

FAIRE DES ÉNERGIES RENOUVELABLES DES MOTEURS DE LA COMPÉTITIVITÉ DANS LES RÉGIONS ULTRAPÉRIPHÉRIQUES DE L'UE

**DOCUMENT D'ORIENTATION
DE L'OCDE SUR
LE DÉVELOPPEMENT**

décembre 2023 n°. 52



Documents d'orientation de l'OCDE sur le développement
Décembre 2023 – n° 52

Faire des énergies renouvelables des moteurs de la compétitivité dans les régions ultrapériphériques de l'UE

Ce document est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Les opinions exprimées et les arguments employés ici ne reflètent pas nécessairement les vues officielles des pays Membres de l'OCDE ni de son Centre de développement.

Ce document, ainsi que les données et cartes qu'il peut comprendre, sont sans préjudice du statut de tout territoire, de la souveraineté s'exerçant sur ce dernier, du tracé des frontières et limites internationales, et du nom de tout territoire, ville ou région.

Ce document a été autorisé pour publication par Ragnheiður Elín Árnadóttir, Directrice du Centre de développement de l'OCDE.

Mots-clés : chaînes de valeur mondiales ; énergies renouvelables ; sources d'énergie alternatives ; régions ultrapériphériques de l'Union européenne

Classification JEL : O52, O54, O55, P45, Q42, R11, R58

Résumé

Ce document donne un aperçu du développement des énergies renouvelables dans les régions ultrapériphériques de l'Union européenne (RUP de l'UE), se concentrant sur la capacité de ces énergies à contribuer à la transition verte tout en ouvrant des perspectives de développement économique durable. Il décrit les cadres d'action et les outils mis en place par les RUP de l'UE pour agir dans le domaine des énergies renouvelables, et formule des recommandations politiques. Ce document s'inscrit dans le cadre du projet conjoint UE-OCDE sur les régions ultrapériphériques du monde.

Avant-propos

Le paysage économique mondial est incertain, complexe, et évolue de façon rapide. Les gouvernements, les entreprises et les sociétés s'efforcent tous de mieux appréhender, et, à terme, d'influer sur la transformation du commerce mondial, en vue d'optimiser les échanges, de protéger l'ouverture et l'inclusivité et de mener à bien une transition environnementale et durable.

Ce document s'inscrit dans le cadre du projet conjoint UE-OCDE sur la transformation des économies des RUP de l'UE, qui vise à favoriser l'apprentissage et à tirer le meilleur parti des interconnexions à l'échelon mondial, financé par la Direction générale de la politique régionale et urbaine de la Commission européenne. Entre 2021 et 2023, ce projet a soutenu un processus de dialogue et de partage des connaissances entre les RUP de l'UE et des partenaires internationaux, afin d'étudier les possibilités de création de valeur et de renforcement de la participation aux chaînes de valeur mondiales et régionales.

Les régions ultrapériphériques de l'UE sont des territoires appartenant à des États membres de l'UE situés dans l'océan Atlantique, le bassin des Caraïbes, l'Amérique du Sud et l'océan Indien, qui font partie intégrante de l'Union européenne. Elles comprennent la Guadeloupe, la Guyane française, la Martinique, la Réunion, Saint-Martin et Mayotte (France), les Açores et Madère (Portugal) ainsi que les îles Canaries (Espagne). En raison de leur éloignement, leur insularité, leur petite taille, leur topographie difficile et leur climat, elles bénéficient de mesures de soutien ciblées. De par leurs caractéristiques et leurs atouts distinctifs, au nombre desquels figurent une biodiversité foisonnante et un emplacement stratégique, les RUP de l'UE peuvent jouer un rôle important dans la stratégie et la politique globales d'internationalisation et de coopération de l'UE.

Ce document donne une vue d'ensemble des énergies renouvelables présentes dans les régions ultrapériphériques de l'UE (RUP de l'UE) et dévoile les perspectives de croissance et les atouts uniques qu'elles recèlent. Il met l'accent sur le potentiel qu'elles offrent pour les collaborations internationales avec un large éventail d'acteurs. Il renseigne également sur les perspectives de renforcement de l'internationalisation et de la coopération avec des partenaires au-delà de l'UE, dont des pays voisins en Afrique, en Amérique latine et dans les Caraïbes, et d'autres économies émergentes et en développement, telles que les petits États insulaires en développement (PEID). Le document met au jour les réformes qui pourraient être menées à l'avenir afin d'optimiser la planification et les ressources pluriannuelles de l'UE, notamment la Communication « Donner la priorité aux citoyens, assurer une croissance durable et inclusive, libérer le potentiel des régions ultrapériphériques de l'Union » adoptée en 2022.

Ce document est l'un des résultats du projet, qui se décline également en deux examens des politiques de transformation de la production consacrés à l'internationalisation des Açores et de la Guadeloupe, et quatre documents d'orientation sur l'innovation et les brevets, l'économie de l'océan, le secteur agroalimentaire et les secteurs de la culture et de la création.

Remerciements

Ce document a été préparé par le Centre de développement de l'OCDE, et piloté par sa Directrice, Ragnheiður Elín Árnadóttir. Il a été rédigé par Manuel Toselli, économiste, Centre de développement de l'OCDE, et Dwight Quinn, chercheur, Centre de développement de l'OCDE, sous la supervision d'Annalisa Primi, cheffe de la Division Transformation économique et développement, Centre de développement de l'OCDE.

Les auteurs remercient leurs collègues suivants de la Direction générale de la politique régionale et urbaine de la Commission européenne pour leur orientation stratégique tout au long de la mise en œuvre du projet : Peter Berkowitz, Directeur, Politique ; Nicola De Michelis, Directeur, Croissance intelligente et durable et mise en œuvre des programmes ; Paula Duarte Gaspar, Cheffe, Unité Régions ultrapériphériques ; Germán Esteban, Chef adjoint, Unité Régions ultrapériphériques ; Katherine Fournier-Leroux, Coordinatrice des politiques, Unité Régions ultrapériphériques ; et Catherine Wendt, Cheffe, Unité Croissance intelligente et durable. Le rapport a bénéficié des commentaires et des contributions d'Ahmed Badr, Directeur de la facilitation et de l'accompagnement des projets à l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA), et de Paolo Frankl, Chef de la division des énergies renouvelables à l'Agence internationale de l'énergie (AIE).

Il a également bénéficié des informations transmises par des responsables de l'action publique et des experts des régions ultrapériphériques de l'UE : la Guadeloupe, la Guyane française, la Martinique, la Réunion, Saint-Martin et Mayotte (France) ; les Açores et Madère (Portugal) ; et les îles Canaries (Espagne).

Table des matières

| | |
|--|----|
| Résumé | 3 |
| Avant-propos | 4 |
| Remerciements | 5 |
| Sigles et abréviations | 8 |
| Synthèse | 9 |
| 1 Introduction | 11 |
| 2 Les tendances mondiales au regard des énergies renouvelables peuvent être utiles aux RUP de l'UE pour opérer leur transition verte | 12 |
| 3 L'emplacement géographique et les ressources naturelles des RUP de l'UE conditionnent leur potentiel en matière d'énergies renouvelables | 18 |
| 4 Les RUP de l'UE peuvent utiliser les politiques ciblées mises en place par l'Union européenne pour promouvoir les énergies renouvelables | 26 |
| 5 Libérer tout le potentiel des énergies renouvelables pour favoriser le déploiement de projets internationaux dans les RUP de l'UE | 30 |
| 6 Conclusions | 40 |
| Références | 41 |

GRAPHIQUES

| | |
|--|----|
| Graphique 1. Les énergies renouvelables connaissent un développement rapide | 13 |
| Graphique 2. Les énergies renouvelables favorisent la réalisation de nouveaux investissements et la création d'emplois | 16 |
| Graphique 3. Les progrès scientifiques et technologiques dans les énergies renouvelables se développent à la fois dans les pays membres et non membres de l'OCDE | 17 |
| Graphique 4. Le taux de pénétration des énergies renouvelables est variable dans les RUP de l'UE | 19 |
| Graphique 5. L'éolien est une source d'énergie renouvelable importante dans l'Atlantique | 20 |

| | |
|--|----|
| Graphique 6. Le déploiement des énergies renouvelables est plus rapide dans les RUP du bassin des Caraïbes qu'en France métropolitaine | 24 |
| Graphique 7. L'énergie hydraulique et le solaire présentent un taux de pénétration élevé dans l'océan Indien | 25 |
| Graphique 8. Chaînes d'approvisionnement des énergies renouvelables | 31 |
| Graphique 9. Mécanismes innovants permettant de réaliser des investissements à long terme dans les énergies renouvelables | 39 |

TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau 1. Les énergies solaire et éolienne sont rapidement devenues des sources d'électricité extrêmement rentables | 14 |
| Tableau 2. Les stratégies régionales des RUP et le pacte vert pour l'Europe | 27 |
| Tableau 3. Les objectifs stratégiques des RUP de l'UE ayant un lien avec les énergies renouvelables | 28 |
| Tableau 4. Les sources d'énergie représentant un potentiel important pour les RUP de l'UE | 30 |

ENCADRÉS

| | |
|---|----|
| Encadré 1. Plateforme océanique des Canaries (PLOCAN) | 34 |
| Encadré 2. Partenariat technique et commercial entre l'Islande et les Açores dans le domaine de la géothermie | 36 |
| Encadré 3. Vers une intégration régionale de la Caraïbe orientale en matière d'énergie | 36 |

Sigles et abréviations

| | |
|--------|---|
| ADEME | Agence française de la transition écologique |
| AFD | Agence française de développement |
| AIE | Agence internationale de l'énergie |
| ANR | Agence nationale française de la recherche |
| ECEA | Stratégie des îles Canaries en matière d'économie bleue pour 2030 |
| ETM | Énergie thermique des mers |
| FEAMPA | Fonds européen pour les affaires maritimes, la pêche et l'aquaculture |
| FEDER | Fonds européen de développement régional |
| FPV | Photovoltaïque flottant |
| FSE | Fonds social européen |
| IDE | Investissement direct étranger |
| IEDOM | Institut d'émission des départements d'outre-mer |
| IRENA | Agence internationale pour les énergies renouvelables |
| IUCN | Union internationale pour la conservation de la nature |
| MSP | Planification de l'espace maritime |
| MW | Mégawatt |
| OCDE | Organisation de coopération et de développement économiques |
| PEID | Petits États insulaires en développement |
| PIB | Produit intérieur brut |
| PTOM | Pays et territoires d'outre-mer |
| RUP | Région ultrapériphérique |
| SCN | Système de comptabilité nationale |
| SRDEII | Schéma régional de développement économique, d'innovation et d'internationalisation |
| STI | Science, technologie et innovation |
| TAC | Total admissible de capture |
| TIC | Technologies de l'information et des communications |
| TRE | Tableau des ressources et des emplois |
| UE | Union européenne |
| UNCLOS | Convention des Nations Unies sur le droit de la mer |
| VAB | Valeur ajoutée brute |
| ZEE | Zone économique exclusive |

Synthèse

Ce document d'orientation, qui s'inscrit dans le cadre du projet UE-OCDE sur les régions ultrapériphériques du globe, donne un large aperçu des énergies renouvelables présentes dans les régions ultrapériphériques de l'Union européenne (RUP de l'UE). Il s'intéresse à la capacité de ces énergies à conduire vers la transition verte tout en favorisant un développement économique durable. Il présente un état des lieux des RUP de l'UE ainsi que les possibilités qu'elles offrent en ce qui concerne les sources d'énergie renouvelables, en tenant compte de leurs spécificités. Ce document fournit également une vue d'ensemble des cadres d'action existants et des outils en place, et se termine par des recommandations d'action pour l'avenir.

Les régions ultrapériphériques (RUP) de l'UE sont confrontées à l'impérieuse nécessité d'évoluer vers des modèles de production et de consommation durables. Cette évolution est primordiale pour préserver leurs ressources naturelles diverses et tirer de leurs abondantes richesses une valeur durable. Un bon moyen pour parvenir à cette durabilité réside dans les énergies renouvelables, qui offrent aux RUP de l'UE d'importantes perspectives de développement.

Ces régions possèdent un important potentiel d'exploitation des sources d'énergie renouvelables telles que le solaire, l'éolien, la géothermie et l'énergie hydraulique. Elles peuvent en outre développer des écosystèmes autour des énergies renouvelables pour s'orienter vers un développement économique durable. Ce potentiel de transformation est vital pour les régions ayant une grande dépendance à l'égard des combustibles fossiles car il réduit leur vulnérabilité aux chocs externes et contribue à la résilience économique.

Les emplacements géographiques et les richesses naturelles uniques des RUP de l'UE jouent un rôle central en déterminant les possibilités de déploiement des énergies renouvelables. Ces régions se trouvent dans trois zones géographiques distinctes présentant des caractéristiques physiques particulières, à savoir : l'Amazonie et le bassin des Caraïbes, la région de la Macaronésie dans l'océan Atlantique, et les terres situées dans l'océan Indien. Cette diversité permet aux RUP de l'UE d'avoir accès à un large éventail de sources d'énergie renouvelables qu'elles peuvent exploiter en fonction de leurs besoins énergétiques et pour atteindre les objectifs d'atténuation du changement climatique et d'adaptation à ses effets.

Ce document confirme le postulat selon lequel les RUP de l'UE peuvent tirer parti des politiques ciblées mises en place par l'Union européenne pour promouvoir les énergies renouvelables. Il préconise trois grands axes d'action pour libérer le potentiel des énergies renouvelables :

- **Innovier** : L'innovation est capitale pour développer et déployer les technologies de pointe dans le domaine des énergies renouvelables. La mise en place d'écosystèmes de l'innovation robustes, la collaboration avec des organisations multilatérales et des industries mondiales, ainsi qu'un accès garanti aux capitaux et aux compétences sont des mesures indispensables pour exploiter efficacement les abondantes ressources naturelles.
- **Collaborer** : Des liens plus étroits sont essentiels pour promouvoir l'utilisation des énergies renouvelables dans les RUP de l'UE. Cela passe par le renforcement des partenariats

internationaux, à la fois entre les RUP de l'UE et avec d'autres partenaires européens, ainsi que par la collaboration avec des voisins ayant une proximité historique et géographique. Les partenariats transnationaux et intrarégionaux existants peuvent être étendus en y incluant des activités liées à l'énergie.

- Investir : Encourager les investissements dans les énergies renouvelables est capital pour réussir. Les cadres juridiques et financiers devraient être révisés en encourageant activement les investissements dans le domaine, de manière à favoriser une croissance et un développement durables dans les différents secteurs et activités.

En s'engageant sur ces axes essentiels que sont l'innovation, la collaboration et l'investissement, les RUP de l'UE ont non seulement la possibilité de remodeler leurs économies locales, mais aussi de renforcer leurs relations internationales. Avec des capitaux, des programmes spécialisés et un important soutien politique à différents niveaux, les RUP de l'UE peuvent faire des énergies renouvelables un moyen d'accélérer la mise en place d'un nouveau modèle de développement.

1 Introduction

S'orienter vers des modes de production et de consommation durables est une nécessité pour les régions ultrapériphériques (RUP) de l'UE si elles veulent préserver leurs ressources naturelles uniques et produire durablement de la valeur grâce à elles. Les énergies renouvelables sont en plein essor dans le monde entier et offrent aux RUP d'importantes possibilités de développement.

Ces régions de l'UE peuvent ainsi exploiter les sources d'énergie renouvelables (comme le solaire, l'éolien, la géothermie et l'énergie hydraulique) et mettre en place autour d'elles des écosystèmes permettant d'utiliser ces énergies comme des moyens d'accélérer la mise en place d'un développement économique durable.

Les RUP de l'UE ont une grande dépendance aux énergies fossiles, ce qui n'a pas seulement pour effet de nuire à leur capacité de s'orienter vers la neutralité carbone, mais aussi d'accroître leur vulnérabilité aux chocs externes. Ces régions sont donc très dépendantes aux importations et exposées à la volatilité des prix sur les marchés mondiaux. En 2020, par exemple, le prix de l'électricité à Mayotte était de 383 EUR/MWh, soit presque quatre fois supérieur à celui en vigueur en France métropolitaine (MAESHA, 2020^[1]). Si elles sont correctement exploitées, les énergies renouvelables peuvent modifier le développement local des RUP, et donc avoir un impact sur l'ensemble des activités économiques de ces régions et créer plus de possibilités d'investissement, d'innovation et d'entrepreneuriat.

Ce document, qui s'inscrit dans le cadre du projet UE-OCDE sur les régions ultrapériphériques du globe, donne un aperçu des tendances mondiales dans le domaine des énergies renouvelables en se concentrant sur la capacité de ces énergies à contribuer à la fois à la transition verte et à l'ouverture de perspectives de développement économique durable. Il présente un état des lieux des RUP de l'UE ainsi que les possibilités qu'elles offrent en ce qui concerne les diverses sources d'énergie renouvelables et leurs spécificités. Il décrit brièvement les cadres d'action et les outils mis en place par ces régions pour agir dans le domaine des énergies renouvelables et se termine par la formulation de pistes d'action pour l'avenir.

2 Les tendances mondiales au regard des énergies renouvelables peuvent être utiles aux RUP de l'UE pour opérer leur transition verte

Les énergies renouvelables peuvent modifier les modalités du développement des RUP de l'UE. Ces régions sont des importatrices nettes de combustibles fossiles, qui ont un impact non négligeable sur les économies locales. De manière générale, 90 % de la consommation d'énergie des RUP est importée, ce qui limite considérablement leur développement économique. En Martinique et en Guadeloupe, par exemple, les importations totales de carburants ont représenté en 2021 près de 9 % du PIB. Dans d'autres régions présentant des contraintes géographiques similaires, ces importations pèsent encore plus lourd sur l'économie. À Palaos dans l'océan Pacifique et aux Maldives dans l'océan Indien, les importations de combustibles fossiles représentent au total presque 20 % du PIB. De surcroît, un grand nombre d'îles et de territoires dont l'économie repose sur le tourisme sont très dépendants des industries à forte intensité énergétique (Atteridge et Savvidou, 2019^[2] ; Shah, 2022^[3]). Pourtant, du fait de leurs caractéristiques géomorphologiques et de leurs emplacements, ces territoires peuvent tirer de gros avantages du déploiement des énergies renouvelables en exploitant leur potentiel solaire, éolien et géothermique (ainsi que, dans certains cas, océanique et hydraulique). La combinaison de ces ressources avec les nouvelles tendances mondiales peut créer des possibilités nouvelles d'accroître la coopération internationale – avec les partenaires habituels, généralement européens, ainsi qu'avec des partenaires émergents, privés et régionaux présents dans leurs régions respectives – pour ce qui concerne l'investissement direct étranger (IDE), le développement de la chaîne de valeur, ainsi que les activités de recherche et d'innovation.

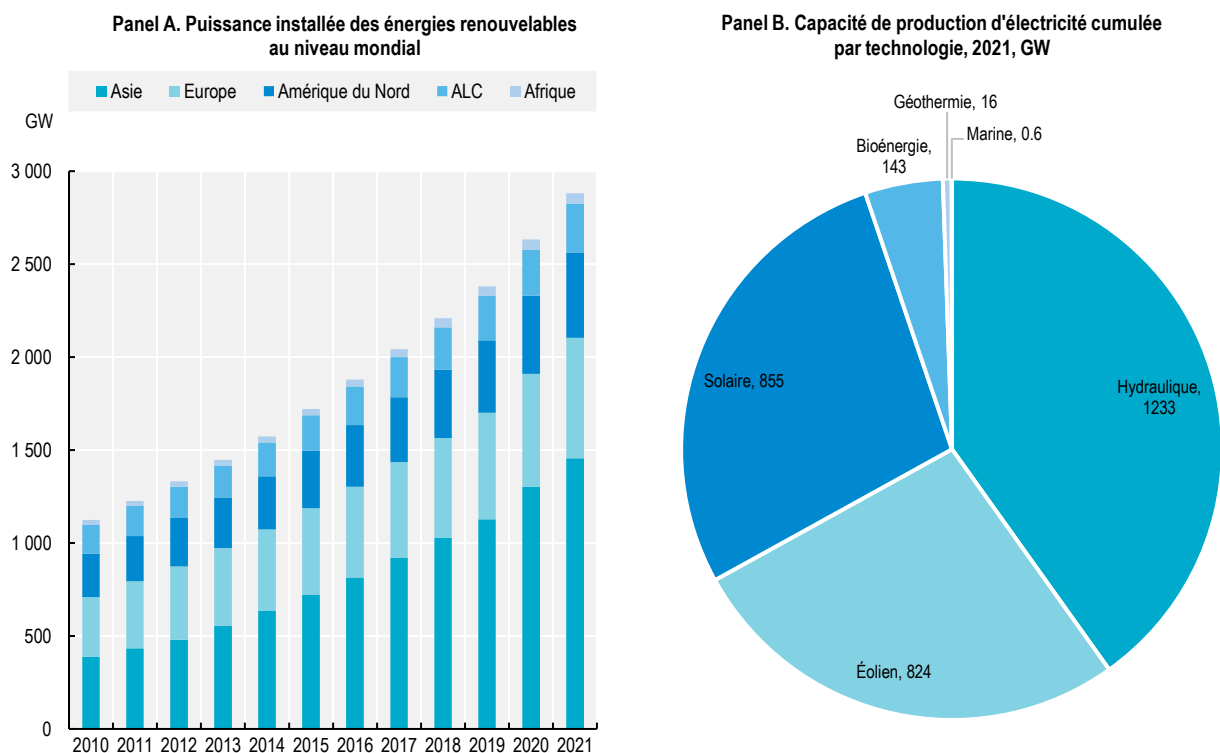
Les énergies renouvelables prennent de l'essor et leur coût diminue partout dans le monde

Les énergies renouvelables connaissent un développement rapide. Entre 2010 et 2021, la puissance renouvelable installée au niveau mondial a été multipliée par trois, pour atteindre presque 3 000 GW. La part de ces énergies dans l'augmentation de la capacité totale est passée de 38 % en 2010 à 80 % en 2021. L'Asie arrive en tête de cette expansion, avec 58 % du total de la nouvelle puissance installée ; elle est suivie par l'Europe (18 %) et l'Amérique du Nord (12 %). Parmi les différentes énergies renouvelables, l'énergie hydraulique arrivait à la première place en 2021 avec 40 % de la puissance installée totale, contre 28 % pour le solaire et autant pour l'éolien. La production des autres énergies renouvelables s'élève à 143 GW pour la bioénergie, 16 GW pour la géothermie et 524 MW pour l'énergie marine, ce qui représente 5 % du total (Graphique 1). Une hausse de la production des énergies renouvelables de 2 400 GW est par ailleurs prévue sur la période 2022-27 (AIE, 2022^[4]). Outre le fait qu'elles favorisent la réalisation des

objectifs environnementaux – en réduisant les émissions locales de polluants et de dioxyde de carbone (CO₂) –, ces tendances ouvrent de nouvelles perspectives économiques.

Graphique 1. Les énergies renouvelables connaissent un développement rapide

Puissance renouvelable installée au niveau mondial par région et par technologie



Source : Élaboré par l'auteur d'après la base de données de l'IRENA (IRENA, 2023^[5]).

Les énergies renouvelables deviennent des options intéressantes en termes de coût (Tableau 1). Leur compétitivité s'est en effet considérablement accrue au cours des dix dernières années. Entre 2010 et 2021, le coût actualisé moyen pondéré de l'électricité (LCOE) à l'échelle mondiale a baissé de 88 % dans le cas des nouveaux projets d'énergie solaire photovoltaïque de grande ampleur, de 68 % avec l'éolien terrestre et l'énergie solaire à concentration, et de 60 % avec l'éolien marin, ce qui montre la compétitivité des énergies renouvelables par rapport aux options existantes fonctionnant à l'aide des énergies fossiles et du nucléaire. À titre d'exemple, les nouveaux projets solaires photovoltaïques et hydroélectriques mis en service à grande échelle en 2021 partout dans le monde produisaient une électricité dont le LCOE était inférieur de 11 % à celui de la moins coûteuse des centrales électriques dernier cri alimentées par des combustibles fossiles. S'agissant de la bioénergie, de la géothermie et de l'énergie hydraulique, les coûts d'installation et les facteurs de charge dépendent dans une large mesure des projets et de leurs emplacements. Ainsi, l'augmentation depuis 2010 du LCOE lié à l'énergie hydraulique est due à la hausse des coûts d'installation et à la nécessité de disposer d'une infrastructure plus onéreuse en raison de la mise en place des projets sur des sites plus difficiles à exploiter. Pour autant, en 2021, 85 % de la puissance hydroélectrique installée présentait un LCOE inférieur à celui de la moins coûteuse des centrales thermiques (IRENA, 2022^[6]).

Plusieurs facteurs ont contribué à la baisse des coûts, dont les progrès technologiques. Ainsi, l'utilisation accrue de traqueurs et de modules bifaciaux solaires, ou encore l'augmentation de la taille des éoliennes,

de la hauteur de leur moyeu et de leur surface balayée sont autant de facteurs conduisant à une plus grande efficacité. Par ailleurs, la fabrication à plus grande échelle ainsi que l'optimisation des matériaux et leur utilisation en plus faible quantité ont également joué un rôle très important. La mise en œuvre de politiques ciblées a été primordiale, à la fois pour soutenir les avancées technologiques axées sur les énergies renouvelables et pour orienter la demande. De plus en plus de pays encouragent le développement de ces énergies en mettant fortement l'accent sur la dimension locale et en cherchant à atteindre, via l'efficacité énergétique, non seulement la durabilité environnementale mais aussi l'autosuffisance et une meilleure résilience.

Les initiatives publiques se multiplient également au niveau mondial pour favoriser le déploiement des énergies renouvelables. L'UE utilise une approche ciblée, comme le montrent le paquet « Ajustement à l'objectif 55 » s'inscrivant dans le cadre du pacte vert pour l'Europe, mais aussi le plan REPowerEU et le plan industriel du pacte vert pour l'ère du zéro émission nette. Les États-Unis ont adopté en 2022 la loi sur la réduction de l'inflation (Inflation Reduction Act) et ont été imités par le Japon qui a mis en place un plan de transformation verte incluant des incitations et des dispositions spécifiques pour déployer les énergies renouvelables. Les mesures de tarification du carbone conditionnent également les marchés et aident à faire des énergies renouvelables des investissements intéressants. Pour citer un exemple, avec la mise en place du système d'échange de quotas d'émission de l'Union européenne (SEQE-UE), le prix des combustibles fossiles est passé à 0.27 USD/kWh en 2022, soit 645 % de plus qu'en 2021. Ces énergies coûtent donc de quatre à six fois plus cher que les nouvelles capacités solaires ou éoliennes terrestres mises en service en 2021 (IRENA, 2022^[6]).

Tableau 1. Les énergies solaire et éolienne sont rapidement devenues des sources d'électricité extrêmement rentables

Coûts d'installation (USD/kW), facteur de charge et coût actualisé de l'électricité (USD/kWh), 2010-21

| | Total des coûts d'installation (USD de 2021/kW) | | | Facteur de charge (%) | | | Coût actualisé de l'électricité (USD de 2021/kWh) | | |
|---------------------------------|--|-------|----------------|--------------------------|------|----------------|--|-------|----------------|
| | 2010 | 2021 | Variation en % | 2010 | 2021 | Variation en % | 2010 | 2021 | Variation en % |
| Bioénergie | 2 714 | 2 353 | -13 % | 72 | 68 | -6 % | 0.078 | 0.067 | -14 % |
| Géothermie | 2 714 | 3 991 | 47 % | 87 | 77 | -11 % | 0.05 | 0.068 | 34 % |
| Hydroélectricité | 1 315 | 2 135 | 62 % | 44 | 45 | 2 % | 0.039 | 0.048 | 24 % |
| Solaire photovoltaïque | 4 808 | 857 | -82 % | 14 | 17 | 25 % | 0.417 | 0.048 | -88 % |
| Énergie solaire à concentration | 9 422 | 9 091 | -4 % | 30 | 80 | 167 % | 0.358 | 0.114 | -68 % |
| Éolien terrestre | 2 042 | 1 325 | -35 % | 27 | 39 | 44 % | 0.102 | 0.033 | -68 % |
| Éolien marin | 4 876 | 2 858 | -41 % | 38 | 39 | 3 % | 0.188 | 0.075 | -60 % |

Source : IRENA (2021^[7]), *Renewable Power Generation Costs in 2021*, https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Jul/IRENA_Power_Generation_Costs_2021_Summary.pdf.

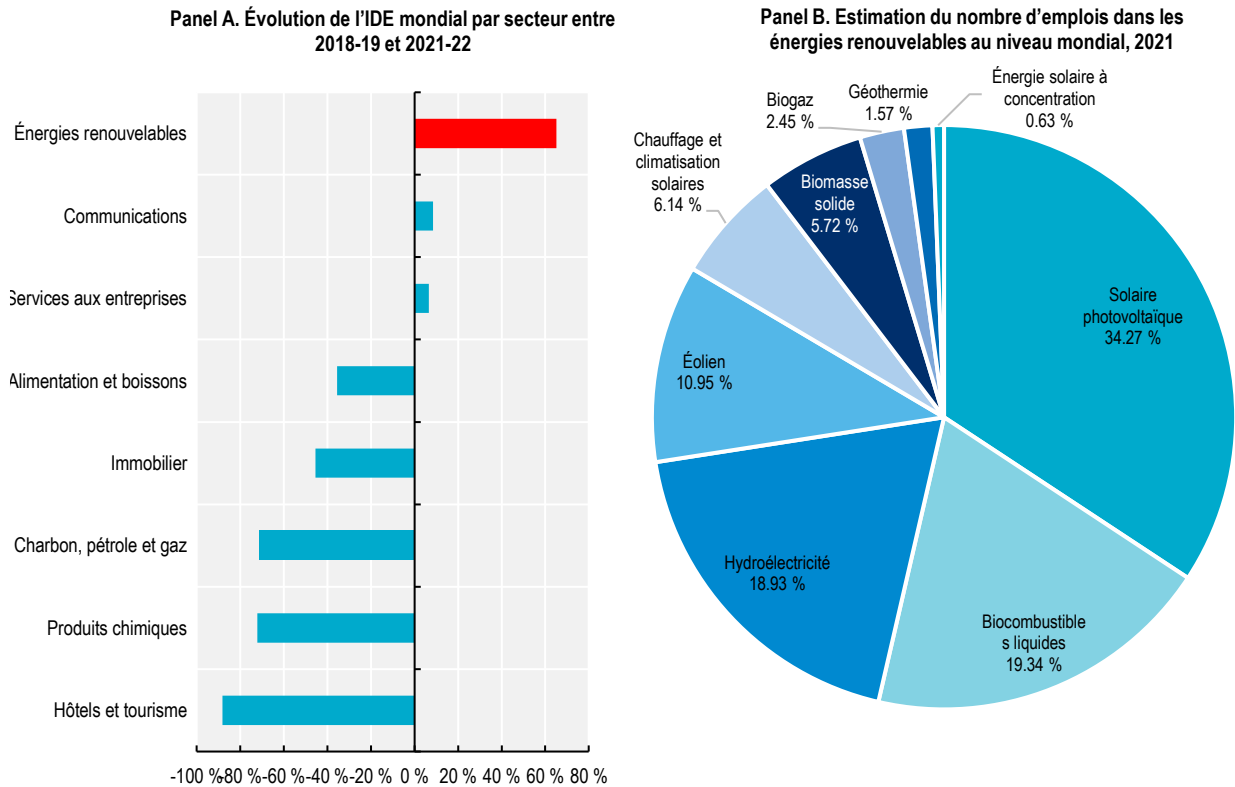
Les énergies renouvelables présentent des opportunités d'investissement, de création d'emplois et d'innovation au service de la réalisation des objectifs environnementaux

Les projets relatifs aux énergies renouvelables attirent l'investissement direct étranger (IDE). Entre 2018 et 2022, ces énergies, qui ont généré 620 milliards USD de flux mondiaux, arrivaient en tête du secteur mondial de l'IDE ex nihilo et représentaient 15 % des investissements entièrement nouveaux. Les principaux investisseurs au niveau mondial se trouvent aux États-Unis (18 %), en Allemagne (8 %), ainsi qu'en France, en Chine et au Royaume-Uni (6 % chacun). En dépit de la contraction planétaire de l'IDE consécutive à la pandémie de COVID-19 – avec un recul de 70 % en 2020 –, l'IDE dans les énergies renouvelables a enregistré une hausse de 60 % (Graphique 2, Panel A) entre 2018-19 et 2021-22, soit plus que n'importe quel secteur, ce qui atteste de sa résilience. Le rebond a été rapide, avec +65 % entre 2018-19 et 2021-22 (Graphique 2, Panel B). Les pays de l'UE sont les plus gros exportateurs d'éoliennes (avec 80 % du total des exportations) tandis que les pays asiatiques, Chine en tête, dominent le marché des panneaux solaires et des batteries au lithium pour les véhicules électriques (respectivement à hauteur de 84 % et 67 % du total des exportations mondiales). Les véhicules électriques sont arrivés relativement tard dans le processus de transition énergétique mais leur adoption est rapide puisqu'ils représentaient déjà 8.3 % des ventes mondiales de voitures en 2021 et que leur part devrait continuer de croître dans les années à venir. On estime en outre que la capacité de production annuelle de batteries devrait être multipliée par quatre entre 2021 et 2025, jusqu'à atteindre environ 2 500 GWh (AIE, 2022^[8]).

Les énergies renouvelables offrent également la possibilité de créer des emplois verts. En fait, selon les estimations disponibles, le nombre d'emplois dans ce secteur pourrait tripler d'ici 2030. Il s'élevait en 2021 à quasiment 13 millions, soit presque deux fois plus qu'en 2012. Le solaire photovoltaïque représentait un tiers du total des emplois, suivi par la bioénergie (27 %) et l'énergie hydraulique (18 %) (Graphique 2, Panel B). D'après les estimations les plus récentes, dans un scénario d'élévation des températures de moins de 1.5 °C, les emplois directs se monteront à 38.2 millions en 2030, soit plus de trois fois plus qu'en 2021. En y ajoutant la création de 58 millions d'emplois indirects liés à l'efficacité énergétique, aux réseaux électriques, à la flexibilité ainsi qu'à l'hydrogène, cela pourrait compenser les 12 millions d'emplois perdus dans les secteurs des énergies fossiles et du nucléaire (IRENA, 2022^[9]).

Graphique 2. Les énergies renouvelables favorisent la réalisation de nouveaux investissements et la création d'emplois

IDE dans des projets entièrement nouveaux par secteur et estimation du nombre d'emplois dans les énergies renouvelables

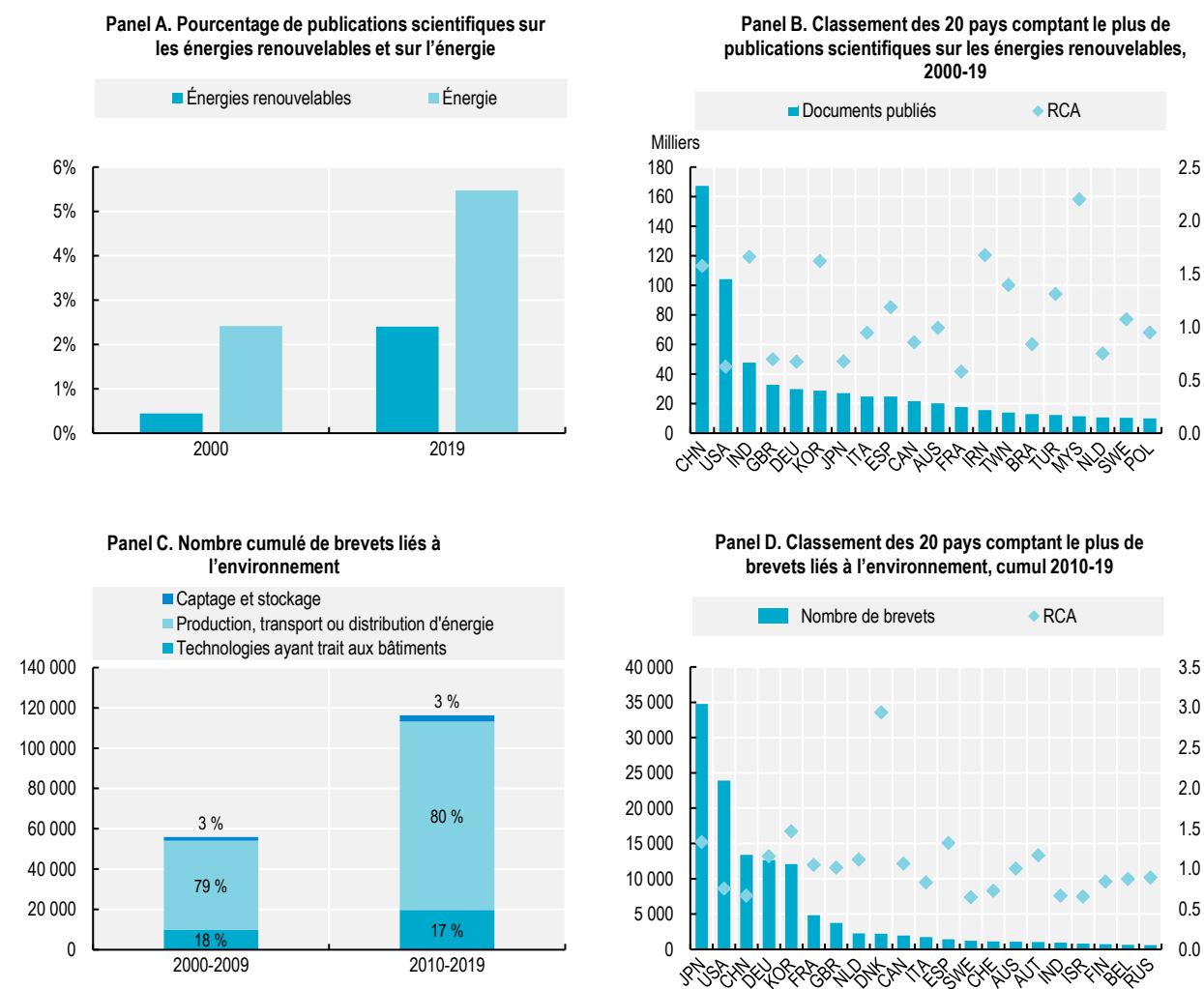


Note : Le panel A ne représente que les secteurs enregistrant les meilleures et les pires performances en termes de croissance/baisse entre les deux périodes.

Source : Élaboré par l'auteur d'après la base de données de l'IRENA, <https://www.irena.org/Data> (2022_[10]) et celle de fDi Markets, <https://www.fdimarkets.com/> (2022_[11]).

Les énergies renouvelables encouragent l'innovation commerciale et technologique. Au cours des 20 dernières années, les progrès scientifiques et technologiques associés aux énergies renouvelables ont connu un réel essor. Alors que les publications scientifiques consacrées aux énergies renouvelables représentaient en 2000 0.4 % de l'ensemble des publications scientifiques et 20 % de la production scientifique totale sur les énergies, en 2019 ces pourcentages étaient respectivement de 2.3 % et 50 %. De la même manière, les demandes de brevets relatives aux technologies environnementales ont plus que doublé, 80 % d'entre elles portant sur la production et le transport de l'énergie. L'UE demeure à l'avant-garde, les pays scandinaves comme la Suède, le Danemark et la Finlande affichant une importante spécialisation dans les technologies des énergies renouvelables. Les pays auxquels sont rattachées les régions ultrapériphériques – comme la France et l'Espagne – arrivent également dans les premiers rangs du classement mondial de la production et l'innovation scientifiques. L'Europe détient 66 % des brevets déposés dans le monde concernant l'énergie marémotrice et 44 % de ceux portant sur l'énergie houlomotrice (Commission européenne, 2020_[12]) une technologie particulièrement importante pour la majorité des RUP. De nouveaux acteurs commencent toutefois à apparaître comme la Chine et l'Inde, ou encore l'Indonésie, la Malaisie et le Brésil (Graphique 3).

Graphique 3. Les progrès scientifiques et technologiques dans les énergies renouvelables se développent à la fois dans les pays membres et non membres de l'OCDE



Note : L'analyse des brevets porte sur les demandes PCT, qui incluent la date de priorité et le pays de résidence de l'inventeur. Des informations sur les brevets portant sur les technologies liées à l'environnement sont accessibles sur <https://stats.oecd.org/wbos/fileview2.aspx?IDFile=c5c477c0-d300-42fe-af1f-d4a450c79a39>. RCA désigne l'avantage comparatif révélé.

Source : Élaboré par l'auteur d'après la base de données de l'OCDE sur les brevets (2023^[13]) et Scopus, <https://www.elsevier.com/solutions/scopus>, 2022.

3 L'emplacement géographique et les ressources naturelles des RUP de l'UE conditionnent leur potentiel en matière d'énergies renouvelables

La spécificité des RUP de l'UE en termes d'emplacement et de ressources naturelles conditionne les possibilités de déploiement d'énergies renouvelables dans ces régions. Pour comprendre la situation actuelle de ces RUP et le potentiel de développement futur des énergies renouvelables dans ces régions, il est capital de tenir compte de leurs spécificités et de leur diversité en termes d'emplacement, de caractéristiques géographiques et de ressources naturelles. Les RUP de l'UE se trouvent dans trois zones géographiques distinctes présentant des caractéristiques physiques particulières, à savoir : l'Amazonie et le bassin des Caraïbes, la région de la Macaronésie dans l'océan Atlantique, et les terres situées au large de l'Afrique de l'Est dans l'océan Indien. Ces régions ont accès à un large éventail de ressources naturelles qu'elles peuvent exploiter pour produire des énergies renouvelables dans le but de répondre à leurs besoins énergétiques ainsi que de contribuer à l'atténuation du changement climatique et à l'adaptation à ses effets. Elles peuvent ainsi transformer leurs économies pour les rendre plus durables. Les RUP de l'UE affichent un potentiel considérable dans les énergies renouvelables traditionnelles (comme l'énergie hydraulique et la biomasse) ainsi que dans des secteurs émergents liés aux nouvelles technologies (comme le solaire, l'éolien et l'énergie marine). Leur emplacement géographique, de même que leurs différences de taille, de structure géologique et de climat, impliquent qu'elles sont mieux adaptées à certaines énergies renouvelables qu'à d'autres. De surcroît, les difficultés qu'elles rencontrent et les atouts dont elles disposent pour libérer ce potentiel dépendent de leur niveau général de développement et de leurs structures économiques.

L'utilisation d'énergies renouvelables a progressé à des rythmes différents dans chacune des RUP de l'UE. Malgré l'abondance de leurs ressources énergétiques, sept de ces neuf régions se classent en dessous de la moyenne de l'UE pour ce qui concerne la pénétration globale des énergies renouvelables dans la production d'électricité (Graphique 4). Seules Madère (41.9 %) et la Guyane française (53 %) enregistrent une part d'énergies renouvelables dans la production totale d'électricité plus importante que celle de l'ensemble des 27 membres de l'UE, qui est actuellement de 36.4 %. Le degré variable de pénétration des énergies renouvelables et son évolution au fil du temps sont dus à l'hétérogénéité des caractéristiques géographiques, des richesses naturelles et des profils économiques des différentes RUP de l'UE.

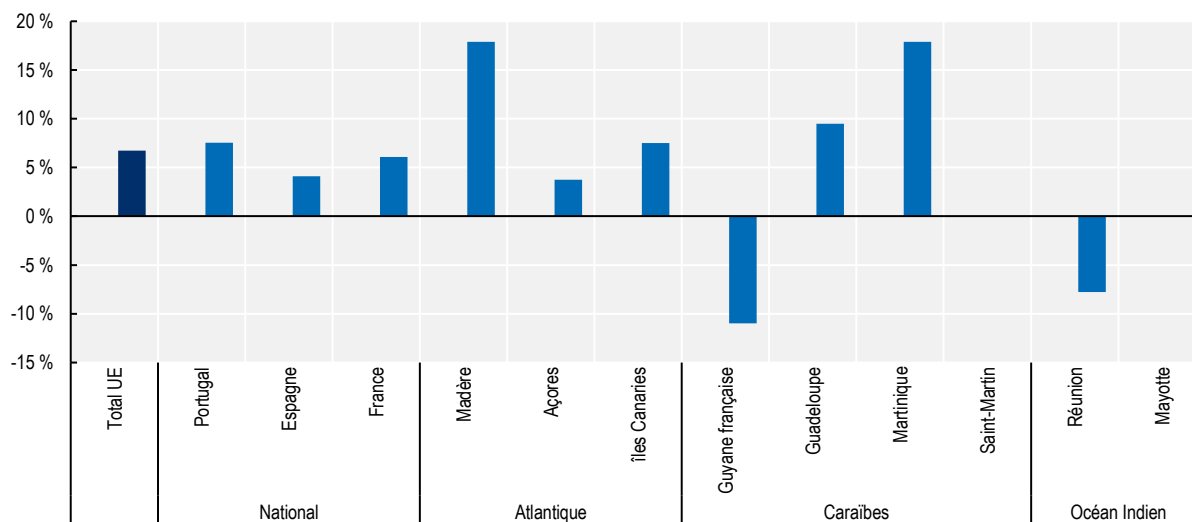
- Cinq de ces régions – Madère, les Açores, les îles Canaries, la Guadeloupe et la Martinique – ont enregistré une hausse de la pénétration des énergies renouvelables entre 2016 et 2021. Dans quatre de ces régions, la hausse a été plus forte que celle affichée par l'ensemble de l'UE (6.73 %), Madère et la Martinique enregistrant +17.9 %, soit plus de deux fois plus que l'augmentation obtenue à l'échelle européenne. En revanche, les Açores ont connu une progression de seulement

3.8 %, ce qui équivaut à la moitié moins que la hausse moyenne enregistrée sur le territoire métropolitain du Portugal.

- Au cours de la même période, la part des énergies renouvelables dans la production d'électricité a diminué dans deux RUP de l'UE, à savoir la Guyane française (-11 %) et la Réunion (-7.76 %), et ce malgré une progression nette de la puissance installée dans chacune d'elles. Cette situation est due à plusieurs facteurs. Premièrement, l'absence de précipitations a provoqué en 2021 une forte chute de la production d'hydroélectricité. Deuxièmement, à la suite des pertes d'énergie causées par la dégradation des raccordements entre les réseaux, la production a eu du mal à augmenter au même rythme que la demande. De plus, l'accès à l'électricité dans les zones reculées non raccordées au réseau a été amélioré principalement en utilisant des sources d'énergie non renouvelables. Cela étant, la Guyane française reste le département français où la part des énergies renouvelables dans la production d'électricité est la plus élevée (IRENA, 2023^[5]).
- Deux RUP de l'UE – Mayotte et Saint-Martin – présentent le taux de pénétration des énergies renouvelables le plus faible, aux alentours de 5 % pendant la période 2016-20. Ces régions font également partie des territoires ultrapériphériques de l'UE les plus petits, avec une absence de raccordement entre les réseaux et un degré d'extensibilité réduit pour les nouveaux projets liés aux énergies renouvelables.

Graphique 4. Le taux de pénétration des énergies renouvelables est variable dans les RUP de l'UE

Évolution du pourcentage d'électricité primaire produite à l'aide d'énergies renouvelables, 2016-22 ou dernière année disponible



Note : Pour les Açores et Madère, les données datent de 2022 alors que pour toutes les autres RUP, elles sont de 2021.

Source : Élaboré par l'auteur d'après Maldonado (2017^[14]) ; IRENA (2023^[15]) <https://www.irena.org/Data/Energy-Profiles> ; APREN (2022^[16]), <https://www.apren.pt/en/renewable-energies/production/> ; EMBER Climate (2023^[17]), <https://ember-climate.org/data/data-explorer/> ; Consejería de Transición Ecológica, Lucha contra el Cambio Climático y Planificación Territorial (2022^[18]), *Energy Strategy Sustainable in the Canary Islands* ; OER (2023^[19]), *Production d'électricité*, <https://oer.spl-horizonreunion.com/electricite/production-electricite-la-reunion> ; Interreg (2019^[20]), *RESOR Project Joint Regional Analysis* ; OREC (2022^[21]), *Guadeloupe Energy Bulletin - S1-2022*, Observatoire de l'Énergie et du Climat.

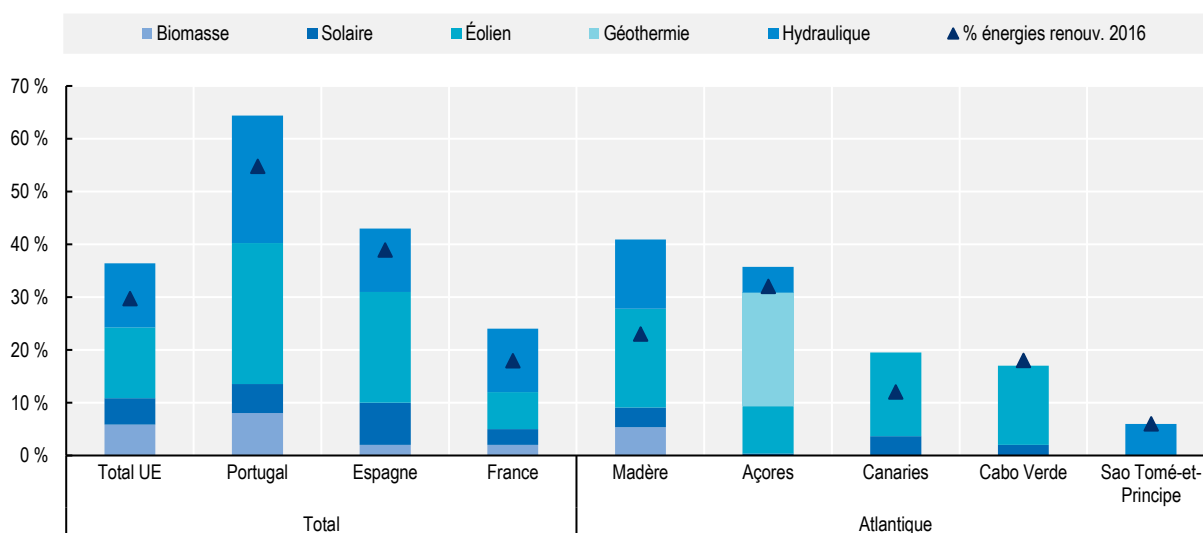
Les paragraphes suivants présentent brièvement le potentiel actuel et futur de déploiement des énergies renouvelables dans les RUP de l'UE classés selon trois zones géographiques.

Atlantique

La région Atlantique compte trois RUP de l'UE (Madère, les Açores et les îles Canaries) présentant des profils énergétiques variés. Représentant 20 % de la production totale d'électricité primaire dans les îles Canaries et 40 % à Madère, les énergies renouvelables jouent un rôle important dans ce secteur, avec l'utilisation de plusieurs technologies différentes et une progression régulière au cours des sept dernières années. Bien que restant inférieur au niveau enregistré dans leurs territoires nationaux respectifs, le taux de pénétration des énergies renouvelables dans les îles Canaries et à Madère est supérieur à celui d'autres pays situés dans l'Atlantique comme Sao Tomé et Cabo Verde, qui affichent respectivement 6 % et 16 %. Du point de vue technologique, l'éolien joue un rôle capital dans la production d'électricité d'origine renouvelable dans l'ensemble des RUP de l'UE : il représente 25 % de cette production dans les Açores, 45 % à Madère et 81 % dans les îles Canaries (Graphique 5).

Graphique 5. L'éolien est une source d'énergie renouvelable importante dans l'Atlantique

Évolution du pourcentage d'électricité primaire produite par technologie, 2016-22



Note : Pour Cabo Verde et Sao Tomé-et-Principe, les données datent de 2020.

Source : Élaboré par l'auteur d'après Maldonado (2017^[14]) ; IRENA (2023^[15]) <https://www.irena.org/Data/Energy-Profiles> ; APREN (2022^[16]), <https://www.apren.pt/en/renewable-energies/production/> ; EMBER Climate (2023^[17]), <https://ember-climate.org/data/data-explorer/> ; Consejería de Transición Ecológica, Lucha contra el Cambio Climático y Planificación Territorial (2022^[18]), *Energy Strategy Sustainable in the Canary Islands*.

Les Canaries possèdent un important potentiel solaire et éolien, six de leurs sept îles principales connaissant un fort rayonnement solaire et des vents soutenus tout au long de l'année. Avec une production photovoltaïque de plus de 1 850 kWh/kWc¹, les Canaries sont la RUP de l'UE présentant le potentiel solaire le plus élevé. En 2021, le gouvernement espagnol et le Fonds européen de développement régional (FEDER) ont investi 20 millions EUR dans 65 nouvelles installations solaires d'une puissance totale estimée à 255 MW (PV Tech, 2021^[22]). De même, au cours de la période 2003-22, l'énergie solaire a attiré l'essentiel de l'IDE versé à la région, soit 30 % des fonds investis par la Norvège,

¹ La production photovoltaïque correspond à la quantité d'électricité produite par unité de puissance photovoltaïque installée sur le long terme et se mesure en nombre de kilowatts-heure par kilowatt-crête de la puissance installée (kWh/kWc).

l'Italie, le Danemark, l'Australie et le Royaume-Uni. La région est également en train d'expérimenter d'autres technologies liées aux énergies renouvelables. Cela inclut une éolienne de 5 MW qui a été installée en 2019 au large des îles Canaries (Wind Europe, 2021^[23]) – soit la première centrale éolienne offshore de l'Espagne – ainsi qu'une centrale solaire déployée en mer en 2021 à titre expérimental (Garanovic, 2021^[24]).

Le gouvernement régional des Canaries privilégie le développement du potentiel des énergies renouvelables, ce qui suppose d'accroître la demande, d'améliorer la gestion et d'augmenter la capacité de stockage. La région s'est fixé l'objectif ambitieux de multiplier par trois sa production d'électricité à partir d'énergies renouvelables d'ici 2030, pour un total de 3.2 GW. Pour développer le potentiel des îles Canaries en matière d'énergies renouvelables, l'accent sera mis en particulier sur les stratégies de gestion de la demande, comme par exemple l'utilisation de la capacité excédentaire pour faire fonctionner des usines de dessalement de l'eau pendant les heures creuses, l'incitation à recharger les véhicules électriques et à chauffer l'eau lors des périodes creuses, ainsi que la fourniture de solutions de stockage de l'énergie de façon à garantir une offre constante et suffisante d'électricité ne pouvant être assurée uniquement par les sources d'énergie éolienne et solaire (Interreg, 2019^[20]). Pour atteindre ces objectifs, le gouvernement régional prévoit de mettre en place des solutions de stockage de l'énergie par pompage – d'une capacité de 3 200 MWh – à Salto de Chira, ainsi que d'étendre la centrale de Gorona del Viento pour produire 150 MWh supplémentaires (Consejería de Transición Ecológica, Lucha contra el Cambio Climático y Planificación Territorial, 2022^[18]).

Il conviendra à l'avenir de réfléchir en particulier à la question d'utiliser pleinement les sources d'énergie renouvelables de la région tout en tenant compte de la nécessité de préserver et de protéger les zones naturelles. Les îles Canaries comptent à ce jour 146 zones naturelles protégées couvrant 40 % de leurs terres émergées. Une analyse, un débat et une consultation approfondis entre l'ensemble des parties prenantes de la région seront nécessaires pour trouver un équilibre entre la protection de l'environnement et l'exploitation économique, l'étape finale étant la révision des cadres juridiques régissant les zones naturelles protégées (Consejería de Transición Ecológica, Lucha contra el Cambio Climático y Planificación Territorial, 2022^[18]).

Les Açores présentent un important potentiel dans le domaine de la géothermie et de l'hydroélectricité qui, respectivement, représentent actuellement 21.5 % et 4.9 % de leur production totale d'électricité. Ces ressources sont moins concentrées géographiquement que l'énergie solaire ou éolienne, ce qui les rend plus viables compte tenu de la structure en archipel des Açores et de la petite taille de ses neuf îles. À titre de comparaison, les Açores ont une surface émergée de 2 322 km², contre 7 447 km² pour les Canaries. Cela dit, les ressources géothermiques et hydroélectriques ont tendance à nécessiter des projets et des investissements de grande ampleur pour parvenir à la viabilité économique, ce qui requiert de pouvoir effectuer d'importantes mises de fonds initiales.

La dispersion géographique des îles des Açores entraîne une absence de raccordement entre les réseaux, qui limite la demande. Une solution technologiquement faisable serait de relier les réseaux à l'aide de câbles sous-marins. Cela représente cependant à l'heure actuelle une opération très coûteuse et techniquement difficile étant donné que l'océan a souvent une profondeur de plus de 1 000 mètres et que le basalte des fonds marins est abîmé (Interreg, 2019^[20]). Le gouvernement régional cherche à surmonter ces difficultés opérationnelles en optant pour une approche modulaire qui permette de renforcer la capacité de production géothermique et de faciliter le déploiement de technologies éoliennes. Il a également pour objectif d'accroître la capacité de stockage des batteries dans les Açores afin de compenser l'insuffisance de l'offre d'électricité de base.

À Madère, le pourcentage d'électricité produite à l'aide d'énergies renouvelables a atteint pour la première fois en 2022 40 % du total régional. Ce résultat a été possible grâce à l'augmentation de la production solaire, hydroélectrique et, particulièrement, éolienne, qui s'est accrue de 62 % en 2016-2022 (de 84 à 137 GWh). La région s'efforce d'accroître sa capacité de stockage pour pouvoir mettre sur pied de

nouveaux projets éoliens et solaires et exploiter le potentiel d'énergie marine et houlomotrice de l'île principale de Madère et de Porto Santo (Ramos et al., 2021^[25]). Dans le cadre du plan pour la reprise et la résilience du Portugal, Madère prévoit en outre de recueillir des fonds publics et privés pour mettre progressivement fin à la production de thermoélectricité, encourager l'exploitation conjointe de différentes sources d'énergie renouvelables et faciliter la transformation numérique du réseau d'électricité en mettant en place des réseaux intelligents (AIE, 2022^[26]).

Caraïbes et Amazonie

Cette région abrite quatre RUP de l'UE. En Guadeloupe, en Guyane française et en Martinique, la part des énergies renouvelables dans la production totale d'électricité primaire est plus élevée que dans les pays voisins et qu'en France métropolitaine. La biomasse et le solaire y sont les deux principales sources d'énergie renouvelables ; la géothermie commence à prendre de l'ampleur grâce au fort potentiel de la région en la matière et à l'infrastructure industrielle déjà en place. La Guyane française est la RUP de l'UE produisant le plus d'électricité primaire à partir d'énergies renouvelables. Cela s'explique principalement par son emplacement géographique sur le continent de l'Amérique du Sud, qui permet à la région d'accéder à plusieurs grands réseaux hydrographiques dotés d'un important potentiel hydroélectrique (Graphique 6). Bien que toutes les RUP de l'UE situées dans les Caraïbes aient progressé dans le domaine des énergies renouvelables, il existe encore de la marge pour aller de l'avant et passer à la vitesse supérieure (OCDE, 2022^[27]).

En Guadeloupe, les énergies renouvelables contribuent pour 23 % à la production d'électricité. En 2021, les principales sources d'énergie utilisées étaient la géothermie (115 GWh) et le solaire (104 GWh). La centrale géothermique de Bouillante, qui est en service depuis 1986, fournit 11 % de l'électricité de la région. Elle appartient depuis 2015 à un conglomérat dont le siège est aux États-Unis. Un plan d'extension, actuellement à l'étude, devrait permettre d'obtenir une production totale de 45 MW qui pourrait couvrir 20 % de la demande totale d'électricité de la région.

La zone orientale des Caraïbes se caractérise par des vents forts et réguliers (les alizés) qui, ajoutés au rayonnement solaire dû à l'emplacement de cette région sous les tropiques, sont des atouts particulièrement importants pour la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables. Entre 2010 et 2021, le nombre d'installations solaires photovoltaïques a été multiplié par six. Celles raccordées au réseau sont concentrées dans quatre municipalités de Guadeloupe : Baie-Mahault, Petit-Canal, le Moule et Saint-François. L'éolien est également une énergie qui prend de l'ampleur dans la région. En 2019, une centrale éolienne d'une puissance totale de 15 MW a été mise en service ; dotée d'une capacité de production de 33 GW, elle peut fournir de l'électricité à 17 000 personnes. Cette réalisation est le fruit d'un partenariat public-privé dont le financement est assuré à 30 % par la Caisse des dépôts et consignations, qui est la banque française de développement. La région abrite également une installation de cogénération disposant d'une puissance installée de 102 MW. Alimentée par un mélange de charbon et de bagasse (le résidu fibreux de la canne à sucre), elle fournit 20 % de l'électricité de l'ensemble de l'île. D'ici 2023, la troisième unité de production électrique devrait être transformée pour fonctionner uniquement avec de la biomasse, ce qui permettra de réduire les émissions de dioxyde de carbone de 87 % et d'amener le taux de pénétration des énergies renouvelables dans la région à 35 %.

La Martinique a également entrepris d'accélérer sa transition vers les énergies renouvelables. Entre 2016 et 2021, la part de ces énergies y a été quasiment multipliée par trois grâce à plusieurs nouveaux investissements. En 2018, le groupe Albioma a inauguré la première centrale d'une RUP à produire de l'électricité et de la vapeur à basse pression en utilisant uniquement de la biomasse. D'une puissance installée de 40 MW, elle peut en théorie assurer 19 % des besoins en électricité. Au fil du temps, le pourcentage de biomasse d'origine locale qui est utilisée par cette centrale devrait progressivement être amené à 40 %. Le groupe Albioma gère également plusieurs centrales photovoltaïques dans la région. En

2018, ces installations produisaient 17.6 GWh d'électricité en Martinique, soit presque un quart du total de la production d'origine photovoltaïque de la région. La Martinique prévoit en outre d'exploiter son potentiel éolien grâce à deux grands projets : la mise en place d'un parc éolien de 14 MW à Grand Rivière et la construction d'un parc éolien de 65 MW à Beauséjour, au nord de l'île, avec un système intégré de stockage de l'énergie par batterie (Interreg, 2019^[20]). Les progrès accomplis récemment en ce qui concerne la précision de calcul de ces systèmes (de 70 % à 90 %) signifient que le taux de décharge indiqué est plus fiable et que l'on peut garantir une offre énergétique sûre sans avoir à investir dans des solutions supplémentaires pour assurer l'alimentation électrique de base (Interreg, 2019^[20]).

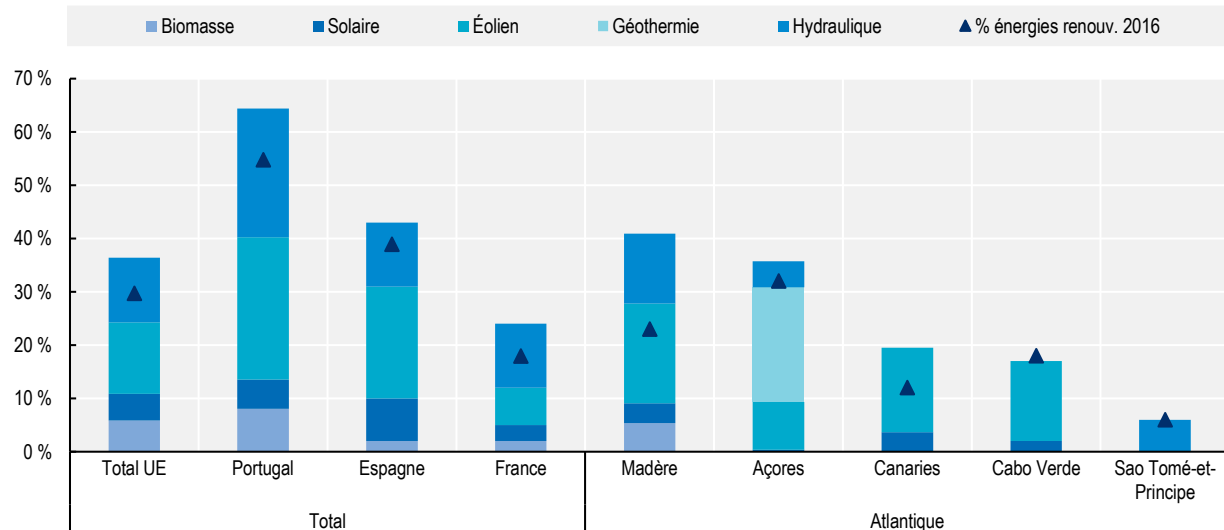
Avec plus de 50 % de la production d'électricité d'origine renouvelable, la Guyane française enregistre le taux de pénétration des énergies renouvelables le plus élevé de tous les départements français et de toutes les RUP de l'UE. Cette situation s'explique principalement par la grande quantité d'eau disponible provenant de la forêt amazonienne. Plus de 50 % de la capacité actuelle de production hydroélectrique du territoire (220 MW) est assurée par le barrage de Petit Saut qui alimente une centrale de 116 MW. La région a pour ambition d'accroître la pénétration des énergies renouvelables en exploitant son potentiel sous-utilisé en matière de biomasse. Son emplacement à proximité de l'équateur et sa vaste surface émergée de 83 846 km² (douze fois celle des îles Canaries), dont les sols très fertiles affichent une productivité primaire nette de 10.5 tC/ha/an² (contre une moyenne mondiale d'environ 3-4 tC/ha/an), en font un lieu idéal pour utiliser la bioénergie (IRENA, 2022^[28]). Le producteur français d'énergies renouvelables Voltalia SA, avec l'aide de Proparco, installe ainsi dans la région une centrale électrique à la biomasse de 5.1 MW.

À Saint-Martin, l'utilisation des énergies renouvelables reste limitée. Dans cette région, l'électricité est produite majoritairement à partir d'énergie thermique (diesel) et très peu à partir de panneaux photovoltaïques (d'une puissance totale de 1.8 MW). La particularité de Saint-Martin est que les réseaux électriques desservant les deux parties de l'île (Sint Maarten a le statut de territoire d'outre-mer du royaume des Pays-Bas) ne sont généralement pas interconnectés, une seule ligne permettant l'échange d'énergie en cas d'urgence. Le déploiement accru des énergies renouvelables dans cette région nécessiterait donc une coopération concrète et efficace avec Sint Maarten.

² La productivité primaire nette (PPN) est la quantité de carbone absorbée par un écosystème (augmentation de la biomasse) ; elle équivaut à la différence entre la quantité de carbone produite via la photosynthèse (PPB) et la quantité d'énergie utilisée pour la respiration (R). La PPN se mesure en tonnes de carbone produites par hectare et par an par un pays. Pour en savoir plus, voir (Ashton et al., 2012^[51]).

Graphique 6. Le déploiement des énergies renouvelables est plus rapide dans les RUP du bassin des Caraïbes qu'en France métropolitaine

Évolution du pourcentage d'électricité primaire produite par technologie, 2016-22



Note : Pour Saint-Vincent-et-les-Grenadines, la Jamaïque, Haïti, la Guyana et Saint-Kitts-et-Nevis, les données datent de 2020.

Source : Élaboré par l'auteur d'après les profils énergétiques IRENA (2023^[15]), <https://www.irena.org/Data/Energy-Profiles> ; Interreg (2019^[20]), RESOR Project Joint Regional Analysis ; OREC (2022^[21]), *Guadeloupe Energy Bulletin - S1-2022*, Observatoire de l'Énergie et du Climat.

Océan Indien

On trouve dans l'océan Indien deux RUP de l'UE – la Réunion et Mayotte – qui présentent des profils distincts en matière d'énergies renouvelables du fait de leurs différences de taille et de caractéristiques physiques. À l'instar d'autres petites îles comme les Seychelles et les Maldives, Mayotte s'appuie principalement sur l'énergie solaire, qui représentait en 2021 5 % de sa production totale d'électricité (Graphique 7).

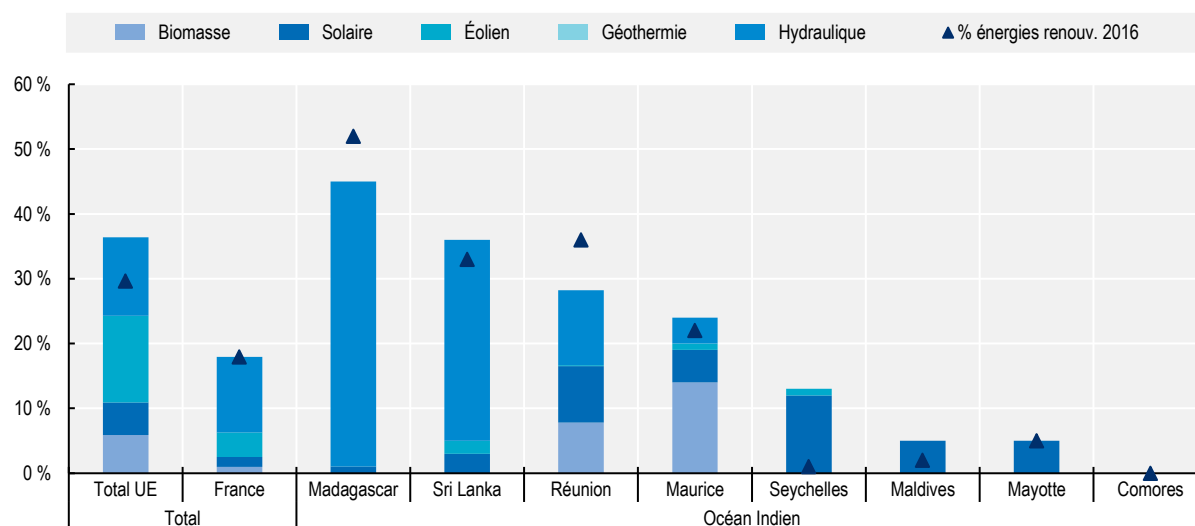
Sa petite taille l'empêche de tirer parti des autres sources d'énergie renouvelables amplement utilisées dans la région (comme l'énergie hydraulique et la biomasse) du fait de l'insuffisance des cours d'eau et des terres cultivées. La Réunion, où le taux de pénétration des énergies renouvelables était de presque 30 % en 2021 (ce qui représente un gain de 6 points de pourcentage par rapport à 2016), utilise à proportions égales l'énergie hydraulique, le solaire et la biomasse, à l'instar de l'île Maurice. D'autres îles et pays de grande taille de la région – comme Madagascar et le Sri Lanka – possédant une ample surface émergée et de vastes ressources en eau utilisent surtout l'énergie hydraulique pour produire de l'électricité, les autres technologies y ayant une pénétration limitée.

À la Réunion, les énergies renouvelables présentes dans le mix énergétique sont relativement variées. L'énergie hydraulique y occupe la première place, suivie par la biomasse (bagasse) et le solaire. On dénombre dans la région six centrales hydroélectriques, dont deux – Sainte-Rose et Takamaka – assurent 90 % des 133 MW d'électricité produits à l'aide de l'énergie hydraulique. La capacité de production à partir de l'énergie solaire est également en hausse depuis la création de la première grande centrale en 2006. Toutefois, comme dans d'autres RUP, l'exploitation de l'énergie solaire se heurte au problème de son caractère intermittent et à la nécessité de disposer d'une capacité de stockage. La résolution des problèmes de capacité est un volet essentiel de l'action du gouvernement régional, dont l'objectif est de parvenir en 2028 à une production d'électricité à 100 % d'origine renouvelable. La biomasse semble jouer

un rôle particulièrement important dans la transition de la Réunion. À titre d'exemple, l'opérateur Albioma y a converti deux de ses centrales hybrides au charbon et à la biomasse (40 %-60 %) en centrales fonctionnant exclusivement avec de la biomasse (Deutsche Welle, 2022^[29]). Lorsque l'espace est très réduit, les projets de conversion peuvent permettre d'éviter de gros investissements initiaux et d'empêcher le phénomène des « infrastructures échouées », qui entraîneraient ultérieurement des coûts de démolition. Ces questions sont d'autant plus importantes au vu de la difficulté à trouver des financements suffisants sur ces marchés isolés et de faible ampleur. Pour répondre aux besoins accrus de biomasse, Albioma envisage d'importer des granulés de biocombustibles des États-Unis, voire à l'avenir du Mozambique et d'Afrique du Sud, ce qui suscite des inquiétudes au regard de la durabilité (Deutsche Welle, 2022^[29]). Une piste prometteuse pour la Réunion pourrait être d'importer de la biomasse de l'île Maurice – qui possède une industrie bien en place avec plusieurs entreprises ayant de l'expérience dans la fabrication de granulés de biocombustibles –, ce qui réduirait les coûts de transport (Energy XPRT, 2023^[30]).

Graphique 7. L'énergie hydraulique et le solaire présentent un taux de pénétration élevé dans l'océan Indien

Évolution du pourcentage d'électricité primaire produite par technologie, 2016-22



Note : Toutes les données datent de 2020, sauf celles de Mayotte (2016) et de la Réunion (2022).

Source : Élaboré par l'auteur d'après les profils énergétiques IRENA (2023^[15]), <https://www.irena.org/Data/Energy-Profiles> ; Interreg (2019^[20]), RESOR Project Joint Regional Analysis ; OREC (2022^[21]), *Guadeloupe Energy Bulletin - S1-2022*, Observatoire de l'Énergie et du Climat.

À l'instar de Saint-Martin dans les Caraïbes, la seule énergie renouvelable utilisée à Mayotte est le solaire, qui ne représente que 5 % de la production totale d'électricité. Le potentiel de développement de l'énergie photovoltaïque y est plus important que celui de l'éolien compte tenu de l'exposition limitée de l'île à des vents forts et réguliers. Pour autant, la faible surface disponible et le mauvais raccordement au réseau constituent les principaux obstacles à une extension à grande échelle de l'énergie solaire. Tous ces facteurs se traduisent par des prix de l'électricité très élevés, presque quatre fois supérieurs à ceux appliqués en France métropolitaine. En revanche, Mayotte présente un important potentiel sous-utilisé en matière d'énergie géothermique. En 2019, après plusieurs années d'exploration, une étude géologique a été lancée par la France (le BRGM), comprenant une campagne de relevés géophysiques et une analyse de la fracturation des roches en vue d'établir la faisabilité d'une centrale géothermique sur l'île de Petite Terre ; les résultats ne sont cependant pas encore connus (BRGM, 2021^[31]).

4 Les RUP de l'UE peuvent utiliser les politiques ciblées mises en place par l'Union européenne pour promouvoir les énergies renouvelables

Le pacte vert pour l'Europe est le cadre de référence pour encourager l'utilisation des énergies renouvelables dans les RUP de l'UE. Un tiers des 1 800 milliards EUR d'investissements dans l'instrument de relance NextGenerationEU sera consacré à la réduction des émissions d'au moins 55 % d'ici 2030, par rapport aux niveaux de 1990. En 2019, le pacte vert pour l'Europe formalisait l'engagement de créer de nouvelles possibilités d'investissement et d'innovation, ainsi que de lutter contre la précarité énergétique, de créer des emplois et de réduire la dépendance énergétique vis-à-vis de l'extérieur (Commission européenne, 2022^[32]). En 2022, la Commission européenne a présenté le plan REPowerEU, qui vise à accélérer la diversification de l'approvisionnement de l'UE en énergie ainsi que l'utilisation d'énergies propres dans le nouveau contexte géopolitique. D'autres initiatives et textes législatifs allant dans le même sens ont été adoptés par l'UE, à savoir : la directive sur les énergies renouvelables (2022), la directive relative à l'efficacité énergétique révisée en 2018, la stratégie pour l'énergie solaire (2022) et l'initiative NESOI (*New Energy Solutions Optimized for Islands* - Nouvelles solutions énergétiques optimisées pour les îles). Cette dernière a apporté un soutien au parc industriel d'Arinaga sur l'île de la Grande Canarie. La Palma a également été choisie comme l'une des six îles pilotes de l'initiative « Clean Energy for EU Islands » (Des énergies propres pour les îles de l'UE).

Le pacte vert pour l'Europe est utilisé comme référence par les pays pour établir leurs stratégies nationales. Ainsi, les plans nationaux énergie-climat (PNEC) sont établis pour atteindre les nouveaux objectifs énergétiques et climatiques fixés par l'Europe pour 2030 ; des instruments comme la Facilité pour la reprise et la résilience sont utilisés dans le cadre des plans nationaux pour la reprise et la résilience ; les fonds de la politique de cohésion de l'UE sont affectés à des programmes régionaux. À titre d'exemple, l'UE prévoit que pour la période de programmation 2021-27, 30 % du Fonds européen de développement régional (FEDER) et 37 % du Fonds de cohésion devront être consacrés à la réalisation des objectifs climatiques (European Committee of the Regions, 2022^[33]).

Plusieurs RUP de l'UE se sont fixé des objectifs plus ambitieux que le pacte vert pour l'Europe (Tableau 2). Madère et les Açores se sont alignés sur les objectifs du Portugal, qui vont au-delà de ceux du pacte vert, à savoir l'intégration d'une plus grande part d'énergies renouvelables dans la production d'électricité et l'ajout d'objectifs supplémentaires en ce qui concerne l'efficacité énergétique et la pénétration des énergies renouvelables dans les transports. Madère a ajouté à cela un autre but, celui de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 85 % d'ici 2050 (par rapport aux niveaux de 2005), et a pris l'engagement de consacrer 30 % du budget de la région à l'action climatique (Interreg, 2021^[34]). L'Espagne a elle aussi des

objectifs plus ambitieux que le pacte vert pour l'Europe, que les îles Canaries poussent encore plus loin en ambitionnant d'obtenir 62 % d'énergies renouvelables dans leur production énergétique totale et 29 % dans leurs usages énergétiques via la pénétration dans les transports et le chauffage (grâce à des appareils fonctionnant à l'énergie solaire) (Interreg, 2021^[35]). La Martinique souhaite également aller plus loin que le pacte vert pour l'Europe en se fixant un objectif de 50 % d'énergies renouvelables dans le mix électrique. C'est toutefois la Réunion qui a le plus d'ambition puisqu'elle vise la décarbonation totale d'ici 2028.

Tableau 2. Les stratégies régionales des RUP et le pacte vert pour l'Europe

| | RUP | Réduction des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2030 par rapport aux niveaux de 1990 | Pénétration des énergies renouvelables dans le mix électrique d'ici 2030 | Augmentation de l'efficacité énergétique d'ici 2030 (par rapport au scénario de base) | Réduction de l'interconnexion électrique d'ici 2030 | % de transports avec zéro émission d'ici 2030 | Pénétration des énergies renouvelables dans les usages énergétiques d'ici 2030 | Date fixée pour la neutralité carbone |
|--------------------------|---------------------------|--|--|---|---|---|--|---------------------------------------|
| Pacte vert pour l'Europe | | 55 % | 32 % | | 32 % | | | 2050 |
| RUP de l' UE | Guadeloupe | 55 % | 32 % | S.O. | 32 % | S.O. | S.O. | 2050 |
| | | | | S.O. | | S.O. | | |
| | Saint-Martin | | | S.O. | | S.O. | | |
| | Guyane française | | | S.O. | | S.O. | | |
| | Mayotte | | | S.O. | | S.O. | | |
| | Martinique | | 50 % | S.O. | S.O. | S.O. | | |
| | Réunion | 55 % | 100 % | 20 % | Réduction des combustibles fossiles dans les transports de 10 % | 100 % (d'ici 2028) | 2028 | |
| | Madère | 55 % (85 % d'ici 2050, par rapport aux niveaux de 2005) | 47 % | 35 % | 20 % | - | 2050 | |
| | Açores | 55 % | 47 % | 35 % | 20 % | - | 2050 | |
| Canaries | 37 % (par rapport à 2010) | 62 % | 27 % | 16 % (seulement pour les véhicules routiers) | 29 % | 2040 | | |

Source : Élaboré par l'auteur d'après l'analyse régionale conjointe et les plans d'action correspondants (Interreg, 2019^[20]) et (Consejería de Transición Ecológica, Lucha contra el Cambio Climático y Planificación Territorial, 2022^[18]).

L'approche stratégique est la même dans l'ensemble des RUP de l'UE. La plupart des mesures d'incitation visent à soutenir l'utilisation d'énergies renouvelables et à encourager la diversification de l'offre basée sur ces énergies, ainsi qu'à accroître l'efficacité énergétique et à garantir un accès abordable à l'énergie pour tous. Sept des neuf RUP de l'UE cherchent en priorité à améliorer l'affectation des fonds publics, signe de la difficulté à accéder à des financements de l'UE et à les utiliser. Du fait de leurs connaissances et de leurs ressources humaines limitées, plusieurs de ces RUP s'efforcent de concevoir et de mettre en œuvre des projets efficaces sur plusieurs années (Interreg, 2019^[20]). La Guadeloupe et la Martinique mettent également l'accent sur le développement de l'infrastructure en lien avec la modernisation du réseau électrique, ainsi que sur la mise en place d'une infrastructure résiliente aux catastrophes naturelles, du fait de la multiplication de ces phénomènes dans la région des Caraïbes. Si la Guyane française, Mayotte et Saint Martin se sont fixé peu d'objectifs relatifs à l'amélioration de la compétitivité des entreprises – comme l'innovation, les mesures visant à attirer les investissements et le développement d'une main-d'œuvre qualifiée –, c'est davantage le cas dans les RUP de l'Atlantique et à la Réunion (Tableau 3).

Tableau 3. Les objectifs stratégiques des RUP de l'UE ayant un lien avec les énergies renouvelables

| Domaine | Objectifs | Océan Atlantique | | | Caraïbes | | | | Océan Indien | |
|----------------------------------|--|------------------|--------|----------|------------|------------|------------------|--------------|--------------|---------|
| | | Madère | Açores | Canaries | Martinique | Guadeloupe | Guyane française | Saint-Martin | Mayotte | Réunion |
| Offre et efficacité énergétiques | Diversification du système énergétique avec des énergies renouvelables | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | ✓ |
| | Électrification du système énergétique | | ✓ | ✓ | | ✓ | | | | ✓ |
| | Augmentation de l'utilisation des énergies renouvelables | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ménages et demande | Amélioration de l'efficacité énergétique | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ |
| | Réduction du nombre de personnes en situation de précarité énergétique | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | Amélioration de la connaissance des énergies renouvelables | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |
| Compétitivité des entreprises | Promotion de l'innovation et des nouvelles industries | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | Développement de la main-d'œuvre qualifiée | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | Recherche d'investissements privés | | ✓ | ✓ | | | | | | ✓ |

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Développement de l'infrastructure | Amélioration de l'interconnexion entre les réseaux | | | ✓ | | ✓ | ✓ | | | ✓ |
| | Augmentation du stockage de l'énergie | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | ✓ |
| | Résilience aux catastrophes naturelles | | | | ✓ | ✓ | | | | |
| Gouvernance | Amélioration de l'affectation des fonds publics dont les financements de l'UE | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | Simplification des processus d'approbation des projets | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| | Gestion de la demande | ✓ | | | ✓ | | | | | ✓ |

Source : Élaboré par l'auteur d'après l'analyse régionale conjointe du projet RESOR et les comptes rendus des plans d'action (Interreg, 2019^[20]), la stratégie régionale des îles Canaries en matière d'énergie (Consejería de Transición Ecológica, Lucha contra el Cambio Climático y Planificación Territorial, 2022^[18]) et la programmation pluriannuelle de l'énergie par la France au niveau régional.

5 Libérer tout le potentiel des énergies renouvelables pour favoriser le déploiement de projets internationaux dans les RUP de l'UE

Les RUP de l'UE ont la capacité d'accélérer le déploiement des énergies renouvelables tout en œuvrant pour l'électrification du système énergétique. Tandis que les institutions et les États membres de l'UE étudient la possibilité de fixer de nouveaux objectifs de réduction des émissions de CO₂ d'ici 2035 pour les voitures et les véhicules utilitaires, il est possible que les RUP fassent de l'électrification de leur système énergétique une priorité. Ces régions peuvent devenir des pôles de production d'électricité à partir d'énergies renouvelables hors réseau, mais il faudra pour cela changer de stratégie en mettant fin aux subventions aux énergies fossiles et en éliminant les distorsions du marché. Les actions publiques et les instruments devront être conçus au sein de l'UE et des pays, et il incombera aux autorités locales de réfléchir à l'arbitrage entre, d'une part, les subventions aux combustibles et la précarité énergétique et, d'autre part, la possibilité d'accélérer le déploiement de nouvelles énergies renouvelables en fonction de leur potentiel (Tableau 4). Ces analyses préalables à la transition devraient également prendre en compte les coûts non monétaires comme les aspects environnementaux, sanitaires et sociaux, sans négliger pour autant la lutte contre la précarité énergétique des populations les plus vulnérables.

Tableau 4. Les sources d'énergie représentant un potentiel important pour les RUP de l'UE

| Région | RUP | Solaire | Éolien | Hydraulique | Géothermie | Biomasse | Marine |
|------------------|------------------|---------|--------|-------------|------------|----------|--------------------|
| Océan Atlantique | Madère | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ - Houlomotrice |
| | Açores | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ - Houlomotrice |
| | Canaries | ✓ | ✓ | | | | |
| Caraïbes | Martinique | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ - Conversion ETM |
| | Guadeloupe | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ - Conversion ETM |
| | Saint-Martin | ✓ | ✓ | | | | ✓ - Conversion ETM |
| | Guyane française | ✓ | | ✓ | | ✓ | |
| Océan Indien | Réunion | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ - Conversion ETM |
| | Mayotte | ✓ | | | ✓ | | ✓ - Conversion ETM |

Source : Élaboré par l'auteur.

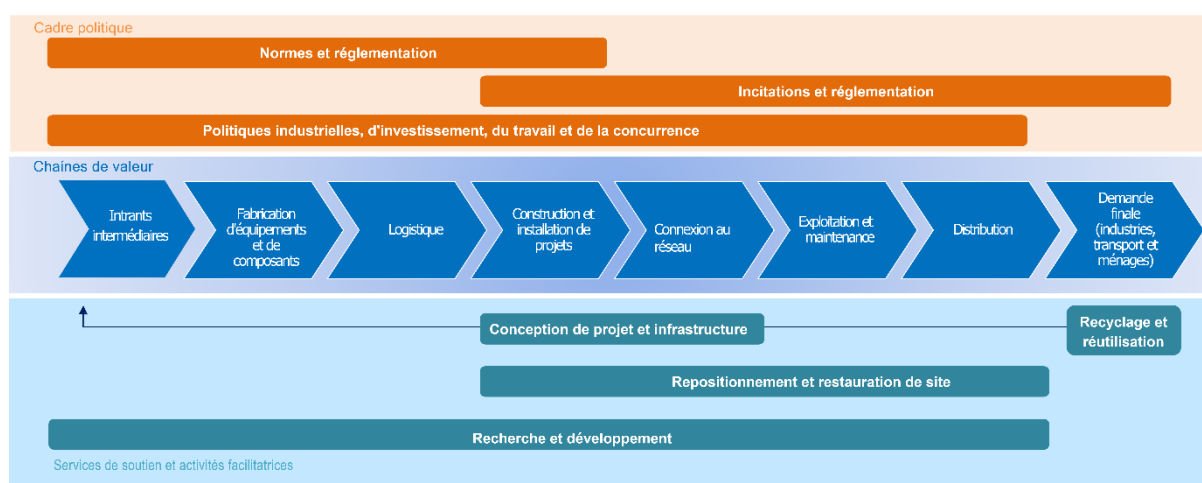
Outre les bienfaits qu'elles procurent sur le plan écologique et environnemental, les énergies renouvelables peuvent ouvrir de nouveaux débouchés commerciaux et stimuler l'innovation dans les RUP de l'UE. Elles peuvent permettre à ces régions de trouver des façons de préserver leurs écosystèmes

naturels uniques tout en mettant en place des mécanismes pour favoriser le développement de la chaîne de valeur, attirer l'investissement, encourager l'innovation et créer de nouveaux emplois. Les énergies renouvelables offrent des possibilités de transformation et de synergie dans des secteurs traditionnels comme l'agroalimentaire et les transports, ainsi que dans des secteurs émergents comme l'économie circulaire, qui peuvent être le point de départ d'un modèle de développement durable et inclusif sur le long terme.

Les chaînes d'approvisionnement des énergies renouvelables comprennent un ensemble d'activités complexes. Quelle que soit la technologie concernée, ces activités – situées en amont et en aval – nécessitent un cadre d'action adapté, un financement, des services d'appui ainsi que des capacités technologiques et industrielles particulières (Graphique 8). Depuis l'accès aux matières premières pour fabriquer des composants (comme les semi-conducteurs, les cellules photovoltaïques et les onduleurs), aux pales et aux mâts des éoliennes jusqu'à la mise en place de l'infrastructure – y compris l'installation et le raccordement au réseau –, l'énergie solaire nécessite un ensemble de connaissances et de compétences spécifiques qui dépendent du contexte et ne s'acquièrent pas du jour au lendemain. Les activités de fabrication ont généralement lieu dans les pays où des économies d'échelle sont possibles, par exemple en Chine, aux États-Unis, en Inde et dans les membres de l'UE. Dans les régions de petite taille comme les RUP de l'UE, qui ne permettent pas la réalisation d'économies d'échelle, il existe la possibilité – inexploitée – de tirer parti de leurs richesses naturelles uniques et de bénéficier de services d'appui et de travaux plus soignés. Cela inclut des activités de recherche scientifique et d'innovation adaptées à des contextes climatiques ou environnementaux particuliers, mais aussi des tâches situées en aval impliquant un réel processus circulaire et la réutilisation des ressources naturelles.

Les RUP de l'UE sont tout à fait appropriées pour servir de laboratoires d'expérimentation pour l'utilisation et la combinaison d'installations de production fonctionnant à l'aide d'énergies renouvelables diverses, ainsi que pour le développement de nouvelles technologies : la disponibilité des ressources biologiques de l'Amazonie en Guyane française, le rayonnement solaire intensif et constant dans les îles Canaries, les vents des Caraïbes, les ressources géothermiques dans les Açores et les ressources marines dans la quasi-totalité de ces régions. Les RUP peuvent également offrir à la communauté scientifique de l'UE et du monde la possibilité de tester des technologies d'avant-garde. Ces opportunités peuvent du même coup favoriser le développement des capacités locales, lui-même susceptible de créer un cercle vertueux d'accumulation de connaissances et de croissance économique qui laissera de solides traces durables.

Graphique 8. Chaînes d'approvisionnement des énergies renouvelables



Source : Élaboré par l'auteur.

Les RUP de l'UE essaient de tirer parti du potentiel d'innovation associé aux énergies renouvelables. Ainsi, depuis 1990, les Canaries abritent l'Institut technologique et des énergies renouvelables (ITER). Implanté sur l'île de Tenerife, l'ITER a conduit de nombreux projets internationaux s'accompagnant d'un transfert de technologies et d'une coopération pour le développement entre l'Europe, l'Amérique et l'Afrique. La Réunion a elle aussi été le théâtre d'initiatives de recherche et d'innovation liées aux énergies renouvelables. Le pôle d'activité Temergie réunit une cinquantaine de parties prenantes des secteurs public et privé travaillant sur les énergies renouvelables, l'efficacité énergétique, les réseaux intelligents, le stockage de l'énergie et la mobilité intelligente (Interreg, 2021^[30]). L'Université de la Réunion abrite en outre le laboratoire ENERGY dont les travaux de recherche se concentrent sur l'optimisation des systèmes énergétiques solaires et intermittents. Cela dit, les ressources humaines et financières affectées à la R-D et l'innovation demeurent limitées compte tenu de la faible ampleur et de la non-extensibilité des débouchés commerciaux. Pour citer un exemple, les dépenses de R-D des RUP françaises représentaient en 2015 0.4 % du PIB, contre 2.3 % pour la moyenne nationale. De même, dans les RUP en question, moins de 1 entreprise sur 10 mène des travaux de R-D, alors qu'elles sont 6 sur 10 en France métropolitaine (IEDOM, 2020^[36]). Les Canaries, les Açores et Madère enregistrent des niveaux d'investissement similaires à ceux des économies émergentes d'Amérique latine.

Des orientations générales devront être définies pour permettre aux RUP de l'UE d'étudier et d'exploiter le potentiel que recèlent leurs écosystèmes en matière d'énergies renouvelables. Trois priorités d'action se dégagent.

Innover : expérimenter et développer les nouvelles technologies et les solutions existantes

Les RUP de l'UE peuvent développer des solutions innovantes concernant l'ensemble des énergies renouvelables. La diversité de leurs conditions climatiques, de leur structure géologique et de leurs ressources marines sont les meilleurs atouts que ces régions peuvent exploiter de manière durable. Outre l'utilisation des technologies disponibles qui sont déjà en place (comme le solaire, l'éolien et la géothermie), les RUP peuvent transformer leurs systèmes énergétiques en passant des combustibles fossiles aux énergies renouvelables, et contribuer au développement de technologies renouvelables encore balbutiantes en y intégrant les technologies existantes, comme par exemple :

- **La conversion de l'énergie thermique des mers (ETM).** Cette technologie utilise les différences de température entre les eaux superficielles et les eaux profondes des mers. L'eau chaude située en surface est pompée et traverse un évaporateur qui contient un fluide de travail. L'eau transformée en vapeur est injectée dans une turbine puis repasse à l'état liquide au contact de l'eau froide provenant des profondeurs. Fonctionnant généralement avec des différences de température d'au moins 20 °C, la conversion ETM peut avoir lieu sur terre ou en mer et être une source de production d'électricité régulière. Sa viabilité économique pose cependant problème. Non seulement cette technologie implique des coûts initiaux élevés (entre 16 400 et 33 000 USD par kilowatt du fait des difficultés de construction au large des côtes et de la nouveauté du procédé), mais le coût moyen actualisé de l'électricité ainsi produite est de huit à dix fois supérieur à celui d'une énergie renouvelable plus conventionnelle comme le solaire photovoltaïque. Son principal avantage est cependant que cette technologie peut être installée à la fois en mer et sur terre, et nécessite donc moins d'espace. Cela représente un aspect très important pour les RUP de l'UE, dont la surface émergée est peu étendue et où les sources d'énergie renouvelables sont irrégulières, voire totalement inexistantes sur certains segments reculés du réseau. Cette technologie est également idéale pour les territoires subtropicaux – dont un grand nombre de RUP de l'UE font partie – et peut être combinée avec d'autres techniques comme la climatisation de l'air et la production d'eau douce (IRENA, 2014^[37]). Des projets d'expérimentation de la conversion ETM ont été lancés en Martinique et à la Réunion. Dans la première, une centrale électrique de

16 MW devait entrer en service en 2018 mais le projet a été interrompu à cause de difficultés techniques et d'un manque de financement ; dans la seconde, en revanche, le projet suit son cours (Interreg, 2019^[20]). À mesure que la technologie devient plus mature, plusieurs pays comme la Chine, la Corée et le Royaume-Uni prévoient de mettre sur pied de nouveaux projets, en particulier dans les Caraïbes ainsi que dans les océans Indien et Pacifique.

- **Les énergies marémotrice et houlomotrice.** Le mouvement de l'océan et de la mer peut être capturé et utilisé pour créer de l'énergie. La quantité d'énergie ainsi produite dépend de la vitesse, la hauteur et la fréquence des vagues, mais aussi de la densité de l'eau. Trois technologies différentes, conçues pour des environnements distincts, permettent en fait d'exploiter l'énergie houlomotrice. Les colonnes d'eau oscillantes représentent la plus simple, mais aussi la moins performante, d'entre elles ; la plus puissante est la conversion des masses oscillantes, qui n'est généralement utilisée que dans les eaux profondes (plus de 40 mètres) ; enfin, le dispositif de déversement, qui se compose d'un réservoir qui flotte sur l'eau ou est fixé au fond de l'eau, repose sur un concept simple mais est une installation de grande taille. Le Royaume-Uni, l'Italie, l'Espagne et le Portugal mettent en place plusieurs projets pilotes, y compris dans les RUP. En 2022, la compagnie norvégienne Ocean Oasis a signé un accord avec le consortium Plateforme océanique des Canaries (PLOCAN) (Encadré 1) pour tester son usine de dessalement de la Grande Canarie fonctionnant à l'énergie houlomotrice, grâce à une enveloppe de 2.5 millions EUR du Conseil européen de l'innovation (CEI). Parallèlement, la centrale de Pico, dans les Açores – qui, fonctionnant à l'énergie houlomotrice, avait été construite à titre expérimental dans les années 1990 avec le soutien du quatrième programme-cadre de l'UE (Commission européenne, 1996^[38]) – a été mise hors service en 2018 suite à une dégradation d'une partie de son infrastructure entraînant des coûts de réparation élevés. Le redémarrage de ces activités et le lancement d'autres projets similaires pourraient représenter des perspectives importantes pour les RUP.
- **Les énergies renouvelables en mer.** Les vastes surfaces maritimes et océaniques des RUP peuvent offrir des possibilités d'expérimenter et d'étendre les technologies renouvelables en mer, dont l'éolien et le solaire. Les îles Canaries et la Réunion sont déjà en train de lancer de nouveaux projets dans le domaine. En 2022, un prototype d'éolienne flottante – mis au point par X1 Winds, une jeune pousse basée à Barcelone – a été installé sur le site d'expérimentation du PLOCAN dans les Canaries. Le projet, qui a bénéficié d'un financement de l'initiative Horizon 2020, est mené à bien avec l'aide de plusieurs partenaires dont l'Université technique du Danemark, où a été installée en 1978 la première éolienne multimégawatt. La Réunion prévoit, dans le cadre de la programmation pluriannuelle de l'énergie, de construire à une distance de 5 à 10 km des côtes une éolienne d'une puissance installée de 200 MW (Horizon Réunion, 2019^[39]).
- **Intégration des solutions existantes.** Le solaire et l'éolien sont des énergies complémentaires dans le bassin des Caraïbes : les vents se renforcent le soir et la nuit, au moment où l'ensoleillement produit le moins, alors que le solaire est très productif à la mi-journée, lorsque les vents sont les plus faibles (GEA, 2016^[40]). De même, l'exploitation du potentiel de la région en matière de biomasse pourrait favoriser une plus grande autonomie énergétique et conduire à une économie circulaire vertueuse. La Guadeloupe enregistre par exemple une production primaire nette de 8.5 tC/ha/an, soit plus du double de la moyenne mondiale (environ 3-4 tC/ha/an) (Interreg, 2021^[41]). La biomasse présente en outre l'avantage de pouvoir être utilisée en grande partie avec la même infrastructure que les combustibles fossiles, comme l'a démontré le récent projet d'Albioma de transformer des centrales au charbon ou hybrides (charbon-biocombustibles) en centrales fonctionnant uniquement aux biocombustibles en Guadeloupe et en Martinique, pour une production non négligeable de respectivement 34 MW et 40 MW (Interreg, 2019^[20]). La Guyane française cherche elle aussi à tirer parti de sa biomasse. L'usine biomasse du village de Cacao (Roura) a été conçue et construite par la société française Voltalia, avec le soutien de l'Agence française de développement (AFD). D'une puissance de 5 MW, elle est actuellement en phase

d'expérimentation. Une fois qu'elle sera en service, elle permettra une réduction des émissions de 28 500 tonnes d'équivalent CO₂ par an (AFD, 2022^[42]).

Encadré 1. Plateforme océanique des Canaries (PLOCAN)

La Plateforme océanique des Canaries (PLOCAN) est une infrastructure scientifique et technologique établie sur l'île de la Grande Canarie, qui a pour mission d'accélérer le développement des technologies scientifiques et des capacités associées à l'utilisation durable de l'océan. Ce consortium a été financé conjointement par le Fonds européen de développement régional (FEDER) entre 2007-2013, et par des contributions – à hauteur de 50 % – du gouvernement des îles Canaries et du gouvernement national espagnol (ministère des Sciences, de l'Innovation et des Universités).

La PLOCAN comporte à la fois des infrastructures terrestres et en mer qui sont utilisées pour promouvoir la recherche pluridisciplinaire. Le site d'expérimentation marine, situé à 3 milles nautiques des côtes, a en particulier pour mission d'étudier le comportement et l'efficacité de différents types de dispositifs et de technologies, y compris les énergies renouvelables. Il est doté d'une infrastructure électrique et de communication – à savoir deux câbles sous-marins d'une puissance moyenne (5 MW chacun) – qui permet de relier les technologies utilisant des ressources naturelles pour produire de l'électricité, laquelle peut être injectée dans le réseau de transport d'électricité de l'île.

Source : (PLOCAN, 2022^[43]), « The circularity of the blue economy in Macaronesia. Successful projects and opportunities for economic diversification in the EU ORs », 28 avril 2022, [ENG Agenda Forward-LaPalma-3.pdf \(consulta-europa.com\)](#).

Collaborer : mettre en commun les compétences et renforcer les partenariats internationaux

Il convient, pour exploiter pleinement le potentiel que recèlent les RUP de l'UE dans le domaine des énergies renouvelables, d'étendre et de renforcer les partenariats internationaux. De cette manière, ces régions peuvent tirer parti de leurs emplacements stratégiques au sein de trois zones géographiques distinctes, ainsi que des cadres de coopération auxquels elles ont accès grâce à leur appartenance au marché unique de l'UE. Les partenariats qui pourraient être renforcés et davantage mis à profit sont les suivants :

- **Entre les RUP de l'UE et en leur sein.** Au-delà de l'UE et de l'Europe, d'autres formes de coopération sont déjà en place entre les RUP de l'UE au travers de programmes dédiés ou génériques. Cela inclut des programmes et des groupes de travail ad hoc relevant d'Interreg ou d'Horizon, comme FORWARD ou RESOR. FORWARD a été financé par l'initiative Horizon 2020 dans le but d'améliorer le potentiel de recherche et d'innovation des RUP de l'UE ainsi que d'encourager leur participation à des groupes de recherche internationaux financés par l'UE. Les Canaries, les Açores et la Réunion ont participé à ce programme dans le groupe thématique du changement climatique et de la transition énergétique. RESOR, financé dans le cadre d'Interreg, vise à promouvoir les bonnes pratiques axées sur l'efficacité énergétique et l'utilisation des énergies renouvelables dans les entreprises. Le processus de partage des connaissances a eu lieu en 2018-20 et la phase de mise en œuvre est en cours. Des régions insulaires de l'UE autres que des RUP participent également au programme RESOR, comme Épire (Grèce). Une réussite tangible de ce projet est qu'il a contribué à la conception d'une centrale biomasse en Martinique, en s'appuyant sur son expérience préalable à Madère. La Martinique a également, ainsi que les Açores, adopté des solutions inspirées de l'expérience de la Réunion pour améliorer la production

et l'efficacité énergétiques (Interreg, 2021^[41]). Il serait judicieux, à l'avenir, de consolider ces échanges et de les étendre à d'autres RUP de l'UE comme la Guyane française, Mayotte et Saint-Martin, qui connaissent des problèmes similaires.

- **Avec d'autres partenaires de l'UE.** L'attention qu'accordent de plus en plus les États membres de l'UE au développement énergétique durable et les dispositions prises dans le cadre du pacte vert pour l'Europe sont très utiles pour accroître la coopération. On citera par exemple l'Alliance européenne de la recherche dans le domaine de l'énergie (EERA), qui est la plus grande communauté de recherche sur l'énergie en Europe. Cette association à but non lucratif, qui repose sur le volontariat, compte parmi ses membres 250 universités et centres de recherche publics répartis dans 30 pays. À ce jour, seule la Plateforme océanique des Canaries (PLOCAN) est un membre participant. Plusieurs options sont possibles pour participer régulièrement à l'EERA et/ou à ses projets, par exemple directement ou par l'intermédiaire d'un membre national comme le Commissariat français à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), le Conseil supérieur espagnol de la recherche scientifique (CSIC) ou le Laboratoire national portugais de l'énergie et de la géologie (LNEG). L'EERA compte 18 programmes conjoints portant sur l'énergie solaire, la géothermie et l'énergie marine, mais aussi les piles à combustible et l'hydrogène. Les autres possibilités de collaboration sont des partenariats technologiques et spécifiques comme le projet Green Hysland, qui regroupe des partenaires publics et privés dans le but de déployer de l'hydrogène vert dans les territoires insulaires. Des expériences pilotes sont menées dans plusieurs îles de l'UE et au-delà. La première, lancée à Majorque (Espagne) en 2021, consiste en un électrolyseur produisant de l'hydrogène vert à partir de l'électricité générée par une centrale photovoltaïque pour une cimenterie. Cette expérience sera reproduite sur d'autres îles comme celles d'Aran (Irlande) et d'Ameland (Pays-Bas), mais aussi à Madère, aux Canaries et à Chiloé (Chili).
- **Avec des voisins ayant une proximité historique et géographique.** Les RUP de l'UE ont déjà établi des sortes de partenariats transnationaux et intrarégionaux dans des activités et des domaines de travail liés à l'énergie, comme par exemple les programmes Interreg Caraïbes, Amazonie, MAC (Madères, Açores et Canaries) et océan Indien. Si le programme Interreg MAC a fixé des lignes claires en ce qui concerne les dépenses et la conduite des projets relatifs aux énergies renouvelables pour 2014-20 et 2021-27, ce n'est pas le cas pour les autres programmes précités. Il serait important à l'avenir de mutualiser les compétences ainsi que de créer des mécanismes concrets de transfert de connaissances et de données scientifiques, non seulement entre les pays des Caraïbes et de l'océan Indien, mais aussi d'Afrique. Cela pourrait par exemple prendre la forme de la participation au projet LEAP-RE (Partenariat UE-UA à long terme en matière de recherche et d'innovation sur les énergies renouvelables) qui, doté d'un budget de 15 millions EUR financé par Horizon Europe, vise à promouvoir la transition vers les énergies renouvelables en Afrique avec l'aide de l'UE (LEAP-RE, 2023^[44]). Une autre option possible pour accroître l'adoption des énergies renouvelables serait de mettre en place des réseaux régionaux en établissant des interconnexions. L'idée est particulièrement judicieuse dans l'est des Caraïbes, où la Martinique, la Guadeloupe et Saint-Martin pourraient être d'importants partenaires de l'Organisation des États de la Caraïbe orientale (OECS) dans le cadre de leur transition énergétique si des réformes substantielles étaient engagées (Encadré 3).

Les RUP de l'UE tirent également parti des partenariats bilatéraux existants dans le domaine commercial, technologique et de la coopération. C'est le cas par exemple de la coopération technique et commerciale entre l'Islande et les Açores pour ce qui est de la géothermie (Encadré 2), ou de l'accord signé en 2022 par l'Institut technologique des îles Canaries (ITC) pour installer deux centrales solaires dans un village du Sénégal avec le soutien d'Interreg MAC. Dans cet exemple, un microréseau de 50 kW sera installé, qui desservira 500 ménages. Ces types de projets augmentent la possibilité de générer des retombées positives comme le développement d'une réserve de main-d'œuvre qualifiée et la création de débouchés commerciaux, à la fois pour des investissements entrants et sortants. Dans d'autres contextes, le

déploiement des énergies renouvelables au niveau intrarégional est associé à la mise en place d'une infrastructure pour accroître la taille du marché. C'est le cas en ce qui concerne le projet d'installation d'un câble sous-marin entre la Dominique, la Guadeloupe et la Martinique, qui permettra de regrouper les réseaux électriques de ces îles et ainsi d'accroître la demande jusqu'à ce qu'elle atteigne un niveau tel qu'il deviendra plus rentable de développer l'énergie géothermique (OCDE, 2022^[27]). Cross Une intégration transrégionale et transnationale pourrait également s'avérer intéressante pour la Guyane française, par exemple avec son pays voisin qu'est la Guyana, dont le potentiel hydroélectrique a été estimé à environ 7 200-7 600 MW, avec également un important potentiel en matière de biomasse. Cette dernière pourrait provenir des déchets de canne à sucre (ou bagasse) ainsi que des 18 millions d'hectares de peuplement forestier, qui peuvent être exploités de façon durable pour produire du biocarburant (GEA, 2016^[40]).

Encadré 2. Partenariat technique et commercial entre l'Islande et les Açores dans le domaine de la géothermie

Toutes deux situées sur la dorsale médio-atlantique, l'Islande et les Açores ont conclu un partenariat stratégique pour le développement de la géothermie. En Islande, l'agence nationale de l'énergie et le secteur privé mettent en commun leur savoir-faire en matière de géothermie, qui remonte à la fin des années 1960. Le partenariat précité prend par exemple la forme suivante :

- **Aides financières et transfert de connaissances.** En 2016, la compagnie de distribution d'électricité des Açores et l'agence nationale de l'énergie islandaise ont mis en place, avec des subventions de l'Espace économique européen (EEE), une centrale pilote géothermique sur le site de Pico Alto, sur l'île Terceira. Cette installation assure actuellement plus de 10 % de la production totale d'énergie de l'île. Des aides financières ont également permis de former des spécialistes de la géothermie au Portugal et d'établir des relations bilatérales entre ce pays et l'Islande. Deux spécialistes installés dans les Açores ont eu la possibilité d'accroître leurs compétences scientifiques et technologiques en participant à un programme de formation de troisième cycle sur la géothermie, d'une durée de six mois, à l'Université des Nations Unies (UNU-GTP) en Islande, qui propose de nombreuses formations de courte durée pour les adultes et les étudiants.
- **Appels d'offres.** En 2020, la compagnie de forage islandaise a obtenu un contrat de forage de neuf puits dans le but d'accroître la capacité de production géothermique sur les îles de Sao Miguel et Terceira. La profondeur des puits se situerait entre 1 000 et 2 300 mètres. Le contrat se chiffre à quelque 18.6 millions EUR.

Encadré 3. Vers une intégration régionale de la Caraïbe orientale en matière d'énergie

Les énergies renouvelables deviennent rentables dans la région de la Caraïbe orientale. Pour ce qui est de l'éolien, du solaire photovoltaïque et de la géothermie, les coûts cumulés de fonctionnement, de maintenance et d'équipement sont plus faibles que les coûts de fonctionnement, de maintenance et de combustible des générateurs alimentés avec des énergies non renouvelables. Toutefois, malgré le potentiel important de la région en la matière, le déploiement des énergies renouvelables y reste limité. La majorité des pays de la Caraïbe orientale continuent d'importer des produits énergétiques, qui représentent en moyenne 93 % de la production d'électricité, soit autant que dans les RUP de l'UE de la région.

L'intégration régionale de la Caraïbe orientale en matière d'énergie est une possibilité pour mieux tirer parti du potentiel des énergies renouvelables. Pour cela, les pays et les territoires doivent travailler conjointement sur plusieurs fronts et disposer d'un soutien politique fort ainsi que d'un financement durable sur le long terme. À cet égard, la mise en place de connexions intra-caribéennes pour intégrer les différents systèmes électriques pourrait permettre d'accroître la taille du marché et de rendre les énergies renouvelables plus rentables. À l'heure actuelle, la petite taille de chacun des pays qui font partie de la Caraïbe orientale, dont les RUP de l'UE, se traduit par une faible demande d'énergie et une dispersion des réseaux électriques. Cela explique que de nombreux projets relatifs aux énergies renouvelables ne parviennent pas à réaliser les économies d'échelle qui sont requises pour les rendre économiquement viables. C'est particulièrement vrai pour ce qui concerne l'énergie géothermique. La mise en place d'interconnexions régionales à l'aide de câbles sous-marins pourrait créer un système électrique intégré au niveau régional qui permettrait de réaliser des importations et exportations d'électricité ainsi que de regrouper des moyens financiers et des terres, mais aussi d'autres ressources comme les compétences. Pour l'avenir, des mesures importantes pourraient être prises par les pays de l'OECD, de même que par les RUP de l'UE de la région, pour favoriser l'intégration régionale précitée. Ces mesures sont les suivantes :

- **Accroître l'accès au financement pour les projets relatifs aux énergies renouvelables s'étendant sur le long terme.** Actuellement, dans la plupart des pays, le budget des ministères de l'énergie est établi sur un an, ce qui les oblige à se concentrer principalement sur le court terme.
- **Adopter des cadres réglementaires permettant l'acheminement des investissements privés.** La majorité des compagnies d'électricité de la région sont des monopoles intégrant les fonctions de production, de transport et de distribution de l'électricité, et les cadres réglementaires ne prévoient pas de dispositions concernant l'investissement privé dans le secteur de l'électricité.
- **Réduire les démarches administratives pour accélérer les opérations.** Même lorsque des producteurs d'électricité tiers sont autorisés à pénétrer sur le marché, ils se heurtent à d'importantes restrictions comme des procédures longues, onéreuses et complexes pour déposer leur candidature. De plus, dans la plupart des pays de l'OECD, les droits d'accès et d'exploitation des ressources géothermiques ne sont pas clairement définis.
- **Améliorer les dispositifs incitatifs en faveur des énergies renouvelables.** Dans la plupart des pays, des crédits, des réductions ou des exonérations fiscales sont appliqués pour les énergies renouvelables. En revanche, les dispositifs de facturation nette ne sont pas suffisamment développés.
- **Harmoniser les standards et les normes.** Les « normes de portefeuille pour les sources d'énergie renouvelables », qui sont des textes réglementaires obligeant les compagnies à produire plus d'électricité à partir des énergies renouvelables, n'existent pas dans les pays de la Caraïbe orientale, et plusieurs pays n'ont pas de normes en matière d'interconnexion.

Source : (OCDE, 2022^[27]), *Development Strategy Assessment of the Eastern Caribbean*, Les voies de développement, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/f1566c7a-en>.

Investir : exploiter les synergies des différentes options de financement et privilégier les projets innovants

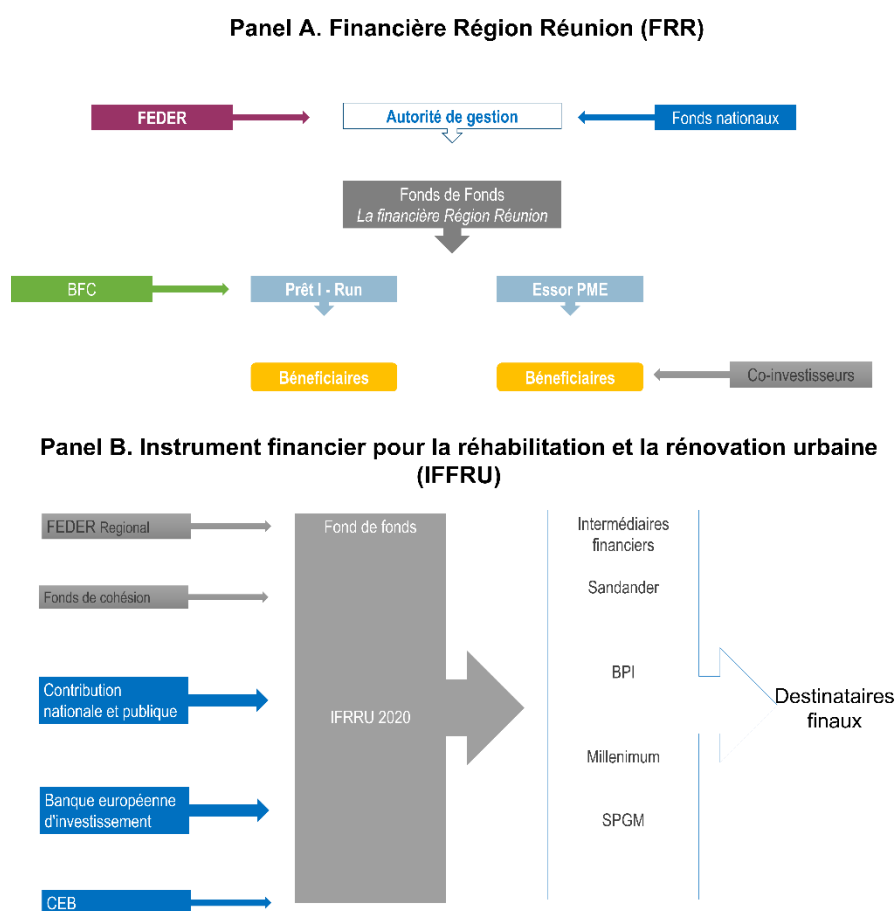
Plusieurs des dispositifs de financement existants pourraient être utilisés pour déployer les énergies renouvelables dans les RUP de l'UE. Dans ces régions, la petite taille du marché, l'isolement et l'absence

de raccordement au réseau principal se traduisent par des investissements privés insuffisants, d'où l'impérative nécessité de disposer de fonds publics pour financer les projets. Plusieurs études montrent que les fonds de cohésion injectés dans de nombreuses régions de l'UE ont permis de surmonter les principaux obstacles à l'utilisation des énergies renouvelables, en particulier le coût des investissements initiaux (Florkowski et Rakowska, 2022^[45]). Outre le cadre financier pluri-annuel (CFP) 2021-27 et les moyens déployés dans le cadre du pacte vert pour l'Europe (sans parler des divers fonds de la politique de cohésion tels que le Fonds de cohésion et le Fonds européen de développement régional (FEDER) qui fournissent des prêts et des subventions pour financer des projets énergétiques ayant des effets bénéfiques sur le plan social, environnemental et de la compétitivité), d'autres possibilités existent pour accroître et combiner les investissements publics et privés. Ces possibilités sont notamment les suivantes :

- **Programme InvestEU.** Créé en 2022, ce programme vise à injecter 279 milliards EUR d'investissements publics et privés dans des projets liés au climat et à l'environnement au cours de la période 2021-30. Il s'accompagne de trois instruments. Tout d'abord, un fonds financé par la Banque européenne d'investissement (BEI), doté de 370 milliards EUR, s'accompagne d'instruments de capitaux propres et de garantie afin d'investir dans des projets à haut risque et d'attirer des investissements privés ; au moins 30 % de ses ressources sont affectées à des projets ayant trait aux énergies vertes. Une plateforme de conseil fournit aux concepteurs de projets une aide technique à leur préparation et leur mise en œuvre. Enfin, un portail à guichet unique met en relation les investisseurs et les promoteurs de projets (Union européenne, 2021^[46]).
- **Mécanisme pour l'interconnexion en Europe (MIE).** Cet instrument de financement lancé en 2013 privilégie les infrastructures transnationales de l'énergie, des transports et du numérique. Pour la période 2021-27, le MIE est doté d'une enveloppe spécifique pour l'énergie de 8.7 milliards EUR. Ce mécanisme permet la réalisation de projets présentant une dimension transfrontalière avec une intégration des réseaux et une accessibilité territoriale, y compris dans les territoires insulaires européens et les régions ultrapériphériques des pays tiers (Union européenne, 2021^[47]).
- **Mécanisme de financement des énergies renouvelables.** Lancé en 2021, ce mécanisme de financement ajustable permet de trouver plus facilement des investisseurs, afin de déployer plus rapidement au sein de l'UE des projets à base d'énergies renouvelables qui soient plus rentables. L'octroi des subventions s'effectue sur la base d'une mise en concurrence, et le but du mécanisme est de mettre en relation les pays cherchant à financer des projets d'énergie renouvelable avec des pays disposés à accueillir ces nouveaux projets. L'élément clé de ce dispositif collectif est que tous les pays participants se verront attribuer une part de l'énergie renouvelable générée. Le secteur privé peut participer au mécanisme en fournissant des ressources dans le cadre de l'ensemble des actions de durabilité et de décarbonation engagées par la compagnie d'électricité. Il peut aussi concevoir des projets et soumettre une demande d'aide dans le cadre de la mise en concurrence (Commission européenne, 2020^[48]).
- **Sous-programme LIFE « Transition énergétique propre ».** S'appuyant sur les programmes Énergie intelligente pour l'Europe (2003-2013) et Efficacité énergétique Horizon 2020 (2014-2020), ce sous-programme LIFE soutient le développement et la montée en puissance des énergies renouvelables. Avec un budget de 1 milliard EUR sur 2021-2027, il vise à encourager la transition énergétique dans cinq domaines d'intervention : i) Construire un cadre politique national, régional et local soutenant la transition vers une énergie propre ; ii) Accélérer le déploiement des technologies, la numérisation, les nouveaux services et modèles d'entreprise et l'amélioration des compétences professionnelles correspondantes sur le marché ; iii) Attirer le financement privé pour l'énergie durable ; iv) Soutenir le développement de projets d'investissement locaux et régionaux ; v) Impliquer et responsabiliser les citoyens dans la transition vers une énergie propre.

Des mécanismes de financement novateurs comme les fonds de fonds³ ou le financement mixte peuvent permettre d'accroître les aides publiques et de faciliter le financement à long terme. La coordination entre les instruments, les fonds et les programmes de l'UE ainsi que les opérations de financement mixte pourraient être utilisées pour produire un effet multiplicateur et permettre de réaliser de nouveaux investissements dans des projets d'énergie renouvelable. Les RUP peuvent fournir à cet égard de bons exemples. L'un d'eux est la *Financière Région Réunion (FRR)*, un fonds de fonds alimenté à la fois par le FEDER, la BEI et des investisseurs privés de France métropolitaine, qui finance des projets menés par des PME. La FRR est également venue en aide à plusieurs PME du secteur de l'énergie. Le Portugal met en œuvre une approche similaire avec les *instruments financiers pour la réhabilitation urbaine (IFRRU)*, alimentés à la fois par les fonds de la politique de cohésion et la BEI (Fi Compass, 2022^[49]). En 2020, les IFRRU ont fourni 307 millions EUR pour réhabiliter des bâtiments – notamment transformer l'ancien marché au poisson de Câmara de Lobos ou convertir un édifice municipal en hôtel de standing à Madère – en mettant en place des dispositifs d'efficacité énergétique ayant permis de réduire la consommation d'énergie primaire de 60 % (Graphique 9).

Graphique 9. Mécanismes innovants permettant de réaliser des investissements à long terme dans les énergies renouvelables



Source : Commission européenne (2022^[50]), *fi-compass*, <https://www.fi-compass.eu>.

³ Un fonds de fonds est un instrument financier unique qui a été créé pour promouvoir les investissements de capital-risque ainsi que pour financer le développement de l'énergie, des infrastructures et de la compétitivité des PME.

6 Conclusions

Les neuf RUP de l'UE – Guadeloupe, Guyane française, Martinique, Mayotte, Réunion et Saint-Martin (France) ; Açores et Madère (Portugal) ; îles Canaries (Espagne) – possèdent un potentiel énorme en matière d'énergies renouvelables. Ces dernières peuvent être d'importants vecteurs de transformation pour les économies régionales en contribuant à une transition vers le zéro émission nette, en amenant toutes les activités économiques vers une plus grande durabilité environnementale, en attirant de nouveaux investissements et en créant des emplois.

Grâce aux ressources naturelles dont elles disposent, les RUP de l'UE sont bien positionnées pour faire progressivement des énergies renouvelables un secteur de première importance pour leurs économies locales. Ces régions peuvent expérimenter de nouvelles solutions adaptées à leurs besoins spécifiques et à leurs ressources énergétiques de manière à renforcer leurs liens avec le reste du monde. Bénéficiant du soutien de fonds pluriannuels, de programmes spécialisés et d'une forte volonté politique aux niveaux régional, national et européen, les RUP de l'UE peuvent utiliser les énergies renouvelables comme des catalyseurs jouant un rôle de premier plan dans l'avènement d'un modèle de développement d'un nouveau genre, susceptible de libérer leur potentiel dans le domaine des sciences et de l'innovation en mettant les parties prenantes locales en relation avec les industries et les inventeurs du monde entier.

Il convient, pour libérer pleinement le potentiel des RUP de l'UE en matière d'énergies renouvelables, d'adopter une approche ciblée s'appuyant sur trois grands piliers : l'innovation, la connectivité et l'investissement.

L'innovation constitue la pierre angulaire de cette approche, en orientant le développement et le déploiement des technologies de pointe dans le domaine des énergies renouvelables. En mettant en place de solides écosystèmes de l'innovation, les RUP de l'UE peuvent non seulement accroître leur participation à des chaînes d'approvisionnement de grande valeur, mais aussi se mettre en adéquation avec les objectifs primordiaux concernant la durabilité. Cela exige de leur part des efforts de collaboration avec les organisations multilatérales et les industries mondiales, en s'assurant l'accès aux capitaux et aux compétences qui sont nécessaires pour exploiter efficacement les ressources naturelles considérables dont elles disposent.

Atteindre ces objectifs suppose une révision des cadres juridiques et financiers en encourageant activement les investissements dans les énergies renouvelables. Cela peut ensuite avoir des effets positifs sur d'autres secteurs et activités en générant une croissance et un développement durables.

La mise en place de nouveaux projets d'infrastructure et la mobilisation de sources de financement variées seront capitales pour exploiter les synergies existant entre les différentes énergies renouvelables, préserver la nature et promouvoir des bienfaits intersectoriels. Cette approche nécessite une coopération étroite entre les institutions nationales de France, d'Espagne et du Portugal, la Commission européenne ainsi que les territoires et pays des Caraïbes, d'Amérique du Sud, de l'océan Atlantique et de l'océan Indien.

En engageant ces actions clés – innover, investir et collaborer –, les RUP de l'UE peuvent préparer le terrain à un avenir prospère, durable et collaboratif s'appuyant sur les énergies renouvelables. Outre le fait que c'est important pour les régions elles-mêmes, cela contribue aussi aux efforts déployés par la communauté internationale pour lutter contre le changement climatique et bâtir une planète plus propre et plus verte pour les générations à venir.

Références

- AFD (2022), « Renewable energy: Guiana recovers its biomass », Agence Française de Développement, <https://www.afd.fr/en/actualites/grand-angle/renewable-energy-guiana-recovers-its-biomass> (consulté le 17 février 2023). [42]
- AIE (2022), *Government Energy Spending Tracker: Policy Database*, Agence internationale de l'énergie, Paris, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/government-energy-spending-tracker-policy-database>. [4]
- AIE (2022), *Recovery and Resilience Plan / CTD / Hydrogen and Renewables/ Potentiation of Renewable Electricity in the Madeira Archipelago*, Agence internationale de l'énergie, Paris, <https://www.iea.org/policies/13661-recovery-and-resilience-plan-ctd-hydrogen-and-renewables-potentiation-of-renewable-electricity-in-the-madeira-archipelago> (consulté le 13 février 2023). [26]
- AIE (2022), « Trends in electric light-duty vehicles », *Global EV Outlook 2022*, Agence internationale de l'énergie, Paris, <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022/trends-in-electric-light-duty-vehicles> (consulté le 13 février 2023). [8]
- APREN (2022), *Electricity Production for Portugal*, Portuguese Renewable Energy Association, <https://www.apren.pt/en/renewable-energies/production/>. [16]
- Ashton, M. et al. (dir. pub.) (2012), *Managing Forest Carbon in a Changing Climate*, Springer Netherlands, Dordrecht, <https://doi.org/10.1007/978-94-007-2232-3>. [51]
- Atteridge, A. et G. Savvidou (2019), « Development aid for energy in small island developing states », *Energy, Sustainability and Society*, vol. 9/1, <https://doi.org/10.1186/s13705-019-0194-3>. [2]
- BRGM (2021), « Geothermal energy: A major geophysical campaign in Mayotte », <https://www.brgm.fr/en/news/news/geothermal-energy-major-geophysical-campaign-mayotte>. [31]
- Commission européenne (2022), *Delivering the European Green Deal*, https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en (consulté le 14 février 2023). [32]
- Commission européenne (2022), *fi-compass*, <https://www.fi-compass.eu>. [50]
- Commission européenne (2020), *EU Renewable Energy Financing Mechanism*, https://cinea.ec.europa.eu/programmes/eu-renewable-energy-financing-mechanism_en (consulté le 16 février 2023). [48]
- Commission européenne (2020), *Offshore Renewable Energy for a Climate-Neutral Europe*, https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/pdf/guidance_on_energy_t [12]

[ransmission infrastr.](#)

- Commission européenne (1996), *European Wave Energy Pilot Plant on the Island of Pico, Azores, Portugal. Phase Two: Equipment*, CORDIS, <https://cordis.europa.eu/project/id/JOR3950012> (consulté le 3 avril 2023). [38]
- Consejería de Transición Ecológica, Lucha contra el Cambio Climático y Planificación Territorial (2022), *Energy Strategy Sustainable in the Canary Islands*. [18]
- Deutsche Welle (2022), « Reunion Island plans to go green », <https://www.dw.com/en/reunion-island-plans-to-go-green/a-60359013>. [29]
- EMBER Climate (2023), *Electricity Data Explorer*, <https://ember-climate.org/data/data-explorer/>. [17]
- Energy XPRT (2023), *Biomass Pellets Companies (Bioenergy) Serving Mauritius*, <https://www.energy-xprt.com/bioenergy/biomass-pellets/companies/serving-mauritius>. [30]
- European Committee of the Regions (2022), *Green Deal Going Local Handbook*, <https://cor.europa.eu/en/engage/pages/green-deal-handbook.aspx> (consulté le 14 février 2023). [33]
- FDI Market (2022), *Database*, <https://www.fdimarkets.com/>. [11]
- Fi Compass (2022), *La Financière Région Réunion - Financial Instruments to Support SMEs, France*, <https://www.fi-compass.eu/publication/case-studies/la-financiere-region-reunion-financial-instruments-support-smes-france> (consulté le 16 février 2023). [49]
- Florkowski, W. et J. Rakowska (2022), « Review of regional renewable energy investment projects: The example of EU Cohesion Funds dispersal », *Sustainability*, vol. 14/24, p. 17007, <https://doi.org/10.3390/su142417007>. [45]
- Garanovic, A. (2021), « Floating solar power set for trials off Canary Islands », *Offshore Energy*, <https://www.offshore-energy.biz/floating-solar-power-set-for-trials-off-canary-islands/>. [24]
- GEA (2016), « Stocktaking of existing initiatives: The Guyana energy sector », Guyana Energy Agency. [40]
- Horizon Réunion (2019), *Énergies marines - Les énergies marines*, <https://energies-reunion.com/nos-actions/energies-renouvelables/energies-marines/les-energies-marines/> (consulté le 17 février 2023). [39]
- IEDOM (2020), *L'innovation et la recherche et développement dans les outre-mer*, Institut d'émission des départements d'outre-mer, <https://www.iedom.fr/iedom/publications/etudes-thematiques/article/l-innovation-et-la-recherche-et-developpement-dans-les-outre-mer> (consulté le 15 février 2023). [36]
- Interreg (2021), *RESOR Canary Islands Action Plan 2021*. [35]
- Interreg (2021), *RESOR Madeira Action Plan 2021*. [34]
- Interreg (2021), *RESOR Martinique Action Plan 2021*. [41]
- Interreg (2019), *RESOR Project Joint Regional Analysis*. [20]
- IRENA (2023), *Energy Profiles*, International Renewable Energy Agency, [15]

- <https://www.irena.org/Data/Energy-Profiles>.
- IRENA (2023), *Statistical Profiles*, International Renewable Energy Agency, [5]
<https://www.irena.org/Data/Energy-Profiles> (consulté le 13 février 2023).
- IRENA (2022), *French Guiana Energy Profile*, International Renewable Energy Agency. [28]
- IRENA (2022), *Renewable Power Generation Costs in 2021*, International Renewable Energy Agency, <https://www.irena.org/Publications/2022/Jul/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2021> (consulté le 13 février 2023). [6]
- IRENA (2022), *Statistics Data*, International Renewable Energy Agency, [10]
<https://www.irena.org/Data>.
- IRENA (2022), *World Energy Transitions Outlook 1-5C Pathway 2022 Edition*, International Renewable Energy Agency, <https://www.irena.org/publications/2022/Mar/World-Energy-Transitions-Outlook-2022> (consulté le 15 février 2023). [9]
- IRENA (2021), *Renewable Power Generation Costs in 2021*, International Renewable Energy Agency, https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Jul/IRENA_Power_Generation_Costs_2021_Summary.pdf. [7]
- IRENA (2014), *Ocean Thermal Energy Conversion: Technology Brief*, International Renewable Energy Agency, <https://www.irena.org/publications/2014/Jun/Ocean-Thermal-Energy-Conversion> (consulté le 17 février 2023). [37]
- LEAP-RE (2023), *Our Portfolio - LEAP-RE*, <https://www.leap-re.eu/our-portfolio/> (consulté le 17 février 2023). [44]
- MAESHA (2020), *Islands Involved: Mayotte, an Ideal Demonstration Island*, [1]
<https://www.maesha.eu/islands-involved/>.
- Maldonado, E. (2017), *Energy in the EU Outermost Regions (Renewable Energy, Energy Efficiency)*. [14]
- OCDE (2023), *OECD Patent Statistics*, <https://doi.org/10.1787/patent-data-en>. [13]
- OCDE (2022), *Development Strategy Assessment of the Eastern Caribbean*, OECD Development Pathways, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/f1566c7a-en>. [27]
- OCDE (2022), *OECD Patent Statistics*, <https://doi.org/10.1787/patent-data-en>. [52]
- OER (2023), *Production d'électricité*, Observatoire Energie Réunion, <https://oer.spl-horizonreunion.com/electricite/production-electricite-la-reunion>. [19]
- OREC (2022), *Guadeloupe Energy Bulletin - S1-2022*, Observatoire de l'Énergie et du Climat. [21]
- PLOCAN (2022), *The circularity of the blue economy in Macaronesia. Successful projects and opportunities for economic diversification in the EU ORs, 28 April 2022*. [43]
- PV Tech (2021), « Spain's Canary Islands to host 255MW of new solar PV », <https://www.pv-tech.org/spains-canary-islands-to-host-255mw-of-new-solar-pv/>. [22]
- Ramos, S. et al. (2021), « Identifying compatible locations for wave energy exploration with different wave energy devices in Madeira Islands », *Developments in Renewable Energies* [25]

Offshore - Proceedings the 4th International Conference on Renewable Energies Offshore, RENEW 2020, CRC Press/Balkema, <https://doi.org/10.1201/9781003134572-15>.

- Shah, K. (2022), *Renewables and Energy Transitions in Small Island States*, Perry World House, [3]
<https://global.upenn.edu/perryworldhouse/news/renewables-and-energy-transitions-small-island-states> (consulté le 13 février 2023).
- Union européenne (2021), *Regulation (EU) 2021/1153 of the European Parliament and of the Council of 7 July 2021 Establishing the Connecting Europe Facility*, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32021R1153&qid=1645608129121> [47]
(consulté le 16 février 2023).
- Union européenne (2021), *Regulation (EU) 2021/523 of the European Parliament and of the Council of 24 March 2021 Establishing the InvestEU Programme and Amending Regulation (EU) 2015/1017*, <http://data.europa.eu/eli/reg/2021/523/oj> (consulté le 16 février 2023). [46]
- Wind Europe (2021), « Spanish offshore wind reaches key milestone », [23]
<https://windeurope.org/newsroom/news/spanish-offshore-wind-reaches-key-milestone/>.