

PERSPECTIVES POUR LES TRANSITIONS ÉNERGÉTIQUES MONDIALES 2022

LA VOIE À 1,5 °C

RÉSUMÉ

© IRENA 2022

Sauf indication contraire, le contenu de la présente publication peut être librement utilisé, partagé, copié, reproduit, imprimé et/ou stocké, à condition de mentionner l'IRENA comme étant la source et le propriétaire des droits d'auteur. Les éléments de la présente publication attribués à des tiers pouvant faire l'objet de conditions d'utilisation distinctes, il peut être nécessaire d'obtenir les autorisations correspondantes de ces tiers avant d'utiliser ces éléments.

CITATION

IRENA (2022), *Perspectives pour les transitions énergétiques mondiales 2022 : la voie à 1,5 °C*, Agence internationale pour les énergies renouvelables, Abou Dhabi.

Le présent résumé est une traduction de « *World Energy Transitions Outlook 2022 : 1,5°C Pathway* » ISBN : 978-92-9260-429-5" (2022). En cas de divergence entre la présente traduction et l'original anglais, ce dernier fait autorité.

Disponible au téléchargement : www.irena.org/publications

Pour de plus amples informations ou nous faire parvenir vos suggestions : info@irena.org

À PROPOS DE L'IRENA

L'agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA) constitue à la fois la plateforme principale pour la coopération internationale, mais aussi un centre d'excellence, un référentiel en matière de politiques, de technologies, de ressources et de connaissances financières, ainsi qu'un moteur d'action sur le terrain destiné à promouvoir la transformation du système énergétique mondial. Organisation intergouvernementale créée en 2011, l'IRENA promeut l'adoption généralisée et l'utilisation durable de toutes les formes d'énergies renouvelables, notamment la bioénergie, la géothermie, l'énergie hydroélectrique, l'énergie des océans, l'énergie solaire et éolienne, dans la poursuite des efforts visant à un développement durable, à l'accès à l'énergie, à la sécurité énergétique, à la croissance et à la prospérité économiques pauvres en carbone.

www.irena.org

CLAUSE DE NON-RESPONSABILITÉ

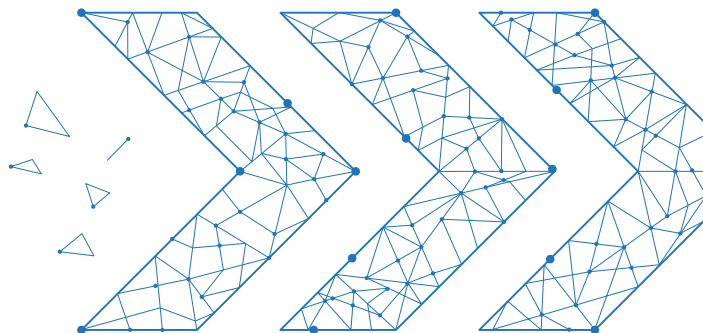
La présente publication et les éléments qu'elle contient sont fournis « en l'état ». Toutes les précautions raisonnables ont été prises par l'IRENA afin de vérifier la fiabilité du contenu de cette publication. Néanmoins, ni l'IRENA ni aucun de ses fonctionnaires, agents, fournisseurs de contenu tiers ou de données ne peuvent fournir de garantie de quelque nature que ce soit, exprimée ou implicite. Ils déclinent donc toute responsabilité quant aux conséquences découlant de l'utilisation de cette publication ou de son contenu.

Les informations contenues dans le présent document ne reflètent pas nécessairement les positions de tous les Membres de l'IRENA. La mention d'entreprises spécifiques ou de projets ou produits particuliers ne signifie pas qu'ils sont approuvés ou recommandés par l'IRENA au détriment d'autres éléments de nature similaire qui ne sont pas mentionnés. Les appellations employées dans la présente publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent, de la part de l'IRENA, aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites territoriales.

PERSPECTIVES POUR LES TRANSITIONS ÉNERGÉTIQUES MONDIALES 2022

LA VOIE À 1,5 °C

RÉSUMÉ



AVANT-PROPOS

Au vu du rythme et de l'ampleur de la transition énergétique, toute action qui ne serait ni radicale ni immédiate réduirait, voire anéantirait, nos chances d'atteindre l'objectif de limiter le réchauffement climatique mondial à 1,5 °C ou 2 °C. L'afflux d'engagements en faveur de l'objectif de zéro émission nette montre que nous sommes bien conscients de la gravité et de la complexité de la situation.

Les deux dernières années ont mis en évidence les faiblesses et les vulnérabilités d'un système lourdement tributaire des carburants du XX^e siècle. À cela s'ajoute la crise actuelle en Ukraine, qui suscite de nouvelles inquiétudes et incertitudes, et met en évidence le coût de ce système pour des économies restées profondément liées aux combustibles fossiles. De nombreux aspects de la vie quotidienne sont touchés par les perturbations du secteur de l'énergie. Faute d'autres solutions, la cherté des combustibles fossiles entraîne une pauvreté énergétique et une perte de compétitivité industrielle, alors que les citoyens du monde entier s'inquiètent de leurs factures d'énergie et des répercussions sur le climat, comme le souligne le récent rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC).

Nous n'avons pas le temps de relever ces défis l'un après l'autre. Nous ne pouvons pas nous permettre d'investir dans des modes de production, de distribution et de consommation d'énergie obsolètes, qui ne sont ni rentables ni porteurs d'avenir. Nous avons vu à maintes reprises qu'une énergie peu fiable engendrait l'incertitude, qu'une énergie trop coûteuse était source d'aliénation et d'isolement, et qu'une énergie polluante provoquait l'invalidité et la mort. Dans tous les cas, de mauvais choix en matière d'énergie entraînent un ralentissement de la croissance économique et des dommages potentiellement irréparables aux écosystèmes dont nous dépendons tous. En revanche, des technologies efficaces et décentralisées à base d'énergies renouvelables peuvent créer un système moins exposé aux chocs du marché et améliorer la résilience et la sécurité énergétique par la diversification des options et des acteurs de l'approvisionnement. La même résilience peut être mise en œuvre au sein du marché mondial de l'hydrogène, en pleine évolution, qui requiert des investissements dans les années à venir pour se détourner des gaz fossiles et déployer les infrastructures nécessaires sur le long terme.

Mais savoir et agir sont deux choses différentes. Les **Perspectives pour les transitions énergétiques mondiales** (WETO) de l'IRENA montrent que les progrès réalisés dans tous les domaines d'utilisation de l'énergie ont été terriblement insuffisants. Le renforcement des contributions déterminées au niveau national et des engagements pris lors de la COP26 constitue une tendance prometteuse, mais reste en deçà de ce qui est nécessaire. Le Dialogue de haut niveau sur l'énergie organisé par les Nations Unies en 2021 a mis en évidence à quel point nous sommes loin de réaliser notre objectif de garantir l'accès de tous à l'énergie. Et la poursuite de fausses solutions à court terme, comme le retour au charbon, l'intensification de l'extraction du gaz et la mise en œuvre de nouveaux forages pétroliers, constitue un risque aigu.

Les WETO tracent le chemin le plus rapide vers la réduction des émissions, en conformité avec l'objectif de 1,5 °C. Elles donnent la priorité aux solutions existantes et à celles qui ont le plus de chances de devenir viables dans les années à venir. Les présentes *Perspectives* considèrent l'efficacité et l'électrification comme des moteurs essentiels, alimentés par les énergies renouvelables, l'hydrogène vert et la biomasse durable. Les WETO montrent par ailleurs qu'avec un cadre politique global, des investissements judicieux et une réelle coopération, la transition énergétique peut créer des emplois, une économie inclusive et un monde plus équitable.

AVANT-PROPOS (suite)

Cette année, les WETO examinent les mesures à prévoir d'ici à 2030 pour apporter simultanément et de toute urgence des solutions à court terme en matière climatique et énergétique. Le moyen le plus sûr de concilier les différents objectifs est de donner la priorité à l'efficacité énergétique et à l'électrification reposant sur les énergies renouvelables. Tout comme dans l'édition 2021, les *Perspectives* mettent l'accent sur les politiques et les implications socio-économiques afin de nuancer les circonstances propres à chaque pays et région. Pour que la transition énergétique ait un impact réellement positif, il est essentiel que les WETO 2022 placent la justice et l'équité au cœur de la planification et de l'action. Elles montrent que, même sur la courte période allant de 2019 à 2030, cette ligne de conduite stimulera le PIB mondial et créera quelque 85 millions d'emplois en rapport avec la transition énergétique.



Les WETO proposent d'explorer les défis spécifiques de la transition énergétique à travers plusieurs thèmes de fond. Elles abordent la question de la flexibilité du système nécessaire à l'intégration d'une part importante d'énergie solaire et éolienne, en remplaçant le concept obsolète d'énergie de base et les structures de marché correspondantes. Elles étudient également la biomasse durable, qui est une composante essentielle du bouquet énergétique, mais nécessite une gestion réfléchie et une stratégie à long terme. En dernier lieu, les WETO soulignent cette année l'importance croissante de certains minerais critiques et offrent des pistes pour garantir le bon fonctionnement de leurs marchés, tout en endiguant les risques de voir apparaître de nouvelles dépendances.

Cette année doit être décisive pour la transformation du système énergétique mondial et les WETO peuvent contribuer à orienter les prochaines étapes de cette phase cruciale. Le monde est devant des choix essentiels, qui détermineront si l'objectif de 1,5 °C, ou même 2 °C, reste réalisable. Une transition énergétique basée sur les énergies renouvelables est la piste la plus réaliste pour éviter les effets les plus dévastateurs des changements climatiques. Cette même piste promet une plus grande sécurité énergétique, une résilience accrue des pays et une économie mondiale plus inclusive, plus équitable et plus résistante à ces changements.

Il est à la fois urgent et très ardu d'accélérer la transition énergétique. Il y faudra des choix clairvoyants, de la discipline et des investissements judicieux. Mais par-dessus tout, il faudra mettre en place une action radicale et une coopération internationale d'un niveau exceptionnel. Serons-nous, en tant que communauté internationale, en mesure de tenir nos engagements ? Je l'espère sincèrement. L'IRENA pour sa part fera tout son possible pour y contribuer.

Francesco La Camera

Directeur général de l'IRENA

EN 2022, L'URGENCE DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE EST DEVENUE ENCORE PLUS GRANDE

L'aggravation des crises souligne combien il est pressant d'accélérer la transition énergétique mondiale. Les événements de ces dernières années ont accentué le coût, pour l'économie mondiale, d'un système énergétique centralisé fortement dépendant des combustibles fossiles. Les prix du pétrole et du gaz atteignent de nouveaux sommets, alors que la crise en Ukraine suscite de nouvelles inquiétudes et incertitudes. La pandémie de COVID-19 continue d'entraver les efforts de redressement, tandis que les citoyens du monde entier s'inquiètent du montant de leurs factures d'énergie. En outre, les conséquences des changements climatiques d'origine anthropique se font de plus en plus sentir dans le monde. Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) s'alarme du fait qu'entre 3,3 et 3,6 milliards de personnes sont déjà très exposés aux changements climatiques.

Pour garantir la réussite de la transition énergétique à moyen et long terme, les interventions à court terme visant à remédier aux problèmes immédiats doivent faire l'objet d'un suivi soutenu. Le défi auquel se heurtent les gouvernements actuels consiste à répondre à des priorités qui pourraient paraître antagonistes, à savoir la sécurité énergétique, la résilience et une énergie abordable pour tous. Dans ce contexte d'incertitude, les décideurs politiques ont besoin d'être guidés par les objectifs primordiaux que sont le développement durable et la lutte contre les changements climatiques. Toute autre approche, comme l'investissement dans de nouvelles infrastructures de combustibles fossiles, ne ferait que renforcer les risques existants et accentuer les menaces liées de longue date aux changements climatiques.

L'accélération de la transition
énergétique est essentielle pour
la sécurité énergétique, la stabilité
des prix et la résilience des pays
à long terme

Compte tenu de l'insuffisance du rythme et de l'ampleur de la transition énergétique, toute action qui ne serait ni radicale ni immédiate réduirait voire anéantirait nos chances de rester sur la voie à 1,5 °C, ou même à 2 °C. En 2021, l'IRENA insistait sur l'importance d'un changement profond de la tendance actuelle dans tous les domaines de l'énergie. Si certains progrès ont été accomplis, ils sont loin d'être suffisants. Les efforts de relance et de récupération associés à la pandémie se sont également révélés être une occasion manquée, puisqu'en 2020 et 2021, seulement 6 % des 15 billions d'USD des fonds de relance du G20¹ ont été affectés aux énergies propres (Nahm *et al.*, 2022).

L'accélération de la transition énergétique est également essentielle pour la sécurité énergétique, la stabilité des prix et la résilience des pays à long terme. Quelque 80 % de la population mondiale vit dans des pays qui sont des importateurs nets d'énergie. Vu le vaste potentiel renouvelable qui reste à exploiter, ce pourcentage pourrait baisser considérablement. Un changement aussi profond rendrait les pays moins dépendants des importations d'énergie grâce à la diversification de leurs options d'approvisionnement et contribuerait à libérer les économies des fortes variations du prix des combustibles fossiles. Cette solution permettrait également de créer des emplois, de réduire la pauvreté et de contribuer à l'avènement d'une économie mondiale inclusive et respectueuse du climat.

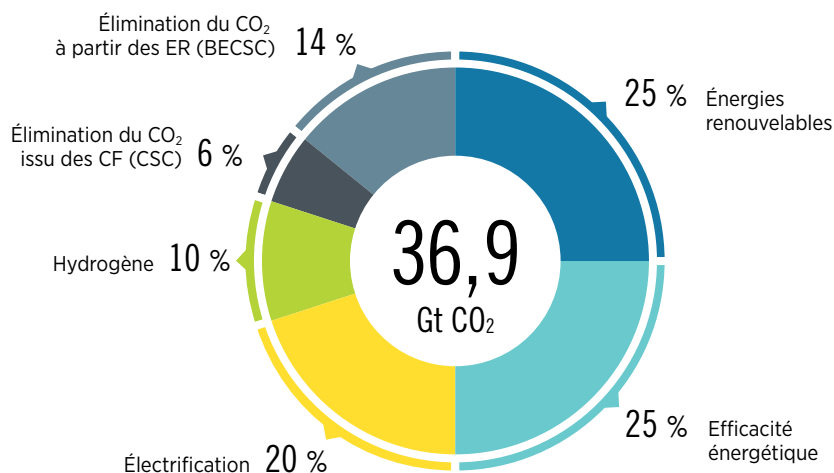
La refonte des plans, des politiques, des régimes fiscaux et des structures du secteur énergétique qui entravent les avancées est un choix politique. Chaque jour qui passe, le coût de l'inaction prend une longueur d'avance sur le coût de l'action. Les événements récents démontrent clairement qu'en l'absence d'autres solutions, la hausse du prix des combustibles fossiles peut conduire à la précarité énergétique et à une perte de compétitivité industrielle. En définitive, ce sont bien la volonté et la détermination politiques qui façonneront la voie de la transition et décideront si celle-ci débouchera sur un monde plus inclusif, plus équitable et plus stable.

¹ Le Groupe des Vingt est composé de 19 pays et de l'Union européenne.

Objectif 2050

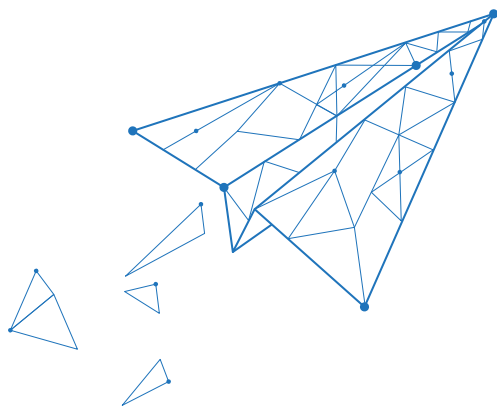
La voie à 1,5 °C de l'IRENA considère l'électrification et l'efficacité comme des moteurs clés de la transition énergétique, alimentés par les énergies renouvelables, l'hydrogène et la biomasse durable. Cette voie, qui exige un remaniement massif de la manière dont les sociétés produisent et consomment de l'énergie, permettrait de réduire de près de 37 gigatonnes les émissions annuelles de CO₂ d'ici à 2050, grâce : 1) à un accroissement significatif de la production et des utilisations directes d'électricité issue de sources renouvelables ; 2) à une amélioration substantielle de l'efficacité énergétique ; 3) à l'électrification des secteurs d'utilisation finale (véhicules électriques et pompes à chaleur, par exemple) ; 4) à l'hydrogène propre et à ses dérivés ; 5) à la bioénergie couplée au captage et au stockage du carbone ; et 6) à l'utilisation du captage et du stockage du carbone de la dernière étape (voir la Figure ES.1).

FIGURE ES.1 Réduire les émissions d'ici 2050 à travers six pistes technologiques



Remarque : les estimations de réduction comprennent les émissions de CO₂ liées à l'énergie et aux processus, ainsi que celles liées aux usages non énergétiques. Les énergies renouvelables comprennent à la fois les sources de production d'électricité renouvelable et l'utilisation directe de chaleur renouvelable et de biomasse. L'efficacité énergétique englobe les mesures liées à la réduction de la demande et à l'amélioration de l'efficacité. Les changements structurels (la relocalisation de la production d'acier avec du fer obtenu par réduction directe, par exemple) ainsi que les pratiques d'économie circulaire font partie de l'efficacité énergétique. L'électrification comprend l'utilisation directe d'une électricité propre dans les applications de transport et de chauffage. L'hydrogène et ses dérivés comprennent les carburants synthétiques et les matières premières. Le CSC décrit le captage et le stockage du carbone issu de processus utilisant des combustibles fossiles de sources ponctuelles, entre autres activités émettrices, principalement d'origine industrielle. La BECS et les autres mesures d'élimination du carbone comprennent la bioénergie couplée au CSC pour la production d'électricité et de chaleur, et l'industrie.

CSC = captage et stockage du carbone ; BECS = bioénergie avec captage et stockage du carbone ; gtCO₂ = gigatonnes de dioxyde de carbone ; ER = énergie renouvelable ; CF = combustible fossile.



Une plus grande priorité doit être accordée à la décarbonation des utilisations finales pour réduire la dépendance à l'égard des combustibles fossiles dans l'industrie, les transports et le chauffage domestique

L'électricité produite à partir de sources renouvelables est désormais l'option la moins chère dans la plupart des régions.

La moyenne pondérée mondiale du coût actualisé de l'électricité produite par les projets solaires photovoltaïques nouvellement mis en service a diminué de 85 % entre 2010 et 2020. Les réductions de coûts correspondantes ont été de 68 % pour le solaire à concentration (CSP), 56 % pour l'éolien terrestre et 48 % pour l'éolien marin. Les énergies renouvelables constituent donc déjà l'option par défaut pour les ajouts de capacité dans le secteur de l'électricité, et dominent les investissements actuels dans presque tous les pays. Les technologies solaires et éoliennes ont affirmé leur domination au fil du temps, et la récente augmentation des prix des combustibles fossiles laisse présager de bonnes perspectives économiques pour les énergies renouvelables.

La décarbonation des utilisations finales sera la prochaine étape, avec de nombreuses solutions possibles comme l'électrification, l'hydrogène vert et l'utilisation directe des énergies renouvelables.

Malgré les progrès réalisés au niveau mondial dans le déploiement des énergies renouvelables au sein du secteur de l'électricité, les usages finaux accusent un retard, les processus industriels et le chauffage domestique étant toujours fortement tributaires des gaz fossiles (voir Tableau ES.1). Dans les transports, le pétrole continue de dominer. Dans ces secteurs, la plus grande pénétration des énergies renouvelables, l'accroissement de l'électrification et l'amélioration de l'efficacité énergétique peuvent jouer un rôle crucial dans la levée des inquiétudes concernant les prix et la sécurité de l'approvisionnement.

Malgré certains progrès, la transition énergétique est loin d'être sur la bonne voie, et une action radicale est nécessaire pour modifier la trajectoire actuelle.





















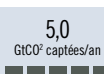

La réalisation de l'objectif climatique à l'horizon 2050 dépend de la mise en œuvre de mesures suffisantes d'ici à 2030, les huit prochaines années étant cruciales pour accélérer la transition vers les énergies renouvelables. Tout retard dans la mise en œuvre de mesures à court terme réduira encore les chances de respecter l'objectif climatique de 1,5 °C. L'action accélérée est une stratégie « sans regret ». Soigneusement mise en œuvre, elle permet de concrétiser les bénéfices d'une transition énergétique juste et inclusive.

TABLEAU SE.1 Une feuille de route pour 2050 : suivi des progrès des principales composantes du système énergétique en vue d'atteindre l'objectif de 1,5 °C

	Indicateurs	Années récentes		2050 ²²⁾	Progression	
ÉNERGIES RENOUVELABLES	ÉLECTRIFICATION BASÉE SUR LES ÉNERGIES RENOUVELABLES					
	Part des énergies renouvelables dans la production d'électricité	26% ¹⁾		90%		
	Ajout de technologies d'énergies renouvelables	264 GW/an ²⁾		836 GW/an		
	Ajouts annuels de solaire photovoltaïque	126 GW/an ³⁾		444 GW/an		
	Ajouts annuels d'éolien	115 GW/an ⁴⁾		248 GW/an		
	Besoins en investissements dans la production d'énergies renouvelables	0,3 billion d'USD/an ⁵⁾		1 billion d'USD/an		
	ÉNERGIES RENOUVELABLES DIRECTES DANS LES UTILISATIONS FINALES					
	Part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie	16% ⁶⁾		79%		
	Surface de capteurs solaires thermiques	25 millions m ² /an ⁷⁾		165 millions m ² /an		
	Consommation de bioénergie moderne ²³⁾	18 EJ ⁸⁾		58 EJ		
Consommation géothermique	0,9 EJ ⁹⁾		4 EJ			
Production de chauffage urbain - bâtiments	0,4 EJ ¹⁰⁾		7,3 EJ			
EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE	Taux d'amélioration de l'intensité énergétique	1,2%/an ¹¹⁾		2,9%/an		
	Besoins en investissements dans l'efficacité énergétique	0,3 billion d'USD/an ¹²⁾		1,5 billion d'USD/an		

► suite

TABLEAU ES.1 Une feuille de route pour 2050 : suivi des progrès des principales composantes du système énergétique en vue d'atteindre l'objectif de 1,5 °C (suite)

	Indicateurs	Années récentes	2050 ^[22]	Progression
ÉLECTRIFICATION	Part de l'électricité directe dans la consommation finale d'énergie	21% ^[13] 	50% 	
	Voitures électriques particulières en circulation	7 millions/an ^[14] 	147 millions/an 	
	Besoins en investissements dans les infrastructures de recharge des véhicules électriques	2 milliards d'USD/an ^[15] 	131 milliards d'USD/an 	
HYDROGÈNE	21) Production d'hydrogène propre	0,8 Mt ^[16] 	614 Mt 	
	Besoins en investissements dans des infrastructures d'hydrogène propre	0 ^[17]	116 milliards d'USD/an 	
	Consommation d'hydrogène propre - industrie	0 ^[18]	38 EJ 	
CSC ET BECSC	CSC pour réduire les émissions dans l'industrie	0,04 GtCO ₂ captées/an ^[19] 	3,4 GtCO ₂ captées/an 	
	BECSC et autres pour réduire les émissions dans l'industrie	0,001 (GtCO ₂ captées/an) ^[20] 	5,0 GtCO ₂ captées/an 	

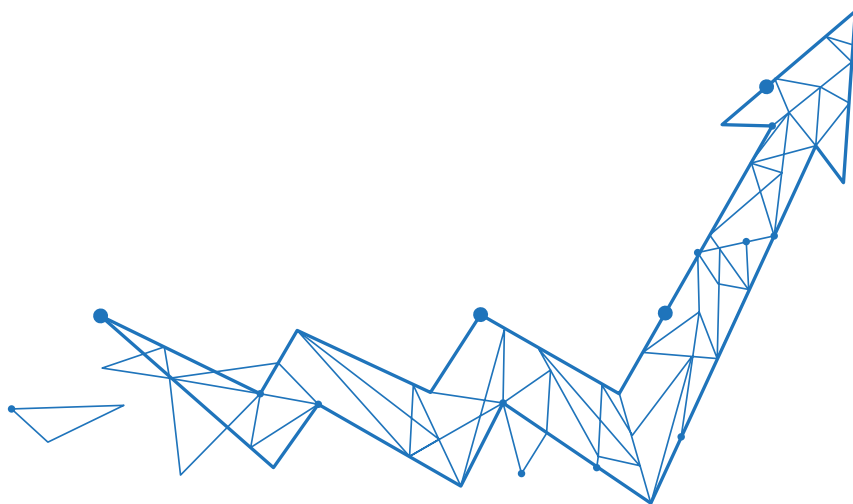
Remarque : les détails des chiffres correspondant aux années récentes pour les indicateurs sont les suivants : [1] Part des énergies renouvelables dans la production d'électricité (2019), [2] Ajout de technologies d'énergies renouvelables (2020), [3] Ajouts annuels de solaire photovoltaïque (2020), [4] Ajouts annuels d'éolien (2020), [5] Besoins en investissements dans la production d'énergies renouvelables (2019), [6] Part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie (2019), [7] Surface de capteurs solaires thermiques (2020), [8] Consommation de bioénergie moderne (2019), [9] Consommation géothermique (2019), [10] Production de chauffage urbain (2019), [11] 1,2 %/an représente les améliorations moyennes de l'intensité énergétique par rapport à 2018 (1,2 %), 2019 (2,0 %) et 2020 (0,5 %), [12] Besoins en investissements dans l'efficacité énergétique (2019), [13] Part de l'électricité directe dans la consommation finale d'énergie (2019), [14] Les voitures électriques particulières en circulation comprennent les ventes de véhicules hybrides rechargeables et de véhicules électriques à batterie (2021), [15] Besoins en investissements dans des infrastructures de recharge des véhicules électriques (2019), [16] Production d'hydrogène propre (2020), [17] Besoins en investissements dans des infrastructures d'hydrogène propre (2019), [18] Consommation d'hydrogène propre - Industrie (2018), [19] CSC pour réduire les émissions dans l'industrie (2020), [20] BECSC et autres pour réduire les émissions dans l'industrie (2020), [21] L'hydrogène propre désigne ici à la fois l'hydrogène produit par électrolyse alimentée à partir d'énergies renouvelables (hydrogène vert) et celui produit à partir de gaz naturel en combinaison avec le CSC par vaporeformage du méthane (hydrogène bleu), [22] Les paramètres de la colonne 2050 avec des valeurs annuelles représentent la moyenne annuelle sur la période 2020-2050 pour atteindre l'objectif de 1,5 °C, [23] La consommation de bioénergie moderne comprend à la fois l'utilisation de la biomasse moderne et des biocarburants. Pour une version détaillée des pistes technologiques et de leurs implications, consulter les KPI y relatifs à la section 2.2. du rapport.

Priorités pour 2030

L'édition 2022 des *Perspectives pour les transitions énergétiques mondiales* définit les domaines et les actions prioritaires nécessaires pour atteindre les objectifs de 2030 en utilisant des solutions déjà disponibles capables d'être déployées à grande échelle. Les avancées dépendront de la volonté politique, de la pertinence des investissements et d'un ensemble de technologies assorti de mesures visant à leur mise en place et à l'optimisation de leurs répercussions économiques et sociales. Les principales priorités, qui sont évoquées ci-dessous, devront être poursuivies de façon simultanée pour mettre la transition énergétique sur la voie de l'objectif de 1,5 °C.

Il est vital de remplacer avec détermination les centrales au charbon par des solutions propres, comme celles basées sur les énergies renouvelables. Ces derniers mois, la pénurie de gaz et la hausse des prix ont entraîné un ralentissement de l'abandon progressif du charbon dans le monde, ce qui plaide encore davantage en faveur d'un déploiement plus agressif des énergies renouvelables. Il est évident que la sortie progressive du charbon est une tâche complexe pour les pays fortement dépendants de cette ressource, d'autant plus qu'il est impératif d'assurer une transition juste et équitable pour les collectivités et les travailleurs concernés. L'action concertée et la coopération internationale sont donc des facteurs essentiels pour accélérer les avancées dans ce domaine. Il faut également chercher le moyen de remplacer le charbon dans l'industrie, car près de 30 % de tout ce combustible est utilisé dans la sidérurgie et le ciment, entre autres secteurs. Les années à venir seront décisives pour l'innovation, l'action industrielle et la coopération internationale dans ces domaines.

L'abandon progressif des installations liées aux combustibles fossiles doit s'accompagner de mesures visant à éliminer les distorsions du marché et à encourager les solutions favorisant la transition énergétique. Pour ce faire, il faudra supprimer progressivement les subventions aux combustibles fossiles et veiller à ce que les coûts totaux (environnementaux, sanitaires et sociaux) de la combustion des ressources fossiles se reflètent dans leurs prix, éliminant ainsi les distorsions actuelles du marché. Des politiques fiscales, notamment en matière de tarification du carbone, devraient être implantées et ajustées pour améliorer la compétitivité des solutions liées à la transition. Ces interventions devraient aller de pair avec une évaluation minutieuse de leurs répercussions en termes sociaux et d'équité, notamment sur les populations à faibles revenus, afin d'éviter qu'elles n'exacerbent la pauvreté énergétique ou n'aient d'autres effets régressifs sur le plan social.

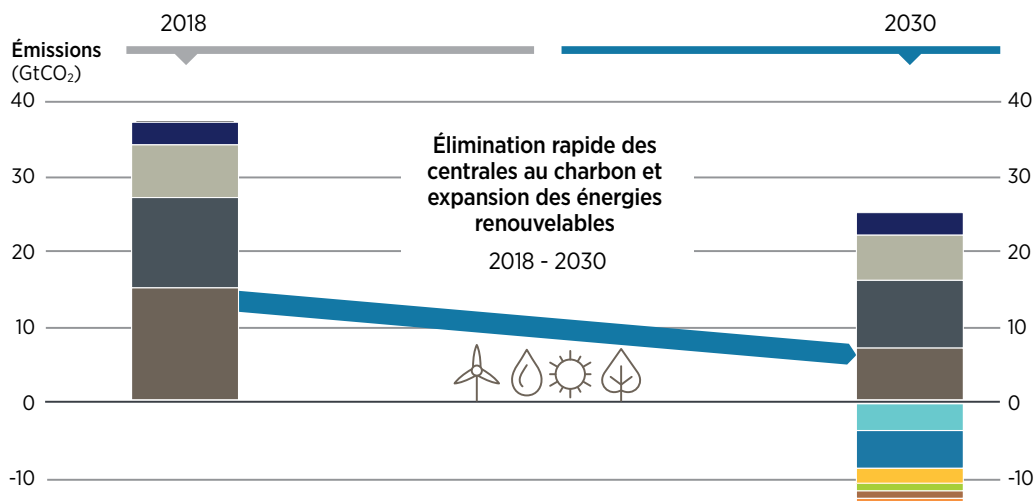


Pour respecter le Scénario à 1,5 °C, le secteur de l'électricité devra être entièrement décarboné d'ici le milieu du siècle, les énergies solaire et éolienne étant les moteurs de la transformation

La montée en puissance des énergies renouvelables, associée à une stratégie agressive en matière d'efficacité énergétique, est la voie la plus réaliste pour réduire de moitié les émissions d'ici à 2030, comme le recommande le GIEC (voir Figure ES.2). Dans le secteur de l'électricité, les énergies renouvelables sont plus rapides et moins chères à déployer que les autres solutions. Mais pour atteindre l'objectif du GIEC, les ajouts annuels de capacité en énergies renouvelables devront être trois fois supérieurs au rythme de déploiement actuel. Une telle augmentation n'est possible que si les conditions favorables sont réunies. Des objectifs et des politiques spécifiques de chaque technologie sont notamment nécessaires pour renforcer les technologies les moins abouties, comme l'énergie des océans et le solaire à concentration (CSP).

Il est nécessaire de mettre à niveau, de moderniser et d'étendre les infrastructures afin d'accroître la résilience et la flexibilité du système en vue d'améliorer sa diversification et son interconnexion et de lui permettre de prendre en charge une part importante d'énergies renouvelables variables. L'idée que seul le gaz fossile sera nécessaire pour intégrer des parts plus importantes d'énergie solaire et éolienne variable est rapidement dépassée par l'amélioration de la rentabilité des autres sources de flexibilité. Mais au-delà des nombreuses solutions technologiques, il sera nécessaire d'adapter les marchés, tant dans les systèmes libéralisés que réglementés. La structure actuelle a été développée à l'ère des combustibles fossiles, dans le but de réduire les coûts d'exploitation des grands sites de production d'électricité centralisés présentant des coûts de combustible et d'opportunité différents. À l'époque des énergies renouvelables variables, l'électricité devrait être acquise en tenant compte des caractéristiques des technologies de production décentralisées, et non pas des coûts de combustible ou d'opportunité.

FIGURE ES.2 Réduction des émissions 2018-2030



La part des énergies renouvelables dans la production d'électricité doit atteindre 65 % d'ici 2030.

- Ajout de 8 000 GW de capacité renouvelable au cours de cette décennie.
- Capacité installée d'éolien terrestre de 3 000 GW, soit quatre fois celle de 2020.
- L'éolien marin passera à 380 GW, soit 11 fois plus qu'en 2020.
- Capacité installée du solaire photovoltaïque s'élevant à 5 200 GW, soit plus de sept fois celle de 2020.
- Augmentation de la capacité hydroélectrique à 1 500 GW, soit 30 % de plus qu'en 2020.
- Les autres technologies renouvelables atteindront 750 GW, soit six fois plus qu'en 2020.

La part de l'électricité directe dans la consommation finale totale d'énergie (TFEC) doit passer de 21 % à 30 % ; le déploiement de mesures d'efficacité énergétique doit être multiplié par 2,5.

- Baisse de la TFEC d'env. 390 EJ aujourd'hui à 370 EJ.
- Élargissement de l'électrification des services énergétiques, notamment dans le secteur des transports.
- Amélioration des normes en matière d'efficacité énergétique et rénovation des bâtiments existants.
- Modification des processus industriels, délocalisation des industries et pratiques d'économie circulaire.

Les énergies renouvelables directes dans les secteurs d'utilisation finale doivent passer de 12 % en 2019 à 19 % d'ici 2030.

- Consommation d'hydrogène pour atteindre un minimum de 19 EJ d'ici 2030.
- La consommation totale de bioénergie et de matières premières dans l'industrie passera à 25 EJ, soit 2,5 fois plus qu'en 2019.
- Les solutions solaires thermiques, géothermiques et de chauffage urbain seront portées à 60 EJ, soit 1,3 fois les niveaux de 2019.
- La part des biocarburants dans la consommation énergétique du secteur des transports passe de 3 % en 2019 à 13 %.
- Renforcement des ambitions concernant le Biojet pour atteindre 20 % de la consommation totale de carburant d'ici à 2030.

- Processus et services non énergétiques
- Gaz naturel
- Pétrole
- Charbon

- Économies d'énergie et efficacité énergétique
- Énergies renouvelables (électricité et utilisations directes)
- Électrification des utilisations finales (direct)

- Hydrogène et dérivés
- CSC dans l'industrie
- BECCS et autres mesures d'élimination du carbone

Remarque : GW = gigawatt ; Gt = gigatonne ; CSC = captage et stockage du carbone ; BECCS = bioénergie avec captage et stockage du carbone.

L'hydrogène vert devrait passer d'une situation de niche à celle de courant dominant d'ici 2030.

Alors que les électrolyseurs représentaient une capacité installée de seulement 0,5 GW en 2021, ils devraient atteindre quelque 350 GW d'ici 2030. Les politiques accordent une grande attention à l'hydrogène. Les années à venir devraient donc être marquées par des actions concrètes visant à développer son marché mondial et à en réduire les coûts. À cet égard, la mise au point de normes et de garanties d'origine, ainsi que de régimes d'aide destinés à couvrir l'écart de coût des solutions vertes, permettra à l'hydrogène d'apporter une contribution significative aux efforts déployés en faveur du climat sur le long terme.

La contribution de la bioénergie moderne à la satisfaction de la demande en énergie, y compris celle en matières premières, devra tripler d'ici 2030.

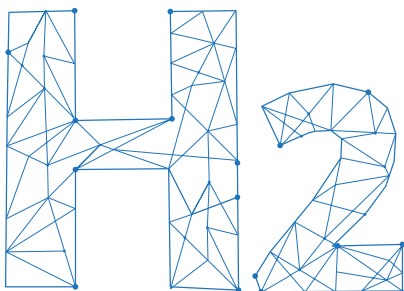
Par ailleurs, il sera nécessaire de remplacer l'utilisation traditionnelle de la biomasse (comme le bois de chauffage) par des solutions de cuisson propres. L'offre de biomasse peut être étendue, mais son expansion devra être gérée de façon rationnelle pour garantir sa durabilité et minimiser ses effets négatifs. Les politiques visant à promouvoir une utilisation plus large de la bioénergie doivent être assorties de procédures et de réglementations solides et fondées sur des données factuelles en matière de durabilité.

La plupart des véhicules vendus d'ici 2030 devraient être électriques.


L'électromobilité est l'un des grands espoirs de la transition énergétique, puisque les véhicules électriques (VE) représentaient déjà 8,3 % des ventes mondiales de voitures en 2021 (EV-Volumes, 2022). Cette part est appelée à augmenter rapidement dans les années à venir. La capacité annuelle de fabrication de batteries devrait quadrupler entre 2021 et 2025, pour atteindre environ 2 500 GWh. Toutefois, la croissance des VE dépend en dernière analyse d'une croissance massive des infrastructures de recharge au cours de la prochaine décennie, ainsi que des incitations financières et fiscales visant à promouvoir leur adoption, des dispositions concernant les chargeurs, et la restriction des véhicules à moteur à combustion. Des efforts accrus devraient par ailleurs être accomplis pour réduire les besoins de déplacement et promouvoir le recours aux transports publics et au vélo lorsque cela est possible.

Tous les nouveaux bâtiments doivent être sobres en énergie et les taux de rénovation doivent être considérablement augmentés.

L'amélioration des mesures et des réglementations pour les bâtiments peut faire une immense différence à court terme. La décarbonation du chauffage et de l'industrie du froid nécessitera des modifications des codes de construction, des normes de performance énergétique pour les appareils, et des obligations pour les technologies de chauffage et de refroidissement basées sur les énergies renouvelables, notamment les chauffe-eau solaires, les pompes à chaleur utilisant les énergies renouvelables et le chauffage géothermique. L'effort de décarbonation du chauffage et de l'industrie du froid devra être poursuivi au cours des prochaines décennies, mais les mesures qui viennent d'être évoquées doivent être mises en place sans tarder.



Le déploiement accéléré de l'hydrogène vert et la biomasse durable sont des solutions clés pour décarboner les secteurs difficiles à maîtriser tout en contribuant à la sécurité énergétique



Il faut agir de toute urgence ; les pays doivent fixer des objectifs plus ambitieux et introduire des mesures visant à accroître l'efficacité énergétique et le déploiement des énergies renouvelables.

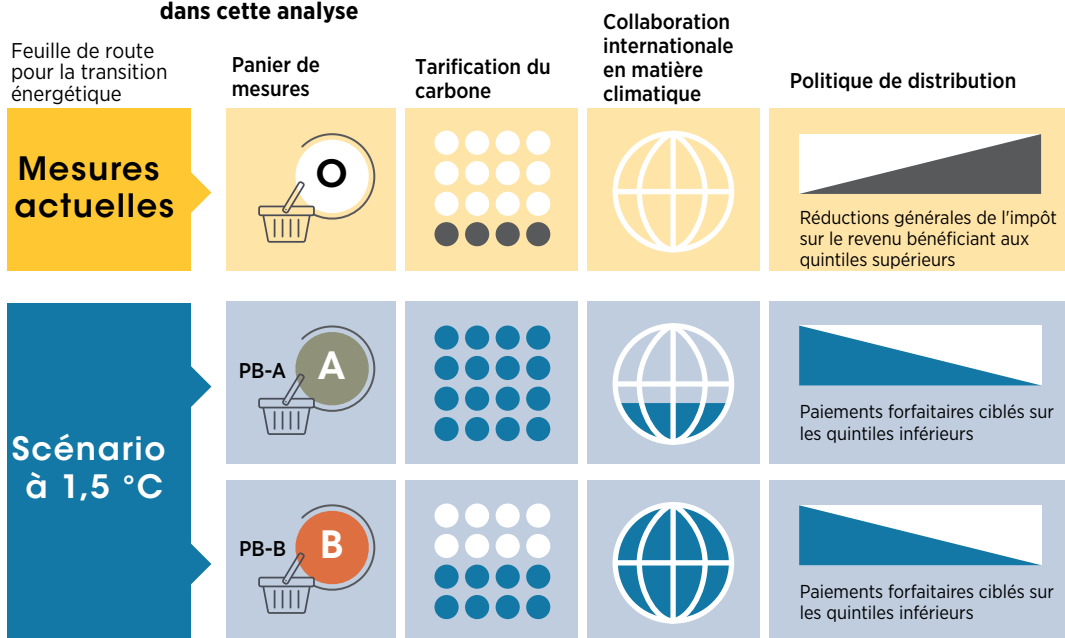
La gestion de la demande permettrait d'atténuer les nombreux problèmes qui se posent à court terme tout en contribuant à la sécurité de l'approvisionnement en énergie et en matériaux sur le long terme. La transformation du système énergétique ne consiste pas seulement à changer de sources d'énergie, mais aussi à garantir l'efficacité de leur utilisation dans tous les secteurs. L'innovation, le recyclage et l'économie circulaire joueront un rôle important dans la poursuite de l'efficacité à moyen et long terme. Les années à venir devraient être marquées par une augmentation des investissements dans la recherche et développement et des projets pilotes le long des chaînes de valeur des six pistes technologiques décrites ci-dessus. Pour y parvenir, il faudra agir afin de réduire la consommation superflue et de rompre avec un système fondé sur une consommation à croissance infinie.

L'ambition croissante des plans énergétiques nationaux et des contributions déterminées au niveau national formulées dans le cadre de l'Accord de Paris sur le climat de 2015 doit être suffisamment ferme pour offrir une certitude quant à l'orientation suivie et guider les stratégies d'investissement. L'accord relatif à un Pacte de Glasgow pour le climat appelait les parties à réexaminer et à renforcer les objectifs de leurs CDN pour 2030 d'ici à la fin de 2022, afin de s'aligner sur l'objectif de 1,5 °C fixé dans l'Accord de Paris. En plus d'accroître l'ambition de leurs CDN révisées, les Parties doivent établir des plans de mise en œuvre nationaux assortis d'objectifs clairement définis, notamment en matière d'efficacité, d'énergies renouvelables et d'utilisations finales.

Il est nécessaire de compter sur un ensemble complet de politiques couvrant toutes les pistes technologiques pour atteindre les niveaux de déploiement requis d'ici à 2030. Les politiques de déploiement doivent soutenir la création de marchés, pour faciliter ainsi la réduction des coûts des technologies et leur implantation à grande échelle, et augmenter les niveaux d'investissement alignés sur les besoins de la transition énergétique. Des institutions fortes seront nécessaires pour coordonner les politiques structurelles et en faveur d'une transition juste et gérer les éventuels déséquilibres. Seul un cadre politique global à l'échelon mondial peut rassembler les pays et orchestrer une transition juste sans laissés pour compte et apte à renforcer les flux internationaux de financement, de capacités et de technologies.

L'analyse socio-économique menée par l'IRENA montre que l'adoption de mesures politiques et réglementaires progressistes renforce les bénéfices de la transition énergétique. Pour mieux comprendre l'impact des différents paniers de mesures, une analyse de sensibilité examine comment la voie de transition énergétique la plus ambitieuse, à savoir le Scénario à 1,5 °C, peut donner lieu à des résultats socio-économiques différents selon le niveau de collaboration internationale, la tarification du carbone, et l'application de mesures fiscales progressistes, entre autres programmes gouvernementaux (politique de distribution). La Figure ES.3 illustre les principales différences observées dans cette analyse de sensibilité entre les paniers de mesures actuels (PB-O) et ceux utilisés dans le Scénario à 1,5 °C (Paniers de mesures A et B).

FIGURE ES.3 Divergences conceptuelles entre les différents paniers de mesures considérés dans cette analyse



Le panier de mesures A (PB-A) implique une taxe carbone relativement élevée et une collaboration internationale restreinte (c'est-à-dire des flux limités, quoique supérieurs aux engagements actuels).

Le panier de mesures B (PB-B) impose quant à lui une taxe carbone plus faible (mais toujours supérieure aux niveaux actuels), combinée à une collaboration internationale plus soutenue.

Le panier de mesures O (PB-O) correspond aux politiques actuelles

Politique de distribution : une autre différence essentielle entre le Scénario à 1,5 °C et les politiques actuelles réside dans la façon dont les recettes et les dépenses fiscales abordent les problèmes de distribution. Les paniers de mesures PB-A et PB-B comprennent des politiques de distribution plus progressistes au sein des pays. Les principales conséquences du passage du panier de mesures A au panier B dans le cadre du Scénario à 1,5 °C sont l'amélioration significative de la distribution des bénéfices socio-économiques grâce à l'effet combiné d'une plus grande collaboration internationale (politique de distribution entre les pays), de la baisse de la tarification du carbone et de l'amélioration des politiques de distribution au sein des pays. La situation d'une grande majorité de la population mondiale serait améliorée par les mesures du panier PB-B, qui est plus progressiste.

La voie à suivre

Le Scénario à 1,5 °C nécessitera des investissements à hauteur de 5,7 billions d'USD par an jusqu'en 2030. Les décisions en matière d'investissement s'inscrivent dans la durée et s'accompagnent d'un risque élevé de voir des actifs tomber en désuétude, c'est pourquoi une logique à long terme est nécessaire. L'IRENA estime que chaque année, 0,7 billion d'USD d'investissements dans les combustibles fossiles devraient être réorientés vers les technologies de la transition énergétique. Des mesures visant à éliminer les distorsions du marché, associées à des incitations en faveur des solutions de transition énergétique, faciliteront les évolutions nécessaires au niveau des structures de financement. Même si la plupart des capitaux supplémentaires devraient provenir du secteur privé, les fonds publics devront également doubler pour catalyser le financement privé et créer un environnement propice à une transition rapide débouchant sur des résultats socio-économiques optimaux.

D'ici à 2030, le Scénario à 1,5 °C devrait permettre la création de près de 85 millions d'emplois supplémentaires liés à la transition énergétique par rapport à 2019 et favoriser une augmentation du produit intérieur brut (PIB) mondial. Les 26,5 millions d'emplois supplémentaires dans le secteur des énergies renouvelables et les 58,3 millions d'emplois supplémentaires dans ceux de l'efficacité énergétique, des réseaux électriques et de la flexibilité, ainsi que de l'hydrogène, font plus que compenser les pertes de 16 millions d'emplois dans les filières fossile et nucléaire. Pour couvrir tous les besoins en ressources humaines associés aux emplois nouvellement créés, il convient d'intensifier les programmes en matière d'éducation et de formation, ainsi que les mesures visant à constituer une main-d'œuvre de transition inclusive et garantissant l'égalité entre les hommes et les femmes. Si le PIB mondial augmente avec le Scénario à 1,5 °C, l'analyse présentée dans ce rapport révèle que les variations régionales et nationales dépendront fortement des mesures politiques et réglementaires et des flux coopératifs de connaissances et d'aides financières à l'échelon international.

Les plus gros consommateurs d'énergie et émetteurs de carbone devront mettre en œuvre les plans et les investissements les plus ambitieux d'ici 2030. Pour ce faire, il sera nécessaire de dépasser les engagements à long terme en matière de décarbonation et de définir des objectifs des plans et des politiques opérationnels concrets sur le court et le moyen terme. Les pays du G20 et du G7 ont un rôle essentiel à jouer dans la conduite de l'effort mondial de transition énergétique au niveau international. Des fonds et des connaissances doivent être mis à la disposition des nations les moins riches pour avancer dans la poursuite d'un monde inclusif et plus équitable.

À l'échelle mondiale et dans la plupart des pays, les bénéfices socio-économiques du Scénario à 1,5 °C par rapport à celui du statu quo augmentent. Pour soutenir ces résultats positifs, la mise en œuvre de politiques et de programmes progressistes sera néanmoins essentielle. Comme le montre l'analyse du présent rapport, leur principal effet est l'amélioration significative de la distribution des bénéfices socio-économiques de la transition entre les sociétés et les régions géographiques.



Une transition énergétique basée sur les énergies renouvelables peut contribuer à résoudre plusieurs problèmes à la fois : coût abordable de l'énergie, sécurité énergétique et crise climatique

L'indice de bien-être pour la transition énergétique de l'IRENA montre que le Scénario à 1,5 °C améliore considérablement le bien-être mondial. Cet indice, à travers ses cinq dimensions,² offre une vision globale des répercussions socio-économiques de la transition. Les constatations suivantes méritent une attention particulière :

- L'évaluation de l'effet des politiques sur les répercussions socio-économiques des feuilles de route de la transition permet de mieux comprendre l'expérience réelle de la transition. Les décideurs politiques devraient explorer ces répercussions et ajuster leurs plans afin de veiller à ce que les politiques climatiques offrent le maximum de bénéfices partagés.
- La mise en œuvre de mesures et de programmes fiscaux et réglementaires plus progressistes, tant au niveau national qu'international, permettra de tempérer les effets régressifs des taxes sur le carbone tout en répartissant mieux les bénéfices et les charges issus de la transition.
- Pour permettre une transition rapide qui respecte les objectifs en matière climatique, un engagement politique est nécessaire en vue de soutenir la coopération internationale au plus haut niveau. D'ici 2030, la collaboration internationale en matière climatique devrait augmenter considérablement par rapport aux niveaux actuels. L'introduction de ces niveaux plus élevés de coopération internationale et de politiques de distribution plus progressistes garantira une transition équitable et juste.

La réalisation de l'accès de tous à des services d'énergie modernes d'ici 2030 est l'un des principaux axes d'une transition énergétique juste et inclusive alignée sur l'objectif de 1,5 °C. Malgré les progrès réalisés, l'accès universel à l'énergie poursuivi à travers l'Objectif n° 7 des Nations Unies pour le développement durable est compromis. On estime qu'en 2019, 758 millions de personnes vivaient sans électricité dans le monde, et 2,6 milliards n'avaient accès ni à des combustibles ni à des technologies de cuisson propres. Si la trajectoire actuelle est maintenue, le monde passera largement à côté de l'objectif de l'accès universel. Les solutions d'énergies renouvelables décentralisées peuvent jouer un rôle crucial dans la résolution du problème de l'accès tout en favorisant la prestation de services essentiels et des activités génératrices de revenus dans tous les secteurs.

L'année 2022 comporte de nouveaux défis, avec des préoccupations liées à la hausse rapide des prix de l'énergie et à la sécurité énergétique. Dans le même temps, l'objectif climatique de 1,5 °C s'éloigne de plus en plus de la réalité ; à moins d'une action spectaculaire et immédiate, il disparaîtra à jamais. Cette édition des *Perspectives pour les transitions énergétiques mondiales* montre comment ces deux défis peuvent être relevés simultanément, en accélérant la transition énergétique par l'intensification du déploiement des énergies renouvelables dans tous les secteurs. Les arguments économiques en faveur du déploiement des énergies renouvelables sont de plus en plus convaincants, et les bénéfices seront nombreux. Mais des stratégies et des plans clairs sont nécessaires. Il est temps d'agir. Les années qui restent jusqu'en 2030 constituent une période cruciale pour la viabilité de l'objectif de 1,5 °C d'ici à 2050.

² Les aspects économiques, sociaux et environnementaux, mais aussi la distribution et l'accès à l'énergie.

