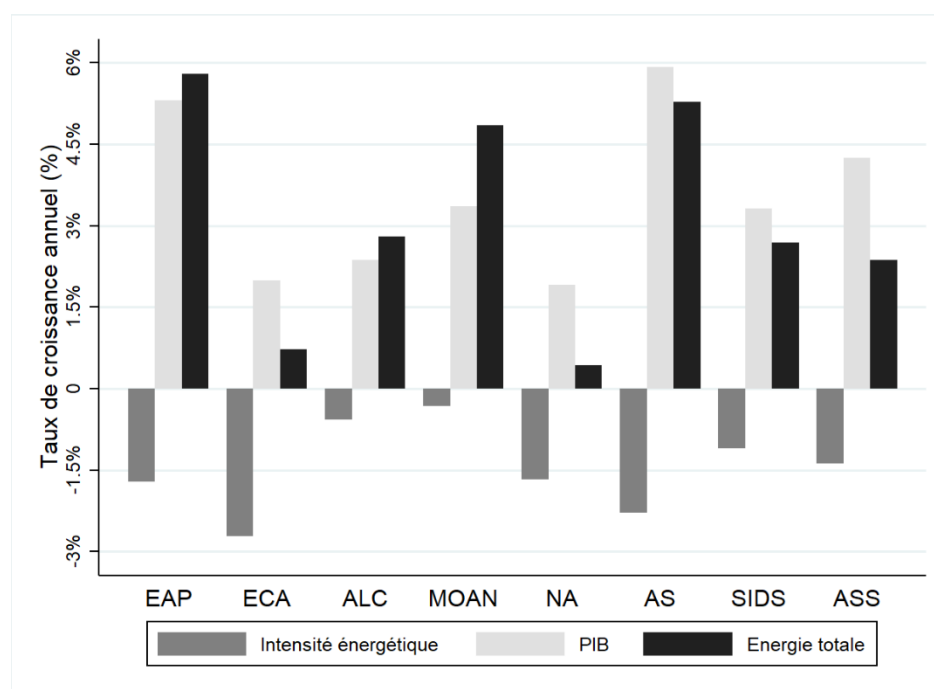
Tableau 1 : Les disparités régionales de l'intensité énergétique (IE)

Groupe	Nombre de pays	moyenne IE 2019 MJ/US \$	e-type IE 2019 MJ/US \$	min IE 2019 MJ/US \$	max IE 2019 MJ/US \$	Taux croissance annuel moyen (2000/2019)
Asie Est Pacifique	18	4,06	1,68	0,5	7,01	-1,70%
Europe Asie centrale	46	4,25	2,37	1,32	12,87	-2,72%
Amérique latine	20	3,36	1,18	0,63	6,12	-0,45%
MOAN	19	5,48	2,88	1,37	11,12	-0,32%
Amérique du Nord	2	5,73	1,72	4,51	6,94	-1,67%
Asie du Sud	7	4,08	2,13	1,78	7,91	-2,28%
Afrique subsaharienne	41	6,28	3,02	2,69	14,33	-1,38%
SIDS	30	3,926	3,23	1,27	19,9	-1,17%
Total	183	4,67	2,74	0,50	19,90	-1,67%

en MJ/2017 US \$

Source : Calculs auteurs base de données Banque Mondiale

Figure 1 : Taux de croissance de l'approvisionnement énergétique total, de l'intensité énergétique primaire et du PIB par région⁴ entre 2000 et 2019



Source : Calculs auteurs base de données de la Banque Mondiale (2020)

⁴ Asie de l'Est et Pacifique (EAS), Europe et Asie centrale (ECA), Amérique latine (LCN), Moyen Orient Afrique du nord (MOAN), Amérique du nord (NAC), Asie du sud (SAS), Afrique subsaharienne (SSF), Petites économies insulaires (SIDS).

La région MOAN, l'Amérique latine ainsi que les SIDS enregistrent les performances les plus faibles entre 2000 et 2019, avec une réduction annuelle de leur intensité énergétique inférieure à 1%. Cependant, tandis que les pays de la région MOAN affichent l'intensité énergétique la plus élevée en raison de leur possession de ressources pétrolières, les SIDS se situent, en tant que groupe, à un niveau intermédiaire. Les seules exceptions sont les îles pétrolières, notamment Trinidad et Tobago, dont l'activité d'exploitation pétrolière et l'absence d'une politique énergétique économe les placent en tête du classement (19,9 MJ/\$).

Le coefficient de corrélation de rang τ de Kendall est calculé entre 2000 et 2019 afin de capturer les changements de rang dans la distribution des 183 pays selon leur intensité énergétique. Ce coefficient est calculé comme suit :

$$\tau(y_t, y_{t+1}) = \frac{C - D}{N(N - 1)/2}$$

où C est le nombre de paires concordantes et D le nombre de paires discordantes. Si toutes les paires sont concordantes $\tau = 1$, alors que si elles sont discordantes, $\tau = -1$. Des valeurs élevées de τ reflètent une faible mobilité dans le classement des pays et vice versa. A partir de cette expression, on construit l'indice de mobilité GIMA :

$$M = \frac{\tau(y_t, y_{t+1}) - 1}{-2}$$

M varie entre 0, indiquant une stabilité absolue du classement, et 1 qui correspond à une mobilité complète. Une concordance locale I peut être déterminée en décomposant la concordance globale. Elle dérive de l'équation précédente et est calculée comme suit :

$$\tau_i = \frac{C_i - D_i}{(N - 1)}$$

Les résultats rapportés dans le Tableau 2 montrent qu'il n'est pas possible de rejeter l'hypothèse nulle d'association entre ces dates ($\tau = 0,607$) indiquant ainsi une faible mobilité des pays, voire une certaine inertie, au sein de la distribution mondiale des intensités énergétiques, avec un indice M de 0,197 au cours de la période.

Tableau 2 : Coefficient de Kendall (global et local)

	Kendall global	Kendall Local	
Concordant	13353	Moyenne (μ)	0.607
Discordant	3261	Ecart-type (σ)	0.22
T	0.607***	Q1	0.547
M	0.197	Q2	0.637
		Q3	0.723

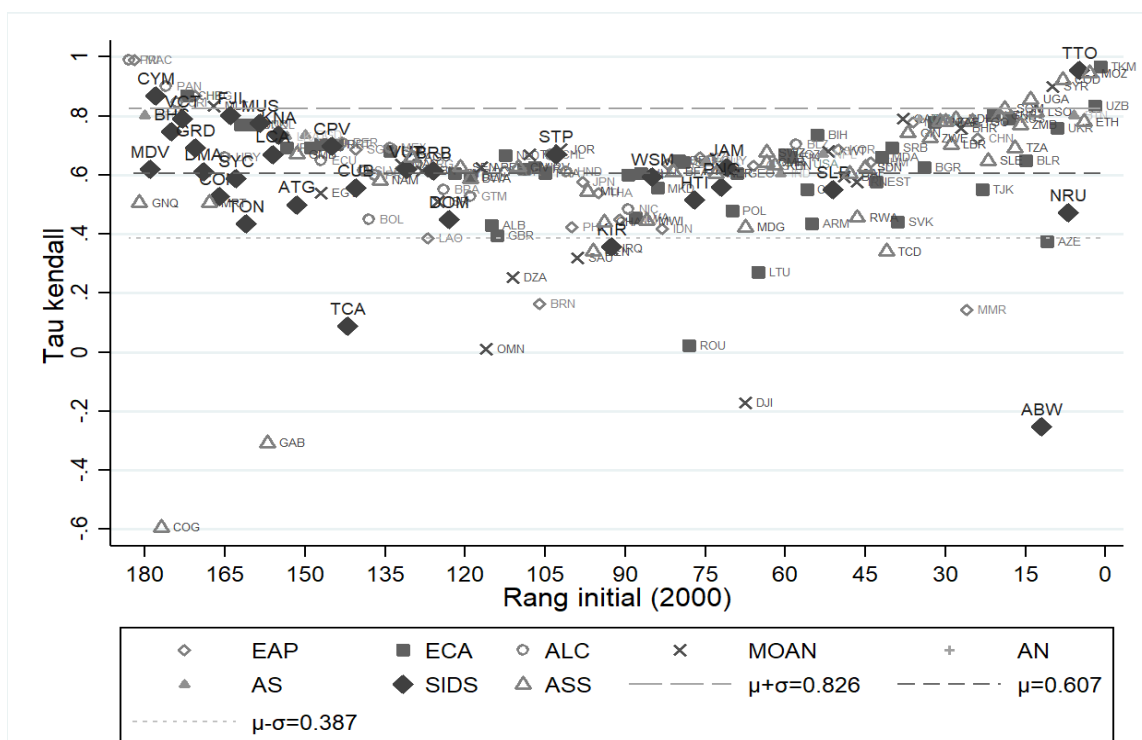
Source : Calculs des auteurs ; données Banque Mondiale, 2020

La Figure 2 présente l'indice de concordance local τ_i de 183 pays de l'étude. On observe une stabilité notable dans le classement pour les pays situés aux extrêmes de la distribution, tandis

que ceux de rang intermédiaire affichent une mobilité plus prononcée. La plupart des pays se regroupent autour de la moyenne ($\mu = 0,607$), ce qui témoigne d'une mobilité modérée en termes d'intensité énergétique par rapport à leurs positions initiales en 2000.

Quinze pays affichent un indice de concordance locale (τ_i) supérieur à l'écart-type au-dessus de la moyenne. Parmi eux, sept figuraient dans le top-20 des pays avec la plus forte intensité énergétique en 2000⁵. À l'exception de Trinidad-et-Tobago, ces pays ont enregistré une réduction significative de leur intensité énergétique entre 2000 et 2019⁶. En revanche, dix-huit pays présentent un indice de concordance locale (τ_i) inférieur à l'écart-type en dessous de la moyenne, ce qui indique une amélioration significative de leur classement⁷.

Figure 2 : Mobilité dans le classement d'intensité énergétique : Taux de Kendall (2000-2019)



Source : Calculs auteurs base de données de la Banque Mondiale (2020)

La Figure 3 montre l'évolution des SIDS dans le classement entre 2000 et 2019. La diagonale illustre la persistance du classement entre ces deux dates et l'écart vis-à-vis de cette diagonale représente le changement de classement. La plupart des SIDS affichent une ascension dans le classement, révélant ainsi une amélioration plus lente ou une détérioration en termes d'efficacité énergétique par rapport à la moyenne mondiale.

Kiribati et les îles Turques-et-Caïques ont vu leur intensité énergétique augmenter respectivement de 17% et de 40%, entraînant une détérioration relative de leur efficacité

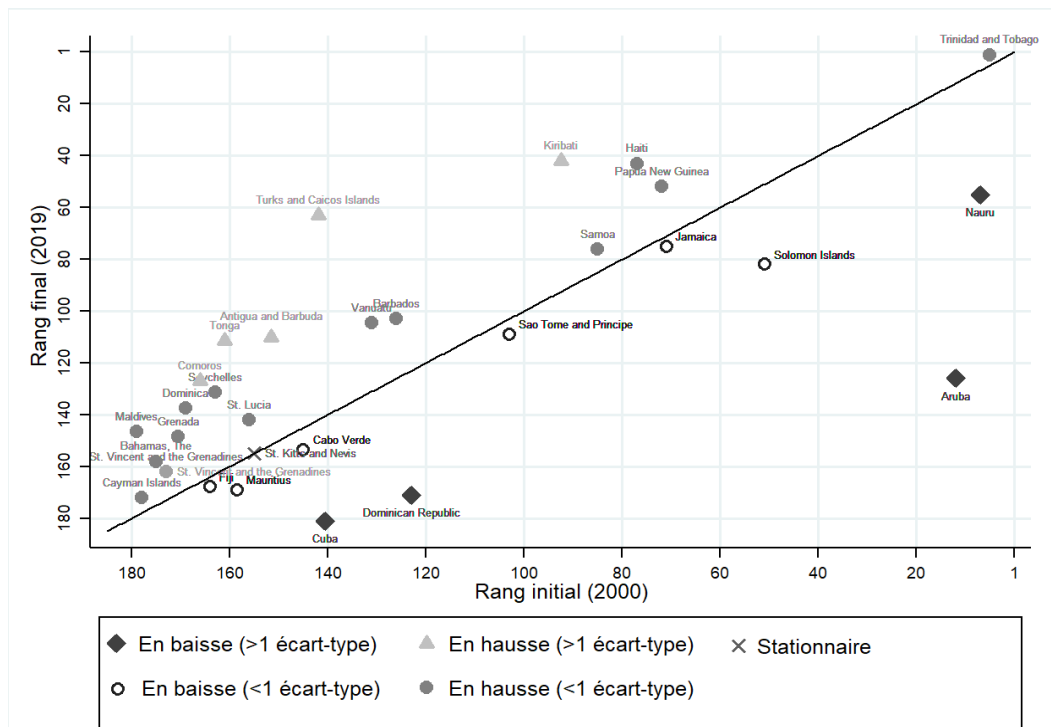
⁵ L'Ouzbékistan, l'Ouganda, la Syrie, le Mozambique, le Turkménistan, le Congo. et Trinidad et Tobago.

⁶ L'Ouzbékistan a réduit son intensité énergétique de plus de 70 %, passant de la deuxième à la dix-septième position parmi les pays les moins efficaces sur le plan énergétique.

⁷ Djibouti a considérablement renforcé son efficacité énergétique, perdant 107 places dans le classement entre 2000 et 2019.

énergétique. En contraste, des avancées significatives en matière d'efficacité énergétique ont été observées en République Dominicaine, à Nauru, et à Aruba : Aruba a fortement réduit son intensité énergétique, en descendant de la 12^{ème} à la 126^{ème} place, grâce à un pivot stratégique vers le tourisme après la fermeture de ses installations pétrolières. La République Dominicaine se distingue également en réduisant de plus de 50% son intensité énergétique, démontrant un progrès notable vers une utilisation plus efficace de l'énergie.

Figure 3 : Intensité énergétique et changement de rang (2000-2019)



Source : Calculs des auteurs ; données Banque Mondiale, 2020

5. Les performances énergétiques des SIDS : une approche comparative

Les chaînes de Markov permettent d'étudier les dynamiques intra-distributionnelles des 183 pays en matière d'intensité énergétique. Cette méthode exige la discrétisation de la distribution en plusieurs classes. En suivant Dimou et Schaffar (2012), nous découpons la distribution en 5 classes homogènes avec le même nombre de pays. Le Tableau 3 montre le poids de chaque classe dans le découpage initial de la distribution. La classe C1 regroupe les pays avec les intensités énergétiques les plus faibles et la classe C5 ceux avec les intensités les plus élevées.

Tableau 3 : La distribution des intensités énergétiques des 183 pays en 2000

	pays (183)				
	C1	C2	C3	C4	C5
Seuil	$S_{ij} \leq 0.51m$	$0.51m < S_{ij} \leq 0.65m$	$0.65m < S_{ij} \leq 0.89m$	$0.89m < S_{ij} \leq 1.42m$	$S_{ij} \geq 1.42m$
Intervalle	[0.11, 3.27]]3.27, 4.22]]4.22, 5.78]]5.78, 8.92]]8.92, 29.85]
Moyenne	2.59	3.77	5.05	6.97	13.79
Nombre	38	36	36	36	37

% pays	20.77%	19.67%	19.67%	19.67%	20.22%
--------	--------	--------	--------	--------	--------

Source : Calculs des auteurs ; données Banque Mondiale, 2020

Les résultats de la matrice de transition (Tableau 4) montrent qu'en moyenne, 88,1 % des pays de la plus petite classe y restent durant la période suivante et seuls 11,9 % passent à la classe supérieure. Pour l'ensemble des classes, les valeurs diagonales restent relativement élevées ; pour les classes intermédiaires, la mobilité est plus forte, ce qui est conforme avec les observations statistiques descriptives : pour la classe C3 les valeurs ascendantes sont supérieures aux valeurs descendantes ; c'est l'inverse pour la classe C4.

Tableau 4 : Matrice de transition

	C1	C2	C3	C4	C5
C1	88,1%	11,9%	0,0%	0,0%	0,0%
C2	5,9%	83,5%	10,6%	0,0%	0,0%
C3	0,1%	5,2%	86,7%	8,1%	0,0%
C4	0,0%	0,0%	6,1%	91,2%	2,6%
C5	0,0%	0,0%	0,0%	5,1%	94,9%

Source : Calculs des auteurs ; données Banque Mondiale, 2020

Le tableau 5 fournit une comparaison entre les distributions initiale et ergodique qui émerge à l'état stationnaire. Il n'y a pas de processus de convergence absolue car la distribution ergodique ne tend pas vers 1. Le poids des pays peu intensifs en consommation d'énergie est faible par rapport à la distribution initiale (moins de 7% des pays restent en C1). Plus de la moitié des pays se retrouvent dans les classes intermédiaires C3 et C4, réfutant l'idée d'une amélioration uniforme de l'efficacité énergétique à l'échelle mondiale. Cette observation soulève des questions sur l'existence de dynamiques de convergence parmi les pays.

Tableau 5 : Distribution initiale et ergodique

	C1	C2	C3	C4	C5
Etat Initial	20.77%	19.67%	19.67%	19.67%	20.22%
Etat Ergodique	6.86%	13.32%	26.63%	35.00%	18.20%

Source : Calculs des auteurs ; données Banque Mondiale, 2020

En suivant la méthodologie initiée par Phillips et Sul (2007), nous examinons, par la suite, si des groupes spécifiques de pays convergent en matière d'efficacité énergétique afin de comprendre la multipolarisation des performances énergétiques globales observée par les chaînes de Markov. Avec une statistique logt -88.24 , inférieure à la valeur critique ($t_b \approx -1,65$) à 5%, la valeur nulle est rejetée. Le tableau 6 montre les résultats d'application de cet algorithme et la classification initiale des pays en 7 clubs distincts, les tests de fusions des clubs, ainsi que la classification finale en quatre clubs (Tableau 7).

Le premier groupe (club I) contient 33 pays. À l'exception de la Guinée Equatoriale et du Laos, tous les pays affichent une intensité énergétique supérieure à la moyenne mondiale et se caractérisent par une faible amélioration (baisse) de celle-ci. La variation annuelle moyenne

de l'intensité énergétique est de -0.58%, soit trois fois moins que la moyenne mondiale (-1.67%). Parmi les SIDS, seules les îles des Turcs et Caïques font partie de ce groupe.

Tableau 6 : Analyse de la convergence des clubs

Classification initiale			Tests of club merging				Classification finale		
Coef. b	t-stat					Coeff b	t-stat		
All [183]	-0.858	-113.81**							
Club 1 [33]	0.33	4.81	Club 1+2			Club I [33]	0.332	4.813	
Club 2 [105]	-0.056	-1.42	-0.52 (-48.56)	Club 2+3		Club II [105]	-0.056	-1.422	
Club 3 [28]	1.43	7.81	-0.35(- 19.32)	Club 3+4					
Club 4 [7]	0.17	1.93	0.28 (3.37*)	Club 4+5		Club III [37]	0.172	2.343	
Club 5 [2]	0.39	5.820		-0.08(1.01)	Club 5+6				
Club 6 [3]	1.58	2.86		-1.45 (-5.01)	Club 6+7	Club IV [5]	0.046	0.228	
Club 7 [2]	2.55	3.52			-1.85 (-282.59*)	Club V [2]	-1.034	-100.07	
Club 8 [3]	-1.52	-100.07							

Note : Nombre de pays dans chaque club entre crochets, t-stat entre parenthèses avec *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$. Le regroupement initial suggère sept sous-groupes de convergence. Les tests de fusion de clubs conduisent à la classification finale de quatre clubs de convergence et d'un groupe divergent (club V).

Tableau 7 : Analyse des regroupements et de convergence des clubs

Région	Club I (33)	Club II (105)	Club III (37)	Club IV (5)	Club V* (3)
EAP	BRN; LAO	AUS; CHN; JPN; KHM; KOR; MNG; MYS; NZL; THA; VNM	IDN; MMR; PHL; SGP	HKG	MAC
EAC	BIH; ISL; RUS; TKM	ARM; AZE; BEL; BGR; BLR; CZE; EST; FIN; FRA; GEO; GRC; HRV; HUN; KAZ; KGZ; LVA; MDA; MKD; NLD; NOR; POL; SRB; SVK; SVN; SWE; TJK; UKR; UZB	ALB; AUT; CHE; CYP; DEU; DNK; ESP; GBR; ITA; LTU; PRT; ROU; TUR	IRL	
ALC	BLZ	ARG; BOL; BRA; CHL; ECU; GTM; GUY; HND; MEX; NIC; PRY; SLV; SUR; URY	COL; CRI; PER; PRI	PAN	
AN		CAN; USA			
MOAN	BHR; DZA; IRN; KWT; LBY; OMN; SAU; SYR	ARE; EGY; IRQ; JOR; LBN; MAR; QAT; TUN	DJI; ISR	MLT	
AS		AFG; BTN; IND; NPL; PAK	BGD; LKA		
ASS	BDI; BEN; CAF; COD; COG; GAB; GNB; GNQ; LBR; LSO; MDG; MOZ; SOM; TGO; UGA; ZAF; ZWE	BFA; CIV; CMR; ETH; GIN; GMB; KEN; MLI; MRT; NAM; NER; NGA; RWA; SDN; SEN; SLE; SWZ; TCD; TZA; ZMB	AGO; BWA; GHA; MWI		
SIDS	TCA	ATG; BHS; BRB; COM; DMA; HTI; JAM; KIR; LCA; MDV; NRU; PNG; SLB; STP; SYC; TON; VUT; WSM	ABW; CPV; CYM; FIJ; GRD; KNA; MUS; VCT	CBA	DOM; TTO

* Non convergeant

Le deuxième groupe (club II) comprend 105 pays plus hétérogènes en termes d'intensité énergétique. Ils se caractérisent par un écart relativement faible par rapport à la moyenne mondiale et par un taux d'amélioration de l'intensité énergétique de 2.07%. De nombreuses îles du Pacifique (Kiribati, Nauru, Papua N. Guinée, Tonga, Tuvalu, Solomon, W. Samoa) et des Caraïbes (Antigua, Bahamas, Barbade, Haïti, Dominique, Jamaïque, St. Lucie) figurent dans ce groupe, les Comores et Seychelles dans l'océan Indien, ainsi que Sao Tomé.

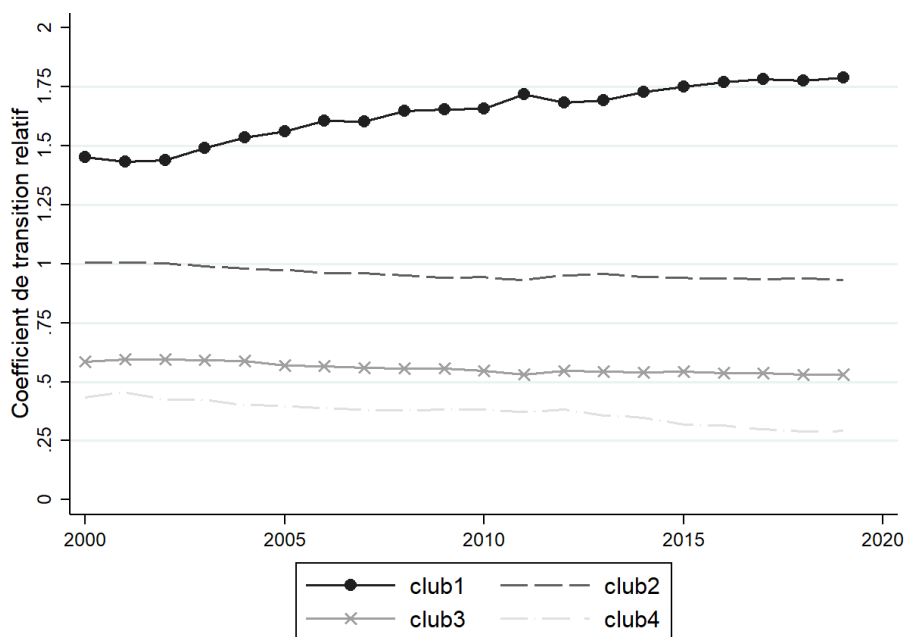
Le troisième groupe (club III) comprend 37 pays avec un taux de variation annuelle de l'intensité énergétique de -2.5% contre -1.67% pour l'ensemble. La statistique \log_t est égale à 2.34 ; l'hypothèse nulle ne peut être rejetée. Les petites îles des Caraïbes telles que Grenade, St. Kitts, St. Vincent, Aruba, ainsi que les Fidji, Cap Vert et l'île Maurice font partie de ce groupe.

Le dernier club (club IV) regroupe les pays avec les intensités énergétiques les plus faibles. La statistique \log_t est supérieure à la valeur critique ($t_b > -1.65$) à 5 % ; l'hypothèse nulle ne peut pas être rejetée. Parmi les SIDS, seule Cuba fait partie de ce groupe.

Enfin, trois pays ne convergent pas, dont deux SIDS, la République Dominicaine et Trinidad et Tobago.

La Figure 4 illustre l'évolution du coefficient de transition relatif (h_{it}) pour les quatre clubs qui s'interprète comme la dynamique de l'intensité énergétique de chaque club par rapport à l'intensité moyenne. Un chemin de transition inférieur à 1 indique que le niveau du club se situe en dessous de la moyenne et vice-versa. Les chemins de transition relatifs ne tendent pas vers l'unité puisqu'il n'y a pas de convergence absolue.

Figure 4 : Évolution de l'intensité énergétique relative des 4 clubs (2000-2019)

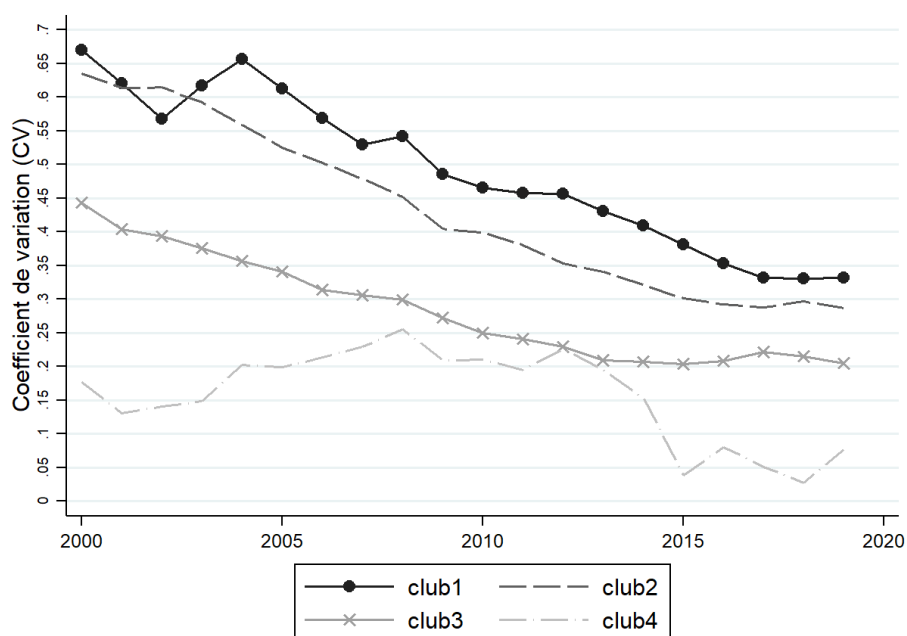


Source : Calculs des auteurs ; données Banque Mondiale, 2020

On observe la divergence entre les clubs. Le coefficient du club I passe de 1,57 en 2000 à 1,92 en 2019, indiquant que l'intensité énergétique de ces pays reste supérieure à l'intensité moyenne, avec un écart qui ne cesse d'augmenter. Le club II affiche une convergence vers la moyenne de la distribution (de 1,05 à 1), alors que pour les clubs III, IV le coefficient diminue entre 2000 et 2019. Ces résultats montrent une divergence entre les pays les plus intensifs en énergie et les autres.

Les SIDS se regroupent principalement dans les clubs II et III, à l'exception de Cuba (club IV) et des îles Turques-et-Caïques (club I). La plupart des îles du Pacifique, à l'exception de Fidji, se retrouvent dans le club II. Les grandes îles des Caraïbes sont aussi classées dans le club II, tandis que les plus petites, qui sont souvent plus efficaces sur le plan énergétique, s'affichent dans le club III. Enfin, parmi les îles de l'océan Indien, seule Maurice intègre le club III, tandis que les Seychelles et les Comores se retrouvent dans le club II.

Figure 5 : La variation intra-club (2000-2019)



Source : Calculs des auteurs ; données Banque Mondiale, 2020

Enfin, une réduction significative du coefficient de variance est observée dans chacun des quatre clubs (voir Figure 5), ce qui suggère une convergence des performances des pays au sein de chaque club. Les coefficients de variance des deux premiers clubs sont plus élevés que ceux des clubs III et IV.

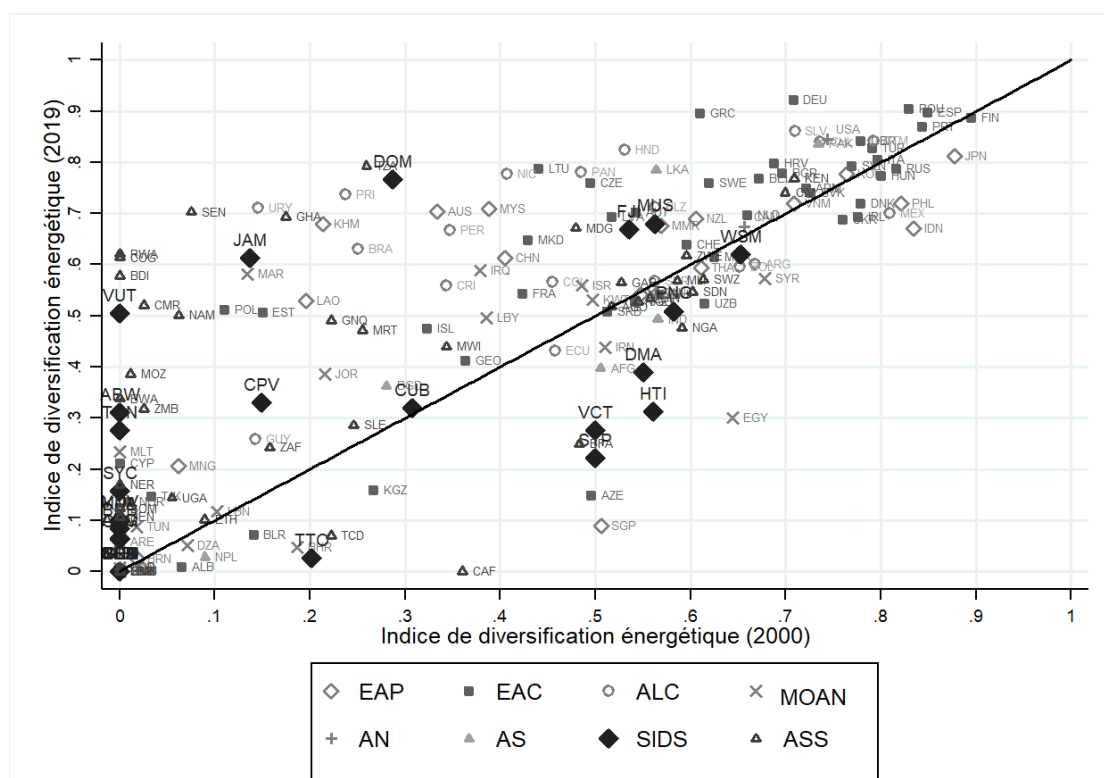
Bien que les SIDS affichent des intensités énergétiques plus faibles que la moyenne mondiale, leurs performances sont moins dynamiques. Ceci est particulièrement vrai pour les îles du Pacifique et de l'océan Indien (à l'exception de Maurice), dont l'isolement demeure un facteur de vulnérabilité important. Dans les Caraïbes, les résultats sont plus mitigés. En dehors de Cuba et de la République dominicaine, les grandes îles montrent une moindre efficacité énergétique et une plus grande vulnérabilité énergétique par rapport aux îles de plus petite taille.

Une explication des faibles performances des SIDS repose sur leur dépendance énergétique en matière de production d'électricité, mesurée par l'inverse de l'indice d'Herfindahl :

$$\text{Inverse HHI}_{it} = 1 - \frac{\sum_{k=1}^N S_{ikt}^2 - \frac{1}{N}}{1 - \frac{1}{N}}$$

où S_{it} est la part de l'énergie k dans la structure de la consommation énergétique du pays i en t , avec N le nombre total de sources d'énergie⁸.

Figure 6 : Changement du mix énergétique entre 2000 et 2019



Source : Calculs des auteurs ; données "Energy" Published online at OurWorldInData.org.

En comparant la production d'électricité de 183 pays de 2000 à 2019, la Figure 6 révèle une tendance globale vers une diversification des sources énergétiques. Cependant, à peine, la moitié des SIDS s'inscrivent dans ce processus. Huit d'entre eux (les Bahamas, les Comores, la Grenade, Kiribati, Nauru, Sainte-Lucie, les îles Salomon, et les îles Turques-et-Caïques) restent encore entièrement dépendants du pétrole pour produire leur électricité, tandis que dix-sept autres affichent une dépendance aux énergies fossiles supérieure à 80%. La Dominique, St. Vincent, Haïti observent une baisse de leur diversification énergétique, principalement due à une diminution de leur capacité hydroélectrique. Aux antipodes, le Cap-Vert, Tonga et Aruba se distinguent par une forte progression (10%) des énergies renouvelables entre 2000 et 2019, tandis qu'avec l'hydroélectricité représentant environ deux tiers de leur mix énergétique, les Fidji affichent la plus grande part d'énergies renouvelables.

⁸ 8 sources sont prises en considération : charbon, gaz, pétrole, nucléaire, hydroélectrique, vent, solaire, autres.

Tableau 8 : Mix énergétique par région (2019)

Région	charbon	gaz	Pétrole	nucléaire	hydraulique	Vent	solaire	Autre	Inverse HHI
EAP	38,7%	31,7%	3,2%	2,0%	17,3%	1,7%	1,6%	3,7%	0.590
EAC	15,9%	24,1%	6,6%	13,4%	24,5%	8,3%	2,0%	5,2%	0.625
ALC	3,6%	14,0%	28,4%	0,6%	37,2%	5,1%	2,3%	8,7%	0.570
MOAN	4,6%	75,6%	14,5%	0,1%	2,0%	1,2%	1,9%	0,1%	0.280
AN	15,6%	24,7%	0,5%	17,4%	32,6%	5,9%	1,5%	1,7%	0.775
AS	16,5%	16,6%	12,1%	1,5%	49,8%	1,3%	1,9%	0,5%	0.434
SIDS	1,8%	5,0%	81,0%	0,0%	7,3%	1,6%	1,1%	2,2%	0.255
ASS	5,6%	8,5%	38,2%	0,1%	41,6%	0,7%	1,4%	3,8%	0.372

Source : Calculs des auteurs ; données "Energy" Published online at OurWorldInData.org.

Le tableau 8 met en lumière des disparités marquées dans le mix énergétique entre les différentes régions en 2019 en matière de production d'électricité. Les pays du MOAN, ainsi que les SIDS affichent les mix énergétiques les moins diversifiées. Les SIDS restent dépendants des énergies fossiles à hauteur de 81%.

Ces constats contribuent à expliquer, du moins en partie, les résultats du modèle de convergence par clubs. Plus de la moitié des espaces insulaires considérés dans cette étude semblent dans l'incapacité d'engager une stratégie de diversification efficace synonyme d'une moindre dépendance aux hydrocarbures et d'une diminution de leur intensité énergétique.

6. Conclusion

Ce travail vise à étudier l'efficacité énergétique des petites économies insulaires (SIDS) entre 2000 et 2019. En utilisant le concept d'intensité énergétique et en se basant sur les données de la Banque Mondiale pour 183 pays, ainsi qu'en mobilisant divers outils économétriques et méthodes non paramétriques, cette étude dégage trois principales conclusions :

Tout d'abord, malgré une intensité énergétique initialement faible, les SIDS ont affiché une performance énergétique médiocre entre 2000 et 2019, se retrouvant en bas du classement mondial. Leur position s'est détériorée, se situant juste derrière les pays pétroliers du Moyen-Orient en termes de réduction de leur intensité énergétique.

Ensuite, il n'y a pas de convergence absolue en matière d'intensité énergétique ; à l'inverse, on observe une convergence par clubs. Les SIDS apparaissent dans les clubs intermédiaires, caractérisés par une faible amélioration de leur efficacité énergétique.

Enfin, cette faible performance des SIDS reflète une vulnérabilité énergétique, marquée par une faible diversification des sources d'énergie et une forte dépendance à l'importation de ressources fossiles, en particulier d'hydrocarbures.

Ces conclusions soulèvent des questions quant à la capacité des SIDS à mettre en œuvre des stratégies efficaces de réduction de leur intensité énergétique et à contribuer activement à la lutte mondiale contre le changement climatique. Comme le notent Genave et al. (2020), en raison de leur forte vulnérabilité énergétique macroéconomique, ces régions ne peuvent pas

engager des stratégies de diversification énergétique efficaces sans tenir compte des répercussions de ces stratégies sur le développement économique. Dans ce contexte, il est nécessaire de continuer à promouvoir les engagements institutionnels pris lors des Conférences mondiales sur le Climat, en faveur d'une transition énergétique plus progressive pour ces régions, tout en exigeant une coopération internationale renforcée.

7. Références

- Adrianto L., Matsuda Y. [2004], Study on assessing economic vulnerability of small island regions, *Environment, Development and Sustainability*, 6, 317-336.
- Agence Internationale de l'Énergie [2021], *Energy Efficiency in 2023*, Paris.
- Antonietti R., Fontini F. [2019], Does energy price affect energy efficiency? Cross-country panel evidence, *Energy Policy*, 129, 896-906.
- Atkins J., Mazzi S., Ramlogan C. [1988], A study on the vulnerability of developing and island States: a composite index of vulnerability, *Commonwealth Secretariat*, London.
- Atteridge A., Savvidou G. [2019], Development aid for energy in small island developing states, *Energy, Sustainability and Society*, 9(1), 1–16.
- Banque Mondiale [2023], Database on energy intensity level of primary energy, World Bank.
- Bleching P., Cader, C., Bertheau, P., Huyskens, H., Seguin, R., Breyer, C. [2016], Global analysis of the techno-economic potential of renewable energy hybrid systems on small islands, *Energy Policy*, 98, 674–68.
- Bowman C., Chand S. [2008], Size Matters: The Impact of Aid on Institutions, *Pacific Economic Bulletin*, 23(2), 145-165.
- Briguglio L. [1995], Small Island developing states and their economic vulnerabilities, *World Development*, 23(9), 1615-1632.
- Briguglio L., Cordina G., Farrugia N., Vella S. [2009], Economic Vulnerability and resilience: concepts and measurements, *Oxford Development Studies*, 37(3), 193-208.
- Colmenar-Santos A., Monzón-Alejandro O., Borge-Diez D., Castro-Gil M. [2013], The impact of different grid regulatory scenarios on the development of renewable energy on islands: a comparative study and improvement proposals, *Renewable Energy*, 60, 302–312.
- Cruzol J., Hein P., Velas F. [1988], *L'enjeu des petites économies insulaires*, Economica, Paris.
- Dimou M., Schaffar A. [2014], La croissance économique dans les Départements Français d'Outre-Mer : revue de littérature, *Revue Tiers Monde*, 218, 159-177.
- Dornan M., Jotzo F. [2015], Renewable Technologies and Risk Mitigation in Small Island Developing States: Fiji's Electricity Sector, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 48: 35-48.
- Dornan M., Ku S. [2016], Energy policy, aid, and the development of renewable energy resources in Small Island Developing States, *Energy Policy*, 98:759–767.
- Gatto A., Busato F. [2020], Energy vulnerability around the world: The global energy vulnerability index (gevi), *Journal of Cleaner Production*, 253, 118691.
- Genave A. [2020], *Essays on energy vulnerability and energy transition in Small Island Developing States? Thèse de Doctorat*, Université de La Réunion.
- Genave A., Blancard S., Garabédian S. [2020], An assessment of energy vulnerability in Small Island Developing States, *Ecological Economics*, 171, 106595.

- Gils H., Simon S. [2017], Carbon neutral archipelago—100% renewable energy supply for the Canary islands, *Applied Energy*, 188, 342–355.
- Goavec C., Hoarau J-F. [2015], Une mesure de la vulnérabilité économique structurelle pour une économie ultrapériphérique européenne : le cas de La Réunion, *Géographie, économie, société*, 17, 2, 177–200.
- Guerassimoff G., Nazri N. [2008], *Iles et énergie : un paysage de contrastes*, Collection Mines ParisTech Les Presses, Paris.
- Guillaumont P. [2009], An economic vulnerability index: Its design and use for international development policy, *Oxford Development Studies*, 37, 193-228.
- Ioannidis A., Chalvatzis K., Li X., Notton G., Stephanides P. [2019], The case for islands' energy vulnerability: Electricity supply diversity in 44 global islands, *Renewable Energy*, 143, 440–452.
- Koondhar M., Qiu L., Li H., Liu W., He G. [2018], A nexus between air pollution, energy consumption and growth of economy: a comparative study between the USA and China-based on the ARDL bound testing approach, *Agricultural Economics*, 64, 265–276.
- Le Gallo J. [2002], Space time analysis of GDP disparities among European Regions; A Markov chains approach, *International Regional Science Review*, 27(2), 138-163.
- Llorca M., Jamasb T. [2017], Energy efficiency and rebound effect in European road freight transport, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 101, 98-110.
- Naudé W., Santos-Paulino A., McGillivray M. [2009], Measuring vulnerability. An overview and introduction, *Oxford Development Studies*, 37(3), 183-191.
- Niles K., Lloyd L. [2013], Small Island Developing States (SIDS) & energy aid: Impacts on the energy sector in the Caribbean and Pacific, *Energy for Sustainable Development*, 17(5), 521-530.
- Nurse L., McLean R., Agard J., Briguglio L., Duvat-Magnan V., Pelesikoti N., Tompkins R., Webb A. [2014], *Small islands*, in: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, 1613-1654.
- Phillips P., Sul D. [2007], Transition modelling and econometric convergence tests, *Econometrica*, 75(6), 1771-1855.
- Praene J-P., Payet M., Bénard F. [2018], Sustainable transition in small island developing states: Assessing the current situation, *Utilities Policy*, 54, 86–91.
- Praene J-P., Sora T. [2016], Territorial analysis of energy consumption of a small remote island: Proposal for classification and highlighting consumption profiles, *Renewable and Sustainable Energy Review*, 59, 636–648.
- Rafiq S., Ruhul S., Nielsen I. [2016], Urbanization, openness, emissions, and energy intensity: A study of increasingly urbanized emerging economies, *Energy Economics*, 56, 20-28.
- Rafique M., Rehman S., Alhems L. [2018], Developing Zero Energy and Sustainable Villages—A Case Study for Communities of the Future, *Renewable Energy*, 127, 565-574.
- Robinson S., Dornan M. [2017], International financing for climate change adaptation in small island developing states, *Regional Environmental Change*, 17(4), 1103–1115.
- Santos-Paulino A. [2010], Terms of trade shocks and the current account in small island developing states, *Journal of Development Studies*, 46(5), 855-876.

Scandurra G., Thomas A., Passaro R., Bencini J., Carfora A. [2020], Does climate finance reduce vulnerability in small island developing states? An empirical investigation, *Journal of Cleaner Production*, 256, 120330.

Schaffar A., Dimou M. [2012], Rank size city dynamics in India & China, *Regional Studies*, 46 (6), 707-721.

Stuart E.K. [2006], Energizing the Island Community: A Review of Policy Standpoints for Energy in Small Island States and Territories, *Sustainable Development*, 14, 139-147.

Tugcu C., Tiwari A. [2016], Does renewable and/or non-renewable energy consumption matter for total factor productivity (TFP) growth? Evidence from the BRICS, *Renewable and Sustainable Energy Review*, 65, 610-616.

Weisser D. [2004], On the economics of electricity consumption in small island developing states: a role for renewable energy technologies? *Energy Policy*, 32(1), 127–140.

Zhang R., Fu Y. [2022], Technological progress effects on energy efficiency from the perspective of technological innovation and technology introduction: An empirical study of Guangdong, China, *Energy Reports*, 8, 425-437.

8. Annexes

Liste des SIDS

Pays	Code ISO	Pays	Code ISO
Antigua and Barbuda	ATG	Maldives	MDV
Aruba	ABW	Mauritius	MUS
Bahamas	BHS	Nauru	NRU
Barbados	BRB	Papua New Guinea	PNG
Cabo Verde	CPV	Saint Kitts and Nevis	KNA
Cayman Islands	CYM	Saint Lucia	LCA
Comoros	COM	Saint Vincent and the Grenadines	VCT
Cuba	CUB	Samoa	WSM
Dominica	DMA	Sao Tome and Principe	STP
Dominican Republic	DOM	Seychelles	SYC
Fiji	FJI	Solomon Islands	SLB
Grenada	GRD	Tonga	TON
Haiti	HTI	Trinidad and Tobago	TTO
Jamaica	JAM	Turks and Caicos Islands	TCA
Kiribati	KIR	Vanuatu	VUT

Changement de rang en intensité énergétique pour les SIDS entre 2000 et 2019

Sigle	Pays	Rang 2000	Rang 2019	changement
ABW	Aruba	12	126	-114
DOM	Dominican Republic	123	171	-48
NRU	Nauru	7	55	-48
SLB	Solomon Islands	51	82	-31
MUS	Mauritius	158,5	169	-10,5
CPV	Cabo Verde	145	153,5	-8,5
STP	Sao Tome and Principe	103	109	-6
FJI	Fiji	164	168	-4
JAM	Jamaica	71	75	-4
KNA	St. Kitts and Nevis	155	155	0
TTO	Trinidad and Tobago	5	1	4
WSM	Samoa	85	76	9
VCT	St. Vincent & Grenadines	173	162	11
LCA	St. Lucia	156	142	14
BHS	Bahamas, The	175	158	17
BLZ	Belize	58	39	19
PNG	Papua New Guinea	72	52	20
GRD	Grenada	170,5	148,5	22
BRB	Barbados	126	103	23
VUT	Vanuatu	131	104,5	26,5
DMA	Dominica	169	137,5	31,5
SYC	Seychelles	163	131,5	31,5
MDV	Maldives	179	146,5	32,5
HTI	Haiti	77	43	34
COM	Comoros	166	127	39
ATG	Antigua and Barbuda	151,5	110	41,5
TON	Tonga	161	111,5	49,5
KIR	Kiribati	92,5	42	50,5
TCA	Turks and Caicos Islands	142	63	79