



REmap 2030

Feuille de route pour les énergies renouvelables



Résumé des conclusions

Copyright © IRENA 2014

Sauf indication contraire, les éléments de cette publication peuvent être utilisés, partagés ou reproduits librement, à condition de mentionner l'IRENA comme en étant la source.

Ce rapport a été publié pour la première fois en janvier 2014 en tant que première publication des résultats de REmap 2030. Certains éléments de son contenu ont été réactualisés dans la présente version (notamment pages 25-28, y compris le graphique 7, et pages 38-39, y compris le tableau 3).

À propos de l'IRENA

L'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA) est un organisme intergouvernemental qui soutient les pays dans leur transition vers un futur énergétique durable. Plateforme principale de coopération internationale, centre d'excellence, base de connaissances sur les politiques, les technologies, les ressources et les données financières relatives aux énergies renouvelables, l'IRENA encourage l'adoption et l'utilisation durables, à grande échelle, de toutes les formes d'énergies renouvelables. La bioénergie, les énergies géothermique, hydroélectrique, marine, solaire et éolienne, sont ainsi mises au service du développement durable, de l'accès à l'énergie, de la sécurité énergétique, de la croissance et la prospérité économiques tout en limitant les émissions de carbone.

L'intégralité du rapport REmap 2030, ce résumé des conclusions et d'autres documents de support peuvent être téléchargés sur www.irena.org/remap

Pour de plus amples informations ou pour nous faire part de vos réactions, veuillez contacter l'équipe de REmap à l'adresse remap@irena.org ou secretariat@irena.org

Les rapports REmap sont également disponibles sur www.irena.org/publications

Citation du rapport

IRENA (2014), REmap 2030 : Feuille de route pour les énergies renouvelables, Résumé des conclusions, juin 2014. IRENA, Abu Dhabi. www.irena.org/remap

Clause de non-responsabilité

Bien que cette publication prône l'adoption et l'utilisation des énergies renouvelables, l'Agence internationale pour les énergies renouvelables ne soutient aucun projet, produit ou prestataire particulier.

Les dénominations employées et la présentation des documents mentionnés n'impliquent pas l'expression d'une quelconque opinion de la part de l'Agence internationale pour les énergies renouvelables concernant le statut légal de tout pays, territoire, ville ou zone géographique, ou concernant la délimitation de ses frontières ou de ses limites territoriales.



REmap 2030
Feuille de route
pour les énergies renouvelables

Avant-propos



En 2011, le Secrétaire général des Nations Unies lançait l'initiative Énergie durable pour tous (SE4ALL) établissant trois objectifs interdépendants à atteindre d'ici 2030 : garantir l'accès universel à des services énergétiques modernes, multiplier par deux le taux d'amélioration de l'efficacité énergétique au niveau mondial, et doubler la part des énergies renouvelables dans le bouquet énergétique mondial. L'IRENA s'est ralliée à cette entreprise mondiale et en a pris la direction en devenant la plate-forme centrale en matières d'énergies renouvelables de SE4ALL. REmap 2030 est la solution proposée par l'IRENA pour atteindre le troisième objectif ; elle précise comment nous pouvons travailler ensemble pour parvenir au doublement de la part des énergies renouvelables dans le bouquet énergétique mondial. Ce rapport est une synthèse de la toute première feuille de route établie à l'échelle mondiale pour affronter ce défi.

REmap 2030 est un appel à l'action mais également une très bonne nouvelle. Il nous a en effet permis de constater que les ressources technologiques nécessaires étaient d'ores et déjà disponibles pour atteindre l'objectif fixé pour 2030, voire pour le dépasser. De surcroît, en prenant en compte l'ensemble des coûts externes, la transition vers les énergies renouvelables peut n'entraîner aucun surcoût.

Notre appel à l'action est le suivant : si les États ne prennent pas dès maintenant les mesures nécessaires, nous manquerons notre but, et de très loin. Si nous poursuivons sur notre lancée, avec les politiques actuellement en vigueur, la part des énergies renouvelables dans le monde, actuellement de 18%, n'atteindra que 21 % au lieu des 36 % envisageables, ou plus.

REmap 2030 constitue une initiative internationale sans précédent, regroupant le travail de 82 experts nationaux issus de 42 pays. Ce programme de collaboration d'une année a été jalonné de webinaires internationaux, de rencontres au niveau régional et d'ateliers nationaux regroupant des experts techniques, des organismes de l'industrie et des décideurs politiques. Ses conclusions ne laissent aucune place à l'ambiguïté. Par rapport aux systèmes énergétiques basés sur les énergies fossiles, les énergies renouvelables permettent une participation accrue des différents acteurs, sont préférables pour la santé des populations, sont plus créatrices d'emplois et fournissent une solide piste pour la réduction des émissions de carbone, objectif dont l'urgence s'accroît de jour en jour. De nombreuses technologies d'énergies renouvelables constituent déjà l'option la plus économique pour la fourniture des services énergétiques, alors que les progrès issus de l'innovation et le déploiement continu permettent de réduire encore les coûts.

Pourtant, parallèlement à ces avancées, une certaine méconnaissance persiste quant à l'impact positif que les énergies renouvelables peuvent représenter à l'échelle mondiale dans l'établissement d'une croissance durable et globale. Les responsables politiques ne disposent pas d'une information suffisante sur les problématiques et les possibilités à venir et les électeurs nationaux ont difficilement accès à des informations objectives et transparentes. REmap 2030 vise à contribuer à remédier à ces lacunes.

Bien évidemment, il n'existe pas de solution universelle. Chaque pays est différent et chacun devra suivre sa propre voie. REmap 2030 invite les pays à se forger un avenir dans lequel la place des énergies renouvelables sera la mieux adaptée à leur situation, en se basant sur les données disponibles les plus exhaustives et transparentes. REmap 2030 est aussi un document voué à évoluer. Ce résumé actualisé complète la publication d'un rapport plus détaillé, qui sera suivi d'une série d'études spécifiques consacrées à un pays ou une question en particulier.

Pourtant, le choix que nous présente REmap 2030 est fondamentalement simple. Entreprendre aujourd'hui les actions nécessaires pour bâtir un avenir sain, prospère et écologiquement durable grâce à l'emploi des énergies renouvelables, ou continuer comme avant et voir nos espoirs en un avenir fondé sur un système énergétique durable relégués à un lointain futur. Pour moi, la question ne se pose pas. Les énergies renouvelables ne sont pas une option. Elles sont une nécessité. REmap nous ouvre la voie pour y parvenir.

Adnan Z. Amin
Directeur général
Agence internationale pour les énergies renouvelables

Message du responsable de l'initiative



« Énergie durable pour tous »

Lorsque le Secrétaire général des Nations Unies a donné le coup d'envoi de l'initiative Énergie durable pour tous en 2011, il a adressé au monde un message : pour pouvoir parvenir à un progrès durable et équitable, nous devons changer les modes d'approvisionnement en énergie de nos sociétés. Outre la garantie d'un accès universel aux services énergétiques modernes et l'amélioration de l'efficacité énergétique, nous devons multiplier par deux la part des énergies renouvelables dans le bouquet énergétique mondial d'ici 2030.

Pour parvenir à un système énergétique durable pour tous, nous devons investir dans un avenir collectif, qui doit être entièrement intégré dans l'agenda de développement post-2015. En 2014, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat a réaffirmé l'urgence de l'appel du Secrétaire général. Comme le montre clairement le rapport du Groupe, une transition mondiale vers les énergies propres, centrée sur l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, constitue la meilleure option pour la protection du climat planétaire.

Le lancement de REmap 2030 ne pourrait donc être plus opportun. Première feuille de route mondiale en son genre, basée sur une analyse sans précédent des 26 marchés énergétiques principaux, elle montre ce que nous devons faire, mais également comment nous pouvons le faire. Elle s'articule autour d'un constat remarquable : il est effectivement possible de multiplier par deux la part des énergies renouvelables dans le monde à l'horizon 2030, et de surcroît, à un coût inférieur aux autres options. En d'autres termes, l'une des solutions majeures au plus grand problème de notre ère – le réchauffement climatique – se révèle également l'option la plus rentable.

REmap 2030 montre également comment les autres objectifs clés du groupe de travail Énergie durable pour tous – garantir l'accès universel aux services énergétiques modernes et doubler le taux d'amélioration de l'efficacité énergétique au niveau mondial – bénéficieront de l'impulsion donnée aux énergies renouvelables. REmap 2030 ouvre la voie pour que des centaines de millions de personnes actuellement non raccordées aux réseaux électriques puissent bénéficier d'une énergie propre, saine et produite localement. L'étude met également en lumière la puissante relation symbiotique entre énergie renouvelable et efficacité énergétique, dans laquelle les progrès de l'une génèrent des avancées dans l'autre.

L'enjeu pour nous consiste à porter ces messages, pour qu'ils soient entendus par le plus grand nombre. REmap 2030 doit être vue non seulement par les décideurs politiques et les experts en climatologie, mais aussi par le monde de la finance, les chefs d'entreprises, les grands industriels et les investisseurs en capital-risque. Son propos est clair : le monde est au seuil d'une nouvelle révolution industrielle, une révolution qui pourra être alimentée par des sources d'énergie propres, saines et inépuisables. Saisissons cette opportunité avec enthousiasme pour bâtir un monde meilleur.

Kandeh Yumkella
Représentant spécial
du Secrétariat général des Nations Unies
et Directeur de l'initiative « Énergie durable pour tous »

Remerciements

Cette étude a été préparée par l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA). Elle a été conçue par Dolf Gielen, Directeur de l'innovation et des technologies, qui dirige également l'équipe REMap de l'IRENA. Deger Saygin a coordonné l'analyse. Les études nationales ont été menées par une équipe d'analystes : Ruud Kempener, Masaomi Koyama, Asami Miketa, et Nicholas Wagner, avec le soutien de Varun Gaur et Emily Kwok. L'analyse socio-économique et politique a été préparée par des experts internes de différents départements de l'Agence : Rabia Ferroukhi, Arslan Khalid, Álvaro López-Peña, Shunichi Nakada et Michael Taylor, avec le soutien de Kathleen Daniel et Estrella Piechulek. L'analyse a largement bénéficié des commentaires et suggestions de Zuzana Dobrotkova, Elizabeth Press, Jeff Skeer et Frank Wouters. Craig Morris (consultant) était responsable de la révision technique.

L'étude a bénéficié d'apports de nombreux points focaux nationaux de l'IRENA et des experts REMAP qui ont fourni des informations, examiné les analyses de pays ou les versions préliminaires de la feuille de route et participé à des réunions d'examen. Leurs commentaires et suggestions ont été précieux et ont façonné la feuille de route finale. Ces points focaux et experts incluent :

Afrique du Sud : Andre Otto ; **Allemagne** : Alexander Haack, Rainer Hinrichs-Rahlwes, David Jacobs, Niklas Martin, Tobias Nagler, Thomas Pregger, Martin Schoepe, Gerhard Stryi-Hipp, Sven Teske, Ellen von Zitzewitz ; **Arabie saoudite** : Thamer AlMahoudi, Ibrahim Babelli, Ahmed Al Sadhan, Otman Al Saleh, Hussain Shibli, Maqbool Moos ; **Australie** : Helen Bennett, Shari Laphorne, Arif Sayed, Tim Sill, Veronica Westacott ; **Belgique** : Reinhilde Bouckaert, Els van de Velde ; **Canada** : Michael Paunescu, Nadja Schauer ; **Chine** : Dong Ming Ren, Kaare Sandholt ; **Commission européenne** : Thierry Bertouille, Tom Howes, Oyvind Vessia ; **Corée du Sud** : Jiwoon Ahn, Yong-Kyung Chung, Sangjun Lee, Yungsoo Shin, Jin Yong Soh, S.K.Gavin Yu ; **Danemark** : Therese Kofoed Jensen, Hans Jørgen Koch, Jakob Stenby Lundsager, Trine Tougaard ; **Émirats arabes unis** : Ayu Abdullah, Steve Griffiths, Dane McQueen, Sgouris Sgouridis ; **Équateur** : Jorge Burbano, Daniel Ortega, Alfredo Samaniego, Luis Villafuerte ; **États-Unis** : Doug Arent, Carla Frisch, Michael Mills, Timothy Williamson ; **France** : Cécile Gracy, Remy Lauranson ; **Inde** : D.K. Khare ; **Indonésie** : Herman Darnel Ibrahim ; **Italie** : Maria Gaeta, Luca Miraglia, Estella Pancaldi, Riccardo Toxiri, Jan Okko Ziegler ; **Japon** : Junichi Fujino, Mirei Isaka, Yoshihiro Kaga, Kenji Kimura, Yuki Kudoh, Daisuke Kunii, Hiranao Matsubara, Toshiaki Nagata, Mika Ohbayashi, Tetsuro Oi, Yoshiaki Shibata, Manabu Utagawa, Tatsuya Wakeyama, Yoh Yasuda ; **Malaisie** : Wei-nee Chen, Gladys Mak, Lim Shean Pin ; **Maroc** : Karim Choukri ; **Mexique** : Margott Galvan, Eduardo Iglesias Rodríguez, Ricardo Saldana ; **Nigeria** : Eli Jidere Bala ; **Pays-Bas** : Rick Bosman, Marc Londo, Karina Veum ; **Royaume-Uni** : Nick Clements, Jonathan Radcliffe, Rachel Solomon Williams ; **Russie** : Evgeniy Nadezhdin ; **Tonga** : Inoke F. Vala ; **Turquie** : Selahattin Çimen, Mustafa Erkeç, Sebahattin Öz, Yusuf Yazar ; **Ukraine** : Oleksandr Grytsyk, Igor Kovalov, Mykola Pashkevych ; **Uruguay** : Pablo Caldeiro, Magdalena Preve.

Plusieurs autres experts ont apporté des informations utiles qui ont enrichi cette analyse. Nombre d'autres pays ont désigné des points focaux et experts nationaux, préparant ainsi une assise solide pour étendre la portée de REMap dans les années à venir.

Le rapport REmap a également bénéficié de commentaires et de suggestions de la part d'institutions internationales :

Copper Association : Nigel Cotton ; **Conseil européen des énergies renouvelables** : Rainer Hinrichs-Rahlwes ; **Conseil européen de l'énergie géothermique** : Luca Angelino ; **Agence internationale de l'énergie (AIE)** : Cédric Philibert ; **Photovoltaic Power Systems Programme, AIE / European Photovoltaic Industry Association** : Gaëtan Masson ; **Renewable Energy Technology Deployment, AIE** : David de Jager ; **Institute of Energy Economics, Japon** : Yuhji Matsuo et Kaoro Yamaguchi ; **Organisation latino-américaine de l'énergie (OLADE)** : Fabio Garcia ; **Énergie durable pour tous (SE4ALL), plateforme de l'efficacité énergétique** : Pedro Filipe Paralta Carqueija ; **Programme des Nations Unies pour l'environnement** : Mark Radka ; **Banque mondiale** : Vivien Foster ; **World Bioenergy Association** : Heinz Kopetz ; **World Wind Energy Association** : Jami Hossain.

Des points de vue analytiques ont été fournis par les participants à l'**Energy Technology Systems Analysis Programme de l'AIE** : Edi Assoumou, Alessandro Chiodi, Umberto Ciorba, Kari Espegren, Maria Gaeta, George Giannakidis, Hiroshi Hamasaki, Maryse Labriet, Amit Kanudia, Kenneth Bernard Karlsson, Tom Kober, Nadia Maïzi, Brian O'Gallachoir, Júlia Seixas, Sofia Simoes, GianCarlo Tosato.

Nous remercions Morgan Bazilian (National Renewable Energy Laboratory, États-Unis), Tomas Kåberger (Fondation japonaise des énergies renouvelables), Steve Sawyer (Global Wind Energy Council) et Giorgio Simbolotti (Agence nationale italienne pour les nouvelles technologies, l'énergie et le développement économique durable – ENEA) pour leur examen du manuscrit.

Nombre d'experts et d'intervenants ont participé aux ateliers organisés pour alimenter cette étude, apportant des idées innovantes, un retour et des informations utiles. Ces débats se sont tenus notamment lors des événements suivants :

- Atelier IRENA REmap, Malte, 5 septembre 2012
- Atelier IRENA REmap, Abu Dhabi, 14 novembre 2012
- Semaine internationale de l'énergie, Singapour, 31 octobre 2013
- Atelier IRENA REmap, Abu Dhabi, 12/13 novembre 2013
- Évènement parallèle à la 19^e Conférence des parties (COP 19) de la Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, Varsovie, 22 novembre 2013

L'IRENA reste seule responsable des analyses, des résultats et des conclusions du présent rapport.

Table des matières

1. REmap 2030 : aperçu général	11
2. Actions pour un déploiement accéléré des énergies renouvelables.....	14
3. Cadre institutionnel et dialogue national	15
4. Pistes pour un doublement de la part des énergies renouvelables dans le monde.....	20
5. Options technologiques pour atteindre l'objectif.....	33
6. Action nationale et coopération internationale.....	41
Références	47
Abréviations	50
Glossaire.....	51
Conclusions par pays.....	52

Tableaux

Tableau 1. Ventilation de la part des énergies renouvelables dans le monde, par secteur et total	23
Tableau 2. Effets des options REmap sur l'emploi.....	28
Tableau 3. REmap 2030 : aperçu général.....	38

Graphiques

Graphique 1.	Doubler la part des énergies renouvelables à l’horizon 2030	15
Graphique 2.	Définition des options REmap.....	17
Graphique 3.	Les 26 pays du rapport REmap	19
Graphique 4.	Les paliers vers un doublement des énergies renouvelables	21
Graphique 5.	Répartition de la consommation mondiale d’énergies renouvelables en 2010 et selon REmap 2030, par technologie et par secteur	24
Graphique 6.	Courbe de coûts technologiques des 26 pays REmap en 2030 dans l’optique gouvernementale	25
Graphique 7.	Coûts de substitution et bénéfices moyens par secteur	27
Graphique 8.	Niveau actuel et projeté de la part des énergies renouvelables sur le total de la consommation finale d’énergie par pays, 2010-2030.....	29
Graphique 9.	Liens entre le potentiel des pays en EnR et les coûts de substitution.....	30
Graphique 10.	Émissions de dioxyde de carbone dans REmap 2030.....	31
Graphique 11.	Projections pour la part des EnR dans le total de la consommation d’énergie finale, 2030	32
Graphique 12.	Projections de croissance pour des technologies spécifiques d’électricité renouvelable	33
Graphique 13.	Comment les renouvelables compensent les combustibles fossiles	34
Graphique 14.	Demande mondiale en bioénergie primaire par secteur avec les options REmap, 2030.....	35
Graphique 15.	Courbe d’approvisionnement globale pour la biomasse, 2030	36
Graphique 16.	Guide pour les politiques dans le cycle technologique	42

1. REmap 2030 : aperçu général

La part des énergies renouvelables dans le monde peut atteindre et même dépasser 30 % d'ici 2030. Les technologies sont déjà disponibles à ce jour pour pouvoir réaliser cet objectif. L'efficacité énergétique et l'amélioration de l'accès à l'énergie peuvent porter la part des sources renouvelables dans le bouquet énergétique mondial à pratiquement 36 %. Pour aller plus loin, il est nécessaire de sortir des schémas établis avec un arrêt anticipé des installations énergétiques conventionnelles, des percées technologiques et une évolution de la société initiée par les consommateurs. Le rapport résumé ici, préparé par l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA) sur la base de vastes consultations et d'une co-opération à l'échelle mondiale, propose une feuille de route globale destinée à doubler la part des renouvelables dans le bouquet énergétique.

- **REmap 2030** indique une marche à suivre pour doubler la part des énergies renouvelables dans le total de la consommation finale d'énergie (TFEC) au niveau mondial¹. Les stratégies politiques actuellement en vigueur et à l'étude – désignées dans ce document comme **cas de référence** – ne parviendraient qu'à une faible augmentation de la part des énergies renouvelables dans le monde, de 18 % actuellement à 21 % en 2030. Cette étude dégage des **options REmap** supplémentaires. En doublant le rythme d'amélioration de l'efficacité énergétique et en assurant un accès universel aux services énergétiques modernes, la part des énergies renouvelables pourra atteindre pratiquement 36 %².
- Pour poursuivre la transition au-delà d'un doublement de la part des énergies renouvelables, une intensification des politiques de recherche, développement et déploiement (RD&D) est nécessaire, ainsi que l'élaboration de normes, d'un contrôle qualité et le développement d'une coopération technologique et de capacités de développement de projets. Ces possibilités technologiques sont présentées dans les options **RE+**.

- La biomasse représente aujourd'hui 75 % de la consommation totale d'énergies renouvelables dans laquelle la biomasse traditionnelle compte pour plus de 50 %. Cependant, la totalité de la biomasse traditionnelle utilisée aujourd'hui ne peut pas être considérée comme renouvelable. À mesure que le recours à la biomasse traditionnelle se réduira, **la part des énergies renouvelables modernes sera plus que triplée**. Comme la demande énergétique continue de s'accroître, il s'agit donc de **multiplier par quatre les énergies renouvelables modernes en termes absolus**. Les coûts technologiques ont considérablement diminué et continueront de décroître grâce à l'innovation technologique, la concurrence et l'expansion des marchés, ainsi qu'à la rationalisation des réglementations³.
- Au niveau national, le cas de référence prévoit entre 1 % et 43 % de déploiement des énergies renouvelables en 2030, avec une moyenne pondérée à 21 % pour les 26 pays du rapport REmap (en tenant compte de l'utilisation de la biomasse traditionnelle). Si les options REmap sont pleinement mises en œuvre, les résultats s'échelonnent entre 6 % et 66 %, avec une moyenne pondérée de 27 % (hors utilisation de la biomasse traditionnelle). La moyenne serait portée à 30 % au niveau mondial.
- Le niveau des ambitions en matière d'énergies renouvelables tend à aller de pair avec le niveau des prix énergétiques. Les perspectives macroéconomiques et de l'économie d'entreprise divergent dans de nombreux pays.

L'argument économique en faveur de la transition vers les énergies renouvelables est encore plus probant si l'on inclut les avantages socio-économiques, tels que l'atténuation des changements climatiques, l'impact sanitaire et la création d'emplois. Une part importante d'énergies renouvelables, utilisant plusieurs sources, permet une plus grande flexibilité, augmente l'indépendance et aboutit à un approvisionnement énergétique mondial plus fiable et plus accessible.

¹ Le TFEC inclut le total de la consommation d'énergie combustible et non combustible provenant de tous les vecteurs d'énergie tels que le carburant (pour le secteur des transports) et la génération de chaleur (pour les secteurs de l'industrie et du bâtiment) ainsi que l'électricité et le chauffage urbain. Il exclut les usages non énergétiques, à savoir l'utilisation de vecteurs d'énergie en tant que matière première pour produire des produits chimiques et des polymères. Le rapport utilise cet indicateur pour mesurer la part des énergies renouvelables, en cohérence avec le rapport Cadre de suivi mondial (Global Tracking Framework, Banque mondiale et al, 2013a).

² Si l'on utilise un indicateur différent, par exemple celui de l'énergie primaire, le facteur de multiplication est supérieur à deux pour la même quantité d'énergies renouvelables.

³ La part des énergies renouvelables dans le TFEC est calculée comme la somme des utilisations d'énergies renouvelables provenant de toutes les sources d'énergie (telles que biomasse, solaire thermique) à laquelle s'ajoute la part du chauffage urbain et de la consommation d'électricité provenant d'énergies renouvelables, divisées par le TFEC. Elle peut être estimée pour l'ensemble des secteurs d'utilisation finale d'un pays ou pour chaque secteur séparément.

- L'analyse de l'IRENA suggère que le **coût moyen de substitution** pour doubler la part des énergies renouvelables est de 2,5 USD par gigajoule (GJ)⁴ de consommation finale d'énergies renouvelables en 2030⁵. En comparaison, sur la base d'un prix de 100 USD par baril, un GJ de pétrole brut coûte environ 17 USD. Le coût moyen de substitution par pays s'échelonne de -12 USD à 14 USD par GJ.
- Les coûts différentiels des systèmes énergétiques à l'échelle mondiale s'élèvent à 133 milliards USD en moyenne par an jusqu'en 2030, tandis que les besoins moyens en investissements supplémentaires atteignent environ 265 milliards USD en moyenne par an jusqu'en 2030. Les aides pour les énergies renouvelables s'élèvent à 315 milliards USD en 2030 si les options REmap sont entièrement déployées, mais dans certains États, les subventions culminent avant 2030. À titre de comparaison, les aides pour les combustibles fossiles s'élevaient à 544 milliards USD en 2012. Ces dernières seront considérablement réduites au fur et à mesure que la part des énergies renouvelables augmentera.
- Les bénéfices moyens en termes de santé publique liés à l'atténuation de la pollution atmosphérique issue de l'utilisation des combustibles fossiles sont estimés entre 1,9 et 4,6 USD par GJ, tandis que la réduction du dioxyde de carbone (CO₂) génère un gain de 3 à 12 USD par GJ. La différence entre coûts et avantages représente une économie nette d'au moins 123 milliards USD, atteignant 738 milliards USD d'ici 2030. **Par rapport au cas de référence, les énergies renouvelables peuvent entraîner une réduction de 8,6 gigatonnes (Gt) de CO₂ en 2030**, comparable à la réduction potentielle liée à l'efficacité énergétique. Les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique offrent, conjointement, la perspective d'une réduction considérable des émissions de CO₂, parallèlement à une augmentation maximale de 2 degrés Celsius de la température mondiale.
- Les options REmap entraîneront en moyenne, à l'horizon 2030, la création de 900 000 emplois de plus que le cas de référence, générés directement par les activités principales sans compter les apports intermédiaires nécessaires à la production des équipements des énergies renouvelables ou à la construction et au fonctionnement des installations.

La croissance des énergies renouvelables doit intervenir dans les quatre secteurs consommateurs d'énergie : le bâtiment, les transports, l'industrie et l'électricité.

La consommation mondiale d'électricité continuera de s'accroître plus vite que la consommation d'énergie finale totale, pour atteindre environ 25 % du TFEC en 2030.

Le recours à une électricité renouvelable et le remplacement direct des combustibles fossiles dans les trois secteurs d'utilisation finale (le bâtiment, les transports et l'industrie) sont nécessaires pour atteindre

le doublement de la part des énergies renouvelables. Si les options REmap sont déployées, la part totale des énergies renouvelables modernes en 2030 devrait atteindre 44 % dans la production d'électricité, 38 % dans le bâtiment, 26 % dans l'industrie et 17 % dans les transports. Environ 40 % du potentiel total d'énergies renouvelables en 2030 se trouve dans la production électrique et 60 % dans les trois secteurs d'utilisation finale.

- Les gouvernements sous-estiment le changement à venir. L'énergie solaire photovoltaïque (PV) en est un bon exemple : l'ensemble des projections gouvernementales totales prévoient moins de 500 gigawatts (GW) de solaire PV en 2030 tandis que REmap 2030 a démontré qu'une combinaison des tendances actuelles du marché et de politiques d'incitation permettrait d'atteindre 1 250 GW.
- Si les options REmap sont mises en place, la consommation de charbon sera la plus affectée, avec un recul pouvant atteindre 26 % ; l'utilisation du gaz et du pétrole serait réduite de 15 % par rapport au cas de référence. Une part plus importante d'énergies renouvelables dans le bouquet des ressources énergétiques modifierait l'équilibre en place et se répercuterait sur les flux commerciaux internationaux. **La consommation totale d'énergies renouvelables dépasserait la consommation de chacun des trois combustibles fossiles en termes d'énergie primaire.**
- La biomasse domine le portefeuille des énergies renouvelables. Il est nécessaire de se concentrer davantage sur la garantie de la durabilité afin d'accélérer l'utilisation de la biomasse, en particulier dans les secteurs d'utilisation finale. De plus, des solutions innovantes devraient être explorées pour l'électrification.⁶

Les marchés et les responsables politiques ont un rôle essentiel à jouer. Les marchés fournissent des solutions

⁴ 1 gigajoule (GJ) = 0,0238 tonne équivalent pétrole (tep) = 0,0341 tonne équivalent charbon (tec) = 0,238 gigacalorie (Gcal) = 278 kilowatt-heure (kWh) = 0,175 baril équivalent pétrole (bep) = 0,947 million British thermal units (MBtu).

⁵ Le coût de substitution correspond à la différence entre les coûts annualisés des options REmap et l'utilisation d'une technologie énergétique conventionnelle pour produire la même quantité d'énergie, divisée par l'utilisation totale d'énergies renouvelables en termes d'énergie finale.

⁶ L'électrification implique la substitution des services fournis par les secteurs d'utilisation finale actuellement fondés sur des technologies consommatrices de combustibles (tels que les voitures particulières à l'essence, les processus de production industrielle au charbon) par leur contrepartie électrique (telle que véhicules électriques, électrolyse pour les processus de production chimiques). Ceci permet d'augmenter la part de l'électricité dans le TFEC des secteurs consommateurs puisque les combustibles seront moins utilisés tandis que l'électricité le sera davantage.

abordables, mais un avenir porté par un développement durable nécessite une orientation politique. Les mesures politiques doivent permettre des investissements et stimuler la croissance et la transformation du marché, en visant non seulement le profit à court terme mais également les répercussions à long terme. Des politiques efficaces doivent prendre en compte les questions liées aux systèmes et aux infrastructures, telles que l'approvisionnement et la demande de biomasse, la capacité de génération d'électricité et la valeur des réseaux électriques intelligents pour la transformation. Les forces du marché jouent un rôle clé pour trouver des solutions efficaces et intensifier les bonnes pratiques.

- Cinq domaines d'action nationale prioritaires ont été identifiés : les voies de transition vers les énergies renouvelables ; le soutien aux entreprises et à la diffusion des connaissances ; l'intégration des énergies renouvelables ; l'innovation technologique ; et les outils catalyseurs. Des politiques ciblées sont nécessaires pour accélérer le progrès dans ces domaines.
- Il convient de s'intéresser au système dans son ensemble plutôt qu'à la source d'énergie renouvelable la moins coûteuse. Les gouvernements doivent assurer le développement d'une infrastructure de support, qui comprenne des réseaux électriques et des équipements de stockage permettant d'intégrer de larges parts d'énergies renouvelables variées.
- Il faudra mener des études pré-commerciales dans les domaines des technologies émergentes. Les secteurs d'utilisation finale ont notamment besoin de solutions nouvelles en matière d'énergies renouvelables.

La coopération internationale favorisera une montée en puissance de l'adoption et de l'utilisation des énergies renouvelables dans le monde entier. Les économies d'échelle, l'augmentation des échanges de matières

premières utilisées pour la biomasse et l'électricité renouvelable, l'accélération des apprentissages technologiques et le partage d'expériences sont autant d'éléments indispensables pour que la part des renouvelables dépasse 36 %. Ce scénario n'est pas envisageable sans collaboration entre les États.

Le potentiel d'énergies renouvelables varie d'un pays à l'autre, il faut donc déterminer des domaines et des regroupements spécifiques de coopération. Les domaines d'intérêt incluent :

- le déploiement des marchés internationaux, pour favoriser les économies d'échelle et l'accélération des apprentissages technologiques ;
- une meilleure base de connaissances, y compris davantage de données sur l'utilisation de la biomasse, le potentiel des ressources d'énergie renouvelable, et des comparatifs sur les coûts des technologies ;
- une étude plus détaillée du lien entre l'accès, l'efficacité et la part d'énergies renouvelables, et de la relation entre l'utilisation de l'énergie, de l'eau et de la terre ;
- la promotion du rôle des produits de biomasse durable et de l'électricité renouvelable en tant que vecteurs d'énergie échangés au niveau international ;
- l'intensification du partage d'expérience et des meilleures pratiques sur le plan des politiques et de la planification pour les énergies renouvelables.

2. Actions pour un déploiement accéléré des énergies renouvelables

Pour réussir à multiplier par deux la part des énergies renouvelables d'ici 2030, une action des secteurs public et privé est nécessaire. De nombreux obstacles existent aujourd'hui, c'est par l'action que nous pourrons les surmonter. L'analyse REmap a identifié des domaines d'action prioritaires. Pour la plupart, les actions seront nationales, mais dans plusieurs régions, une coopération internationale renforcée peut aider à accélérer la transition énergétique. Les actions et stratégies devront être spécialement conçues pour prendre en compte les besoins spécifiques des régions, secteurs et technologies et devront impliquer de multiples parties prenantes (Banque mondiale, *et al.*, 2013b).

Les domaines d'action prioritaires sont les suivants :

1. Prévoir des voies de transition réalistes mais ambitieuses

- Évaluer la situation annuelle et l'évolution du cas de référence concernant les énergies renouvelables à l'horizon 2030.
- Établir un feuille de route nationale pour la réalisation des objectifs. Surveiller les progrès accomplis et réévaluer régulièrement les objectifs et l'efficacité et la performance du cadre stratégique.
- Rationaliser les processus de planification et garantir leur cohérence et leur exhaustivité à différents niveaux, y compris municipal, national et régional.
- Assurer la capacité, au niveau individuel et institutionnel, de mettre en place et de faire perdurer la transition.

2. Créer un environnement favorable aux activités économiques

- Mettre en place un ensemble de cadres stratégiques crédibles et prévisibles pour le secteur de l'électricité et les trois secteurs d'utilisation finale (bâtiment, transports et industrie) qui puissent être maintenus durant de longues périodes.
- Réduire les risques pour les investisseurs, de manière à réduire le coût du capital.
- Garantir une concurrence équitable entre les énergies renouvelables commerciales et les autres

options énergétiques, avec une juste estimation des coûts et des bénéfices.

- Promouvoir les marchés technologiques internationaux, par exemple aux travers de normes et de certifications.

3. Organiser les connaissances sur les options technologiques et leur déploiement

- Construire une base de connaissances, solide et accessible à tous, sur les coûts, le potentiel et les options des technologies d'énergies renouvelables.
- Mettre en œuvre et renforcer des programmes visant à sensibiliser et à augmenter les capacités des fabricants, des installateurs et des utilisateurs.

4. Permettre une intégration fluide dans l'infrastructure existante

- Construire une infrastructure habilitante, par exemple des réseaux de transmission et des dispositifs d'interconnexion.
- Faciliter l'approvisionnement en biomasse durable pour favoriser la croissance de la bioénergie.
- Prendre en compte la question des interdépendances dans le développement des stratégies relatives aux énergies renouvelables, notamment les liens énergies renouvelables/efficacité/accès et utilisation de l'énergie/de l'eau/de la terre, ainsi que le lien entre énergie et développement industriel.

5. Donner libre cours à l'innovation

- Garantir des mécanismes de soutien appropriés pour les énergies renouvelables émergentes en fonction de leur état et de leurs perspectives de développement.
- Réexaminer les applications énergivores et développer des programmes pour combler les lacunes technologiques.

3. Cadre institutionnel et dialogue national

Énergie durable pour tous (SE4ALL)

En 2012, l'Assemblée générale des Nations Unies a déclaré la décennie 2014-2024 Décennie de l'Énergie durable pour tous, soulignant ainsi l'importance des questions énergétiques dans le développement durable et dans l'élaboration de l'agenda de développement d'après 2015 (AG NU 2012).

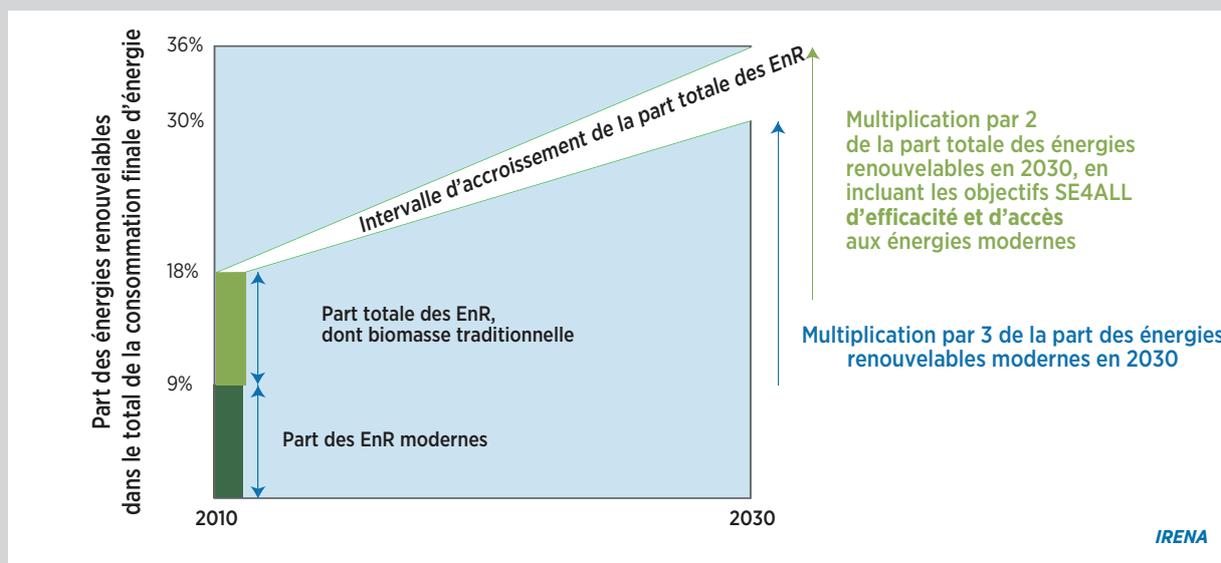
La même année, le Secrétaire général des Nations Unies a fondé un Groupe de haut niveau sur l'Énergie durable pour tous (SE4ALL) dans le but d'établir un plan d'action mondial sur trois objectifs interconnectés : 1) garantir l'accès universel aux services énergétiques modernes, 2) doubler le rythme d'amélioration de l'efficacité énergétique et 3) doubler la part des énergies renouvelables dans le bouquet énergétique mondial (SE4ALL, 2012). L'IRENA est la plate-forme des énergies renouvelables pour SE4ALL.

L'IRENA a été créée en avril 2011 en tant qu'agence intergouvernementale pour le développement des énergies renouvelables. À la fin 2013, l'Agence comptait 122 États membres et plus de 45 étaient en attente d'adhésion. Les membres ont demandé à l'Agence

d'étudier de quelle manière l'objectif du doublement de la part des énergies renouvelables dans le monde pouvait être mis en pratique (IRENA, 2012a). L'IRENA a réalisé REmap 2030 afin d'étudier plus en détails la faisabilité de ce troisième objectif - et notamment les interconnexions entre les stratégies liées aux énergies renouvelables et celles consacrées à l'efficacité énergétique.

En janvier 2013, l'IRENA a publié le document de travail *Doubling the Global Share of Renewable Energy: A Roadmap to 2030* (Multiplier par deux la part des énergies renouvelables dans le monde : une feuille de route jusqu'en 2030) (IRENA, 2013a). Cette publication, basée sur l'analyse de scénarios énergétiques mondiaux d'ici 2030, a montré qu'un doublement de la part des énergies renouvelables était réalisable et exigeait des actions dans toutes les régions du monde. Le document révélait en outre un écart considérable entre la part d'énergies renouvelables atteinte au niveau mondial en 2030 selon les plans nationaux existants et selon l'objectif d'un doublement de cette part fixé par l'initiative SE4ALL. Pour combler ce fossé, des avancées majeures dans l'amélioration de l'efficacité énergétique et dans la réalisation d'un accès universel à l'énergie sont indispensables.

Graphique 1. Doubler la part des énergies renouvelables à l'horizon 2030



Le doublement de la part des énergies renouvelables implique un triplement de la part des EnR modernes.

Remarque : Actuellement, 18 % de l'énergie mondiale provient de sources renouvelables, 9 % seulement de sources modernes et les 9 % restant de la biomasse traditionnelle, dont seulement une partie est durable. Dans l'effort visant à multiplier par deux les énergies renouvelables durables, les renouvelables modernes doivent donc remplacer presque entièrement la biomasse traditionnelle. De ce fait, la part des sources modernes doit plus que tripler, passant de 9 % en 2010, à 30 % ou plus en 2030.

EnR = énergies renouvelables ; TFEC = total de la consommation finale d'énergie

Le graphique 1 montre la part des énergies renouvelables en 2010, en termes de part du TFEC. 9 % du TFEC sont constitués de renouvelables modernes, et 9 % proviennent de la biomasse traditionnelle, soit une part totale d'énergies renouvelables de 18 % en 2010. L'Agence internationale de l'énergie définit la biomasse traditionnelle comme l'utilisation du bois, du charbon, de résidus agricoles et de déjections animales pour la cuisine et le chauffage dans le secteur résidentiel, qui tend à avoir une efficacité de conversion très faible (10 % à 20 %) et repose souvent sur des sources de biomasse non durables (AIE, 2012a). L'estimation de l'utilisation de la biomasse traditionnelle en 2010 suit la définition de l'AIE, qui suppose que l'utilisation de la biomasse dans le secteur du bâtiment en dehors des pays de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE) est entièrement traditionnelle, à moins qu'un pays REmap n'ait fourni une ventilation plus détaillée permettant un rapport plus complet (IRENA, 2014a).

Bien que l'AIE collecte des données sur l'utilisation de la biomasse dans le secteur résidentiel et propose une méthodologie pour ventiler les données fournies entre les formes modernes et traditionnelles, les volumes totaux rapportés sont très incertains. Ceci s'explique par de nombreux facteurs. Les volumes réels utilisés dans certains pays non membres de l'OCDE sont souvent issus non pas de mesures mais d'estimations basées sur des approches simplifiées, telles que l'extrapolation de données historiques fondées sur la croissance du PIB. En outre, étant donné que la définition de l'utilisation de biomasse traditionnelle est vaste, le volume total varie en fonction de sa délimitation précise et de la méthode d'estimation adoptées, ce qui entraîne des incohérences d'une année sur l'autre. En conséquence, le degré d'incertitude reste important.

REmap 2030 n'est pas qu'une feuille de route de plus. Elle incite les décideurs politiques à améliorer les données sous-jacentes et à tout mettre en oeuvre pour atteindre ces projections.

Sur la voie du doublement des énergies renouvelables, les sources modernes doivent remplacer presque entièrement la biomasse traditionnelle. Il en résulte que la part des énergies renouvelables modernes est plus que triplée, passant de 9 % en 2010 à 30 % en 2030.

Lors de la 3^e réunion du Conseil de l'IRENA en juillet 2012, l'IRENA a évoqué l'établissement d'une feuille de route plus précise pour ses membres (IRENA, 2012b), puis organisé deux ateliers de consultation avec ses membres en septembre et novembre 2012. Des représentants de 18 pays y ont participé. Il a été principalement convenu qu'une feuille de route de l'IRENA aiderait à rationaliser les activités internes et externes de l'IRENA et qu'elle devrait être fondée sur un processus transparent d'implication des États et d'examen par des pairs, de sorte que les experts nationaux puissent apprendre les uns des autres (IRENA, 2012c,d). REmap 2030 est un document évolutif (IRENA, 2012e).

Un rapport intégral, tenant lieu de feuille de route, fournissant les résultats détaillés de l'analyse et des informations supplémentaires sur l'objectif du doublement de la part des énergies renouvelables modernes sera émis au premier trimestre 2014 (IRENA, 2014a). Le présent résumé et le rapport intégral sont tous deux basés sur les analyses de 26 pays REmap, préparées par le secrétariat de l'IRENA en consultation avec les experts nationaux. Ces analyses nationales seront mises à disposition dans les prochains mois. Ce sont des documents évolutifs qui seront mis à jour régulièrement.

Les fondements du processus de REmap 2030 – ainsi que les résultats de l'analyse globale – ont été présentés lors de la troisième réunion de l'Assemblée et intégrés dans le document de travail REmap en 2013. La marche à suivre proposée consistait en un processus itératif en trois étapes reposant sur l'implication totale des membres autour de trois éléments :

- les pistes de doublement de la part des énergies renouvelables dans le monde ;
- les options technologiques pour atteindre cet objectif ;
- les possibilités de coopération internationale pour réaliser cette vision.

Méthodologie et hypothèses

Une approche analytique a été choisie sur la base d'une évaluation de l'écart entre les plans nationaux relatifs aux énergies renouvelables, les projections pour 2030 et l'objectif du doublement, ainsi que de nombreuses analyses, régionales et sectorielles, afin d'identifier, évaluer et prioriser les actions sectorielles spécifiques à une région ou interrégionales. L'IRENA a collaboré avec la Banque mondiale, l'AIE et d'autres organismes afin d'établir les références SE4ALL en matière d'énergies renouvelables. Le Cadre de suivi mondial a été publié au second trimestre de 2013 (Banque mondiale, *et al.*, 2013a).

Au départ, l'analyse de 2013 devait se concentrer sur les aspects économiques et les prérequis d'une transition énergétique. Afin de garantir un processus transparent, exhaustif et ouvert, l'IRENA a invité tous ses membres à désigner des points focaux et des experts nationaux REmap chargés d'apporter leur soutien à REmap 2030. Les experts ont fourni leurs projections globales pour la fourniture et la demande d'énergie jusqu'en 2030, incluant les stratégies et les objectifs en matière d'énergies renouvelables actuellement en vigueur ou envisagés. De plus, les experts ont apporté leurs points de vue et leurs connaissances concernant la faisabilité technique, économique et politique de différentes voies de développement des énergies renouvelables applicables aux secteurs de l'électricité et d'utilisation finale au cours de cette période. Ils se sont également penchés sur la manière dont ces différents secteurs interagissaient avec les technologies des énergies renouvelables. Ces avis ne sont pas les points de vue officiels des gouvernements participants mais constituent des perspectives élaborées par des instituts de recherche crédibles désignés par chaque pays.

Voici la liste des 26 États, représentant 75 % du total mondial de la consommation finale d'énergie estimé en 2030, qui ont été étudiés en détail :

Afrique du Sud, Allemagne, Arabie saoudite, Australie, Brésil, Canada, Chine, Corée du Sud, Danemark, Émirats arabes unis, Équateur, États-Unis, France, Inde, Indonésie, Italie, Japon, Malaisie, Maroc, Mexique, Nigeria, Royaume-Uni, Russie, Tonga, Turquie et Ukraine.

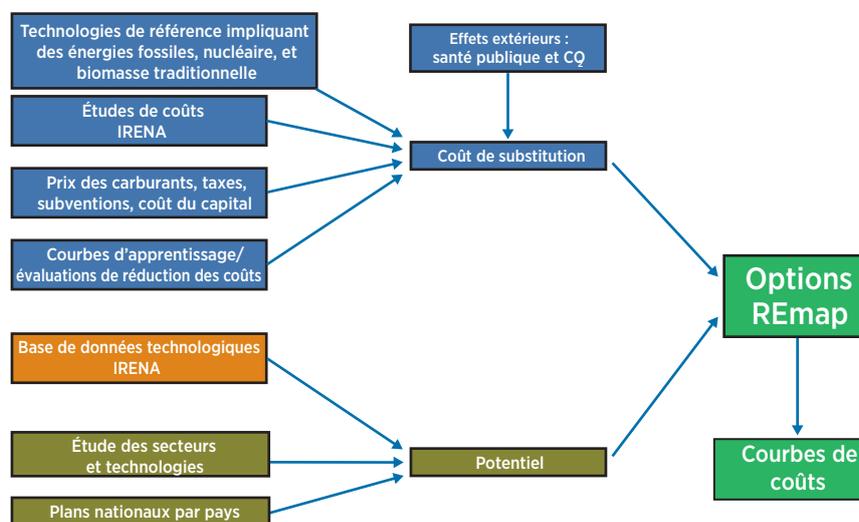
Le graphique 2 montre les étapes méthodologiques de l'étude REmap. Tout d'abord, les pays ont fourni leurs plans nationaux actuels, qui ont été compilés pour produire les

cas de référence des pratiques existantes, avec notamment les objectifs en matière d'énergies renouvelables. Ensuite, les options technologiques supplémentaires ont été étudiées. Ces technologies sont définies comme **options REmap** et illustrent essentiellement ce que représenterait un doublement de la part renouvelables. Nous avons délibérément choisi une approche par options plutôt que par scénarios : REmap 2030 est une étude exploratoire et non un exercice de définition d'objectifs ; les États seront en mesure de faire des choix éclairés quant à leur utilisation des options identifiées.

Les options REmap sont au cœur de l'analyse car elles définissent le potentiel de technologies supplémentaires en matière d'énergies renouvelables. Elles ne représentent pas un potentiel théorique ou technique, mais le potentiel « réaliste » estimé pour chaque pays en prenant en considération des facteurs tels que les ressources disponibles, les capacités (et la durée moyenne) de renouvellement des stocks, les procédures de planification (par exemple le nombre d'années nécessaires pour mettre en œuvre un projet) et des considérations environnementales. Chaque option technologique se définit également par ses coûts.

À partir des options REmap, des courbes de coûts par pays ont été élaborées, puis combinées dans des **courbes de coûts mondiales** de manière à fournir deux perspectives : celle des gouvernements et celle des activités économiques. Dans la première, les coûts internationaux excluent les taxes et subventions en matière d'énergie, et un taux d'escompte standard de 10 % a été appliqué. Cette approche permet une comparaison entre les pays et une analyse coûts-avantages par pays. Du point de vue des entreprises, le processus a été réitéré en incluant les prix nationaux (dont par exemple les taxes énergétiques, les subventions et le coût du capital) de manière à générer une courbe de coûts locale incluant les taxes, subventions et le coût du capital pour les différents pays.

Graphique 2. Définition des Options REmap



26 États REmap couvrent 74 % du TFEC mondial prévu en 2030.

En rassemblant les données des 26 pays, l'IRENA a dû harmoniser les projections basées sur le cas de référence afin de parvenir à une cohérence entre les pays (par exemple, les limites de système des secteurs d'utilisation finale, l'horizon temporel des plans nationaux, etc.), puisque cette étude est la première tentative de collecte de ces données. En conséquence, pour REmap 2030, les experts de l'IRENA ont d'abord croisé les données des premières ébauches d'analyses nationales pour renforcer leur comparabilité, puisque les différents plans nationaux sont fondés sur différentes hypothèses et limites de système.

D'autres incohérences ont été détectées au moment de la définition des options REmap. Quelques États ont fourni des projections ou des données, mais dans la plupart des cas, les données ont été collectées par l'IRENA en collaboration avec les experts nationaux. Les variables requises pour cette évaluation incluent des paramètres spécifiques au pays, tels que le profil d'âge du capital social, la disponibilité des ressources, le coût du capital local et les technologies disponibles. Enfin, les données relatives aux prix des énergies proviennent en partie des États et en partie de sources tierces.

Bien que l'analyse soit fondée sur 26 pays REmap, les résultats sont présentés et les conclusions élaborées également pour l'ensemble du monde. L'ensemble Cas de référence et Options REmap basé sur les analyses des 26 pays REmap constitue l'étude **REmap 2030** ; lorsque les résultats se réfèrent à la situation mondiale, cela est indiqué de manière explicite.

L'IRENA a élaboré un **outil REmap** qui permet d'inclure les données dans un bilan énergétique et une liste d'options technologiques clé, avec leurs contributions attendues d'ici 2030. Les données sur les coûts issues des publications de l'IRENA sur ce thème et des dossiers technologiques IRENA/AIE-ETSAP ont été intégrées à l'outil en vue d'une validation par les experts nationaux et d'une mise à jour si nécessaire (IRENA, 2013d,e,f). Cet outil inclut le coût (capital, fonctionnement et maintenance) et la performance technique (capacité d'installation de référence, facteur de capacité et efficacité de conversion) des technologies renouvelables et conventionnelles (combustibles fossiles, nucléaire et biomasse traditionnelle) pour chaque secteur analysé à savoir l'industrie, le bâtiment, les transports, l'énergie et le chauffage urbain. L'outil inclut également les prix et escomptes relatifs aux énergies aux niveaux international et national.

Les informations collectées ont été cruciales pour valider et préciser les estimations issues de la littérature existante et ont également représenté une ressource précieuse pour les pays qui développent, revoient ou mettent à jour leur plan relatif aux énergies renouvelables. Des lignes directrices distinctes concernant la méthodologie (IRENA, 2013g) et le calcul des coûts (IRENA, 2013h) ont été préparées, ainsi qu'un manuel détaillé d'utilisation de l'outil (IRENA, 2013i). L'outil REmap permet aux experts de choisir des options supplémentaires d'énergies renouvelables, d'évaluer leurs impacts sur la part d'énergies renouvelables dans le pays et d'estimer leur position sur la courbe coût-alimentation du pays. De plus, l'outil permet une analyse cohérente et une comparaison des résultats entre les pays. Enfin, l'analyse du modèle technique des systèmes énergétiques vient compléter l'outil REmap.

Outre les options REmap, l'IRENA a également élaboré des **Options RE+**, reposant sur ses études, ses bases de données technologiques, ainsi que sur d'autres documents. Ces options étudient quelles mesures d'accompagnement (en particulier, celles relatives à l'efficacité et au transfert modal) permettraient d'augmenter davantage la part des énergies renouvelables. L'analyse montre que les options REmap ne constituent pas une limite technique : une part encore plus importante d'énergies renouvelables reste possible. Il est important que les responsables politiques ouvrent la voie au progrès et aux nouvelles technologies à long terme.

Dialogue avec les États et prochaines étapes de l'analyse REmap

L'étude REmap 2030 a reçu le soutien d'un réseau de 82 experts nationaux issus de 42 pays. L'analyse REmap a bénéficié d'une coopération intense et transparente entre l'IRENA et les experts nationaux, qui ont aidé à élaborer l'analyse. Des webinaires mondiaux ont été organisés les 13 juin, 6 septembre et 24 septembre 2013, en vue de présenter à l'ensemble des experts nationaux de REmap l'outil REmap et les résultats préliminaires et de recueillir des commentaires sur le contenu de l'analyse et les étapes suivantes (IRENA, 2013j, k).

Des conférences téléphoniques et des séjours dans différents pays ont été organisés pour permettre des échanges de vues sur les résultats. D'importants ateliers d'examen rassemblant les experts nationaux de REmap et des spécialistes du secteur se sont tenus à Abu Dhabi les 12 et 13 novembre et le 29 novembre à Bruxelles (IRENA, 2013l ; IRENA et AIE-RETD, 2013). Des événements distincts de portée régionale ont été organisés à Manille et à Singapour (IRENA, 2013m, n). La version finale de l'étude a été présentée et passée en revue avec les membres de l'IRENA lors de la sixième réunion du Conseil, les 10 et 11 décembre 2013 à Abu Dhabi.

L'IRENA a également obtenu la contribution d'un réseau d'experts extérieurs. Des ateliers de modélisation ont été organisés en collaboration avec le programme de l'AIE Energy Technology Systems Analysis Programme (IRENA et AIE-ETSAP, 2013) et l'International Energy Workshop (IRENA, 2013o), le premier aboutissant à une collaboration pour la comparaison des résultats nationaux. De plus, l'IRENA et l'AIE-RETD se sont lancés dans un nouveau projet de collaboration, dénommé « Factor 2 », dont le but est d'analyser l'évolution des systèmes énergétiques en vue d'un doublement de la part des énergies renouvelables d'ici 2030. Une séance de travail REmap 2030 a été organisée dans le cadre du réseau international de recherche sur les sociétés à faible émission de carbone (LCS-RNet). Un document de travail distinct sur REmap 2030 a été préparé à l'attention des entreprises et a fait l'objet de discussions lors d'une réunion REmap au Conseil mondial des entreprises pour le développement durable, WBCSD (IRENA, 2013p). En outre, le rapport REmap a été présenté lors de la réunion du Groupe de travail spécial de la CCNUCC de la plate-forme de Durban pour une action renforcée en avril 2013 et lors de la 77^e Réunion générale de la Commission électrotechnique internationale au mois d'octobre. Une séance spéciale sur les avantages d'un doublement des énergies renouvelables pour la réduction des gaz à effet de serre s'est tenue en parallèle de la COP19 de la CNUCC à Varsovie, en Pologne (IRENA, 2013q).

Comme l'ont indiqué les États membres de l'IRENA dans les ateliers de consultation, un aspect important du rapport REmap 2030 réside dans le développement des énergies renouvelables dans les secteurs d'utilisation finale. À cet égard, l'IRENA a intégré au rapport REmap 2030 ses activités consacrées aux deux feuilles de route technologiques sur la production industrielle et les villes. Concernant le secteur de la fabrication, l'IRENA a publié sa première feuille de route technologique : *Doubling the Global Share of Renewable Energy by 2030: The Crucial Role of the Global Manufacturing Industry* (Doubler la part des énergies renouvelables dans le monde d'ici 2030 : le rôle crucial de l'industrie manufacturière dans le monde) (IRENA, 2014b).

La feuille de route présente une vue globale du potentiel technique et économique en énergies renouvelables par technologie, par région et par sous-secteur. Elle propose aussi sept champs d'action dans lesquels les décideurs politiques et les industriels peuvent coopérer pour accélérer le déploiement des énergies renouvelables. Concernant les villes, l'IRENA est en train de terminer une feuille de route similaire. Les comptes rendus des ateliers sur les villes sont disponibles sur Internet (IRENA, 2013r).

L'IRENA a publié, à l'appui de ses feuilles de route technologiques sur le stockage de l'énergie et l'intégration des énergies renouvelables, un guide à l'attention des décideurs politiques intitulé *Smart Grids and Renewables: A Guide for Effective Deployment* (Réseaux intelligents et énergies renouvelables : guide pour un développement

efficace) (IRENA, 2013s). Ce document donne un panorama facile d'accès de toutes les technologies de réseaux intelligents disponibles pour permettre l'intégration des énergies renouvelables au réseau. Il fait de l'IRENA une source d'information d'autorité sur les solutions applicables aux réseaux.

REmap 2030 est un document évolutif. L'IRENA amplifiera le champ d'application et le détail de son analyse au cours des années 2014 et 2015. Elle continuera de collaborer avec les États et d'autres parties prenantes d'importance fondamentale pour que le rapport REmap 2030 présente une perspective à l'échelle mondiale sur les possibilités et les difficultés à venir. L'implication des pays reste un élément essentiel à cette feuille de route. Le rapport intégral (IRENA, 2014a) évoque les prochaines étapes de l'analyse REmap et les possibilités de coopération internationale. L'IRENA invite ses membres et les autres parties intéressées à rejoindre les équipes d'action REmap pour participer au suivi.

Dans les prochaines phases de REmap 2030, l'IRENA collaborera avec les pays actuels et avec de nouvelles disciplines afin d'améliorer les données sous-jacentes. À chaque cycle d'amélioration, les résultats seront plus précis - de même que les recommandations pour les dirigeants politiques, ce qui importe encore davantage. Par conséquent, l'IRENA estime que ce ne sont pas les projections spécifiques à des technologies particulières, mais plutôt l'interaction unique avec les États membres qui est essentielle dans cette étude.

Ainsi, REmap 2030 n'est pas qu'une feuille de route de plus. Son objectif principal est d'inciter les décideurs politiques à améliorer leurs plans énergétiques - et finalement, à tout mettre en oeuvre pour les réaliser.

Le niveau et la portée de l'étude REmap, ainsi que les possibilités de coopération de l'IRENA avec les États a grandement profité des contributions volontaires de l'Allemagne et du Japon. Ces contributions ont donné les moyens de mener des analyses approfondies qui n'auraient pas été possibles autrement. L'analyse de la biomasse a bénéficié d'un détachement du Centre de recherche international du Japon sur les sciences agricoles. D'autres contributions en nature ont été fournies par les gouvernements, qui ont mis leurs experts à disposition pour les analyses nationales et l'examen du rapport REmap.

Graphique 3. Les 26 pays du rapport REmap



4. Pistes pour un doublement de la part des énergies renouvelables dans le monde

Les pistes pour un doublement de la part des énergies renouvelables dans le monde sont illustrées dans le graphique 4, qui présente les résultats des options REmap, des objectifs SE4ALL et des options RE+. Actuellement, les énergies renouvelables comptent pour 18 % du TFEC mondial, dont neuf points de renouvelables modernes et neuf de biomasse traditionnelle, dont l'utilisation à l'échelle mondiale est difficile à quantifier.

Le graphique 4 montre la situation en 2010 (barre grise à l'extrémité gauche), la partie gris clair représentant la part de la biomasse traditionnelle. Dans le cas de référence (barre vert clair), l'utilisation des énergies renouvelables augmente lentement, sa part passant de 18 % du TFEC en 2010 à seulement 21 % en 2030. Cependant, l'analyse de l'IRENA a montré que les marchés évoluaient plus vite déjà que ce que prévoient les gouvernements et que l'on pouvait réaliser davantage à un coût moindre par rapport aux estimations gouvernementales.

Si des mesures politiques mettent en œuvre les options REmap (barre vert foncé), la part des énergies renouvelables peut augmenter beaucoup plus – pour atteindre 27 % environ dans les 26 pays REmap. Les options REmap impliquent aussi un passage de la biomasse traditionnelle, qui présente des conséquences sanitaires et environnementales, à la biomasse moderne. Ceci équivaut à multiplier presque par trois la part des énergies renouvelables modernes, pour passer de 9 % en 2010 à près de 27 % selon le rapport REmap 2030. Ce triplement revient à un coût de 2,5 USD par GJ en 2030. De plus, si l'on prend en compte les coûts externes des combustibles fossiles, non estimés à ce jour, cette transition génère en réalité des économies.

En 2010, la biomasse traditionnelle ne comptait que pour 9 % du total de la consommation finale d'énergie et les sources renouvelables modernes pour 9 % également. L'électricité renouvelable ne représentait que 3,6 %, avec une forte prédominance de l'hydroélectricité.

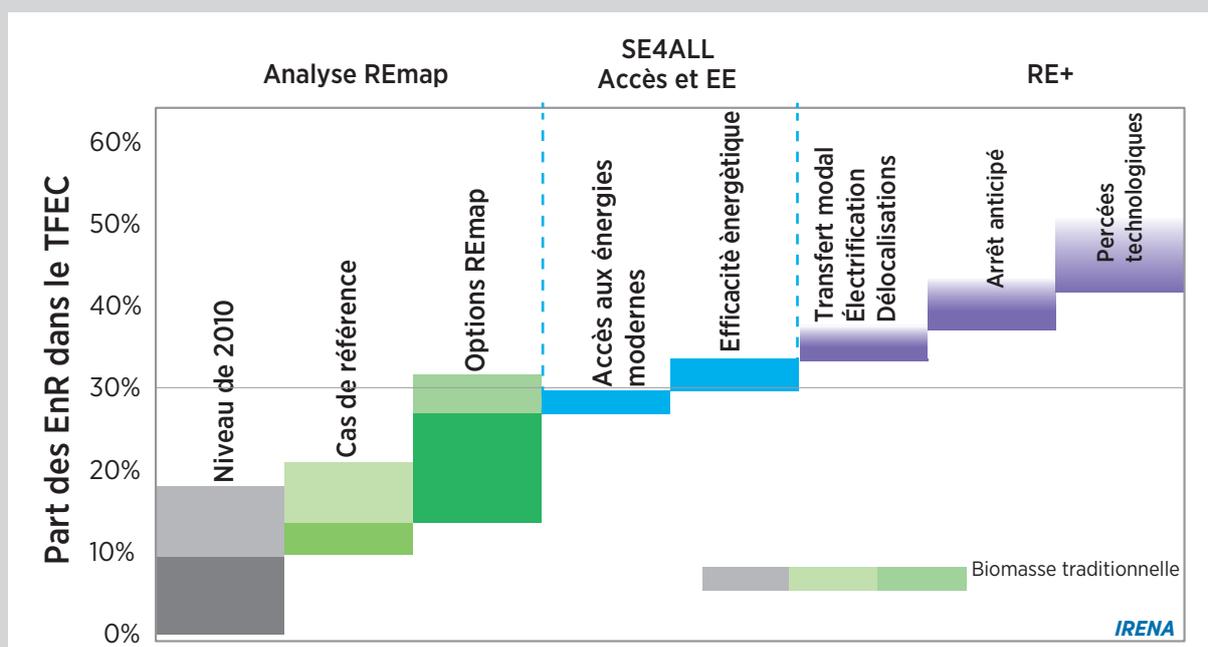
Les options REmap ne supposent pas une élimination totale de l'utilisation de la biomasse traditionnelle. La réalisation de l'objectif SE4ALL concernant l'accès aux énergies modernes (première barre bleue du graphique 4) exigera des mesures politiques supplémentaires. Actuellement, plus d'un tiers de la population mondiale utilise toujours le bois et les déjections animales comme source d'énergie, en particulier pour la cuisine. La pollution atmosphérique qui en résulte à l'intérieur des habitations (fumée) cause de sérieuses menaces pour la santé. Passer à des cuisinières propres alimentées en biomasse moderne permettrait d'améliorer les prestations culinaires, de réduire la consommation d'énergie et de diminuer radicalement les effets indésirables sur la santé. De même, 1 milliard de personnes sont susceptibles de ne toujours pas avoir accès à l'électricité en 2030 ; l'amélioration de l'accès à l'électricité, en partie sous forme de petites installations de production décentralisée d'électricité issue de ressources renouvelables (telles que des mini-réseaux et des systèmes solaires domestiques) porterait la part des renouvelables à 30 % du TFEC.⁷

Des synergies importantes existent entre l'accès à l'énergie, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables.

La deuxième barre bleue représente l'impact de l'objectif SE4ALL d'efficacité énergétique sur la part des énergies renouvelables en 2030. Lorsque l'efficacité énergétique augmente, une même quantité d'énergie renouvelable couvre une plus grande part de la demande, d'où une augmentation de la part des énergies renouvelables. La hausse de l'efficacité et la première barre RE+ pourraient aboutir à une augmentation de la part des renouvelables pouvant atteindre 36 %.

⁷ Remplacer la biomasse traditionnelle par la biomasse moderne réduit la consommation de biomasse de moitié environ pour le même service d'énergie, ce qui implique une réduction de la part des renouvelables dans la consommation d'énergie, tandis que la part de services énergétiques fournis augmente.

Graphique 4. Les paliers vers un doublement des énergies renouvelables



La part des énergies renouvelables sur le total de la consommation finale d'énergie dans le monde peut doubler d'ici 2030.

Remarque : Les parties en demi-teintes représentent la biomasse traditionnelle. Le cas de référence correspond à la part des énergies renouvelables obtenue en 2030 selon les politiques en vigueur dans les 26 pays REmap. Les options REmap montrent une croissance supplémentaire d'ici 2030 basée presque entièrement sur les énergies renouvelables modernes, avec une réduction de la biomasse traditionnelle à moins de 2 % du TFEC. Les barres bleues représentent les objectifs SE4ALL d'accès aux énergies modernes et d'efficacité énergétique (EE), qui portent la part des renouvelables à environ 34 % en 2030. Les barres violettes, pour RE+, symbolisent d'autres champs d'action qui peuvent être abordés pour augmenter encore la proportion des énergies renouvelables.

EnR = énergies renouvelables ; TFEC = total de la consommation finale d'énergie

Les options RE+ (les trois barres violettes) représentent les technologies et les actions qui pourraient porter la part des énergies renouvelables encore plus loin ; les options REmap, associées aux deux autres objectifs visés par SE4ALL, ne sont pas une limite en soi. RE+ inclut des transferts modaux dans les transports, l'électrification et le développement de technologies qui ne sont pas encore prêtes pour le marché (« percée technologique »), ainsi que d'autres actions difficiles à chiffrer.

Le « transfert modal » correspond à un changement des modes de transport, par exemple lorsqu'une partie de la population cesse d'utiliser la voiture au profit des autobus, des trains et des bicyclettes (électriques). La notion d'« électrification » couvre généralement la transition vers l'utilisation de technologies consommatrices d'électricité dans tous les secteurs, notamment les cuisinières électriques et le chauffage électrique par pompe à chaleur. On notera que ces changements se produisent souvent pour des raisons pratiques et indépendamment des coûts qu'ils entraînent : par exemple, les Nord-Américains s'intéressent aujourd'hui à la manière dont les véhicules électriques (VE) aideront à résoudre les problèmes de pollution locaux, la Chine est de loin le plus grand marché au monde pour les bicyclettes électriques et l'Europe continue d'étendre son réseau de transport public, déjà bien développé. Enfin, la « délocalisation des industries »

L'arrêt anticipé des centrales existantes peut accélérer l'essor des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie.

implique ici que les nouvelles installations industrielles soient construites là où les énergies renouvelables sont abondantes et bon marché, de la même manière que les anciennes usines étaient situées là où les énergies conventionnelles étaient facilement accessibles. Comme l'industrie suit de plus en plus les sources d'énergies renouvelables, ces énergies peuvent être intégrées plus aisément à l'approvisionnement global.

Jusqu'ici, les usines ont été délocalisées principalement vers des pays où l'énergie hydroélectrique était abondante et peu chère. Les nouvelles installations de production d'aluminium en Islande en sont un exemple récent manifeste. Mais de plus en plus, les entreprises seront susceptibles de se délocaliser pour aller vers des énergies solaires et éoliennes bon marché.

La deuxième barre violette indique l'impact potentiel des « arrêts anticipés » sur la part des énergies renouvelables. L'accroissement de ces énergies est normalement limité par le taux de croissance de la demande en énergie et le rythme de renouvellement des stocks. L'arrêt anticipé des équipements énergétiques conventionnels dans les secteurs de l'industrie, du bâtiment et de l'électricité peut générer de nouvelles possibilités pour la croissance des énergies renouvelables. Ce processus est déjà amorcé dans certains pays d'Europe (tels que l'Allemagne et l'Italie) où, ces derniers temps, une croissance rapide des énergies éolienne et photovoltaïque entraîne un certain niveau de surcapacité, qui conduit à réduire le temps de fonctionnement annuel des centrales à gaz et à charbon. Un temps de fonctionnement réduit ou un arrêt anticipé va affecter l'exploitant des centrales existantes et créer des coûts supplémentaires. Les installations conventionnelles ont généralement été conçues pour une durée d'exploitation de 40 ans ou plus, et deviennent de plus en plus rentables à mesure qu'elles restent en exploitation sans devoir être modernisées. L'enjeu pour les décideurs politiques est d'encourager l'arrêt anticipé des installations conventionnelles qui freinent la croissance des énergies renouvelables, puisqu'une fois que le financement d'une centrale conventionnelle a été amorti, celle-ci reste rentable même si elle est peu efficace et polluante.

Enfin, la troisième barre violette représente l'impact de diverses technologies naissantes, prometteuses, mais qui ne seront peut-être pas concurrentielles à grande échelle d'ici 2030. Dans le domaine de l'énergie biomarine par exemple, un grand nombre d'options technologiques sont à l'étude aujourd'hui, depuis les capteurs d'énergie houlomotrice jusqu'aux turbines sous-marines. À cet égard, il importe que les décideurs politiques gardent à l'esprit que même si les projections sont faites à l'horizon 2030, le développement des énergies renouvelables ne s'arrête pas là. Si nous souhaitons continuer la transition énergétique après 2030, nous devons non seulement développer dès maintenant les énergies éolienne, solaire, géothermique et de biomasse, mais aussi ouvrir la voie à d'autres options qui deviendront concurrentielles à plus long terme.

Les options REmap par secteur

Le plus souvent, l'énergie est consommée pour fournir des services énergétiques ; dans certains cas, l'énergie est transformée en un autre vecteur d'énergie avant d'être consommée (par exemple, l'énergie éolienne est captée par des pales pour générer une énergie mécanique, utilisée à son tour pour produire de l'électricité). Les services énergétiques varient en fonction des secteurs, mais l'énergie thermique prédomine aujourd'hui dans l'industrie et les transports (utilisée dans les moteurs

Le bâtiment offre un fort potentiel de transformation des énergies renouvelables.

à combustion interne pour obtenir une force motrice) ainsi que dans le bâtiment dans les pays industrialisés. Toutefois, afin de fournir aux dirigeants politiques des indications sur les différents secteurs, REmap 2030 étudie les trois secteurs d'utilisation finale que sont l'industrie, le bâtiment et les transports ainsi que leur demande en services énergétiques, et examine quelle technologie d'énergies renouvelables ou quel combustible renouvelable peut couvrir la demande en services énergétiques de ces secteurs, en considérant le secteur de l'électricité comme transversal à l'ensemble des trois secteurs en tant que puissant vecteur d'énergie (voir tableau 1).

Dans le tableau 1, la part des énergies renouvelables par secteur d'utilisation finale (industrie, bâtiment, transports) est estimée selon deux indicateurs. Le premier correspond à la somme de toutes les utilisations d'énergies renouvelables issues de tous les vecteurs d'énergie (biomasse, solaire thermique, etc.) divisée par le TFEC du secteur en excluant la consommation totale de chauffage urbain et d'électricité. De ce fait, cet indicateur ne tient pas compte de la contribution des énergies renouvelables aux utilisations de chauffage urbain et d'électricité dans les secteurs d'utilisation finale. Le deuxième indicateur inclut cette contribution. Les parts d'énergies renouvelables dans la production d'électricité et de chauffage urbain sont fournies séparément.

Le tableau 1 montre que le cas de référence ne fait augmenter que dans une moindre mesure la part des énergies renouvelables dans les secteurs d'utilisation finale entre 2010 et 2030 (pour le TFEC par secteur incluant l'électricité et le chauffage urbain) – on note une augmentation de trois points de pourcentage dans les transports et six dans le bâtiment. Pour l'ensemble des secteurs d'utilisation finale, l'augmentation s'élève à seulement cinq points (de 9 % à 14 %). Cette évolution est insuffisante pour parvenir à un doublement de la part des énergies renouvelables dans le monde. La seule exception concerne le secteur des transports, dont la part d'énergies renouvelables double pour passer de 3 % en 2010 à 6 % en 2030 (consommation électrique incluse). Si toutes les options REmap sont mises en œuvre, la part des énergies renouvelables dans le bouquet énergétique mondial atteindra 27 % en 2030 – soit une multiplication par trois de la part des énergies renouvelables modernes. La part des renouvelables s'accroîtra dans les mêmes proportions dans le bâtiment et encore davantage (multipliée par cinq au moins) dans le secteur des transports. Le facteur

Tableau 1. Ventilation de la part des énergies renouvelables dans le monde par secteur et total

	Part renouvelable de :	en % de :	2010	Référence 2030	REmap 2030	conso EnR REmap 2030 (EJ/an)
Industrie	Énergie thermique ¹	Consom. de chaleur	8%	9%	19%	25
	Énergie thermique, électricité et CU ²	TFEC du secteur	11%	15%	26%	51
Bâtiment (hors biomasse traditionnelle)	Énergie thermique ¹	Consom. de chaleur	12%	16%	35%	25
	Énergie thermique, électricité et CU ²	TFEC du secteur	14%	20%	38%	50
Transports	Carburants ¹	TFEC des carburants	3%	5%	15%	16
	Carburants et électricité ²	TFEC du secteur	3%	6%	17%	18
Secteur de l'électricité ³		Production	18%	26%	44%	62
Chauffage urbain (CU) ³		Production	4%	14%	27%	5
Total (en % du TFEC)	Énergies renouvelables modernes (hors biomasse trad.) (voir graphique 6 la courbe approvisionnement-coût, planifiant le développement de la part d'EnR modernes)		9%	14%	27%	119
	EnR modernes + accès		18%	21%	30%	132
	EnR modernes + accès + EE (en supposant la mise en œuvre des 3 objectifs SE4ALL)				34%	
	EnR modernes + accès + EE + "RE+"				>36%	

La plus grande évolution sera dans l'industrie, le bâtiment et les transports et non dans le secteur de l'électricité.

- ¹ Représente la consommation totale d'énergies renouvelables combustibles et non combustibles issues de tous les vecteurs d'énergie pour produire de la chaleur (pour les secteurs de l'industrie et du bâtiment) divisée par le TFEC du secteur, hors électricité et chauffage urbain. Pour le secteur des transports, cette part correspond à la consommation totale de carburants renouvelables divisée par le TFEC du secteur, hors électricité.
- ² Représente la consommation totale d'énergies renouvelables combustibles et non combustibles issues de tous les vecteurs d'énergie pour produire de la chaleur (pour les secteurs de l'industrie et du bâtiment) plus la consommation totale d'électricité et de chauffage urbain issus de sources renouvelables, divisées par le TFEC du secteur. Pour le secteur des transports, cette part correspond à la consommation totale de carburants renouvelables plus la consommation totale d'électricité issue de sources renouvelables, divisées par le TFEC du secteur.
- ³ Représente le total de l'électricité produite à partir de sources renouvelables, divisé par la production totale d'électricité, ou le total du chauffage urbain produit à partir de sources renouvelables, divisé par la production totale de chauffage urbain. Les valeurs absolues (en EJ) pour les secteurs de l'électricité et du chauffage urbain désignent la production totale et non la consommation. Il n'est donc pas possible de les ajouter à la consommation totale de chaleur et de carburants renouvelables pour estimer la part totale d'énergies renouvelables sur le TFEC.

EE = efficacité énergétique ; CU = chauffage urbain ; EnR = énergies renouvelables ; TFEC = total de la consommation finale d'énergie

d'augmentation est d'environ 2,4 fois dans les secteurs de l'industrie et de l'électricité.

Le tableau 1 montre que si l'on compare les chiffres de REmap 2030 avec et sans intégration de l'électricité et du chauffage urbain, ce n'est que dans l'industrie qu'on peut noter une différence considérable, puisque la part des renouvelables, électricité et chauffage urbain compris, s'élève à 26 % — soit sept points de plus qu'en excluant ces deux domaines. En revanche, malgré les allusions fréquentes à l'électrification du secteur des transports, les projections REmap 2030 indiquent que l'électricité ne contribuerait à la part des renouvelables dans les transports qu'à hauteur de deux points de pourcentage, contre un apport nul en 2010. L'efficacité élevée des VE est l'une des raisons qui expliquent leur contribution modeste en termes de TFEC, quand bien même 10 % du parc automobile environ deviendrait électrique.

La comparaison du cas de référence et des options REmap pour 2030 révèle un autre élément fondamental :

la plus forte augmentation en pourcentage des énergies renouvelables est attendue dans le bâtiment, où celles-ci devraient gagner presque 24 points. Par ailleurs, en termes relatifs, la différence la plus consistante entre 2010 et REmap 2030 se retrouve dans le secteur des transports, où la part des énergies renouvelables dans les carburants est multipliée par cinq, en grande partie parce que les biocarburants devraient devenir de plus en plus concurrentiels.

Les méthodes de calcul employées pour estimer la part des renouvelables dans le bouquet énergétique total varient selon les pays. Par exemple, les États de l'Union européenne (UE) et l'Ukraine estiment leur part d'énergie renouvelable en fonction de la consommation finale d'énergie brute. L'Indonésie, quant à elle, se fonde sur la fourniture totale d'énergie primaire (par exemple, le pétrole brut et le charbon avant leur conversion en essence et en électricité — l'énergie « finale » fournie au consommateur). Bien que cette distinction soit utile pour montrer les pertes systémiques des sources

d'énergie fondées sur des combustibles (fossiles, nucléaire, biomasse), elle pose problème lorsqu'il s'agit de comparer ces sources avec les énergies éolienne et solaire qui, sans combustible, ne subissent pas de perte entre énergie primaire et finale. Lorsque l'on calcule la consommation de ressources finies, l'intérêt de se focaliser sur la consommation d'énergie primaire est évident : nous comptons ce que nous prenons à la nature. Mais que faire pour comparer la part de l'énergie issue du charbon à celle de l'énergie éolienne ? Une centrale à charbon a une efficacité de 33 %, donc sa valeur d'énergie primaire (quantité de charbon) est trois fois plus grande que la valeur d'énergie finale (électricité); de ce fait, considérer l'énergie primaire revient à surestimer de beaucoup la contribution du charbon.

La croissance de la part des énergies renouvelables (biomasse traditionnelle incluse) des 26 pays REmap affiche un doublement lorsque cette part est exprimée par rapport au TFEC. En exprimant l'évolution en termes d'énergie primaire⁸ selon l'une ou l'autre des méthodes de calcul communément employées (*i.e.*, méthodes de la teneur énergétique physique et de substitution), on obtiendrait une augmentation de 20 % à 30 % supérieure.

Options REmap par source

Le graphique 5 montre la part de différentes sources d'énergies renouvelables sur le total de la consommation finale d'énergie dans le monde (et non pas uniquement

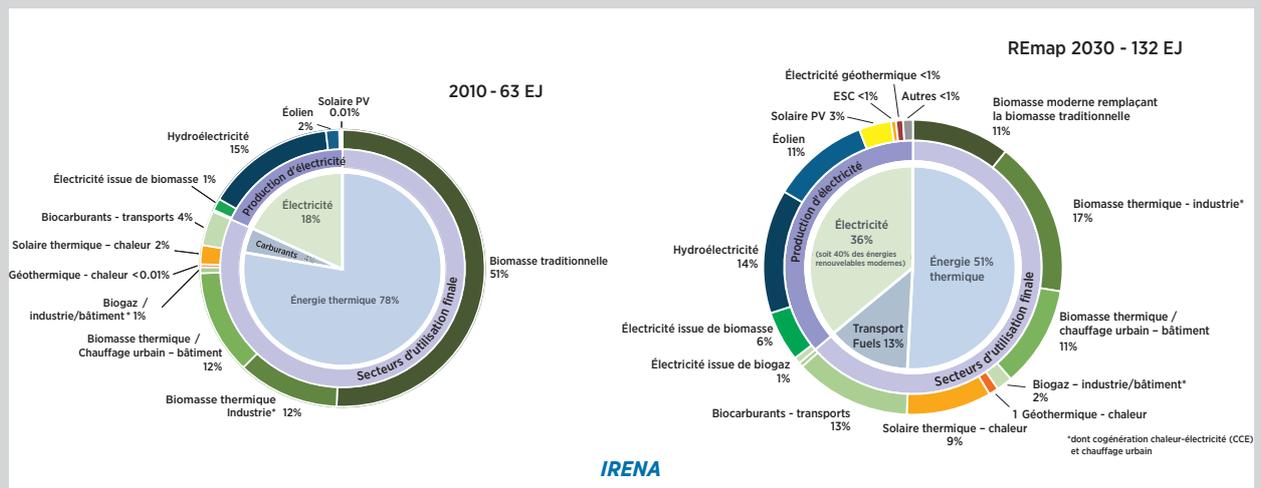
pour les 26 pays REmap) en 2010 ainsi qu'en 2030 en ajoutant la croissance induite par les options REmap. La source la plus importante d'énergies renouvelables restera incontestablement la bioénergie, qui peut être utilisée non seulement pour produire de l'électricité mais aussi pour fournir de l'énergie thermique et des carburants. Les différentes formes de biomasse solide, liquide et gazeuse représentent 61 % de la consommation d'énergies renouvelables selon REmap 2030. Mais comme évoqué précédemment, l'évolution principale au sein de la biomasse concernera le passage des formes traditionnelles aux technologies et combustibles modernes.

Aujourd'hui, l'hydroélectricité représente la plus grande part de l'électricité renouvelable, mais d'ici 2030, les options REmap feront croître considérablement la valeur absolue aussi bien que la proportion de la consommation d'énergie éolienne, puisque le déploiement de cette énergie dépasse celui de l'hydroélectricité avant 2030. Le solaire photovoltaïque constituera également une part notable de la production d'électricité. Le chauffage solaire thermique fournira près de dix fois plus d'énergie que ce qu'il fournit aujourd'hui aux secteurs de l'industrie et du bâtiment si toutes les options REmap sont appliquées.

Enfin, on remarquera que le secteur de l'électricité compte pour à peine plus d'un tiers de la part des renouvelables sur le TFEC, les deux tiers restants provenant de la

⁸ En se basant sur l'une ou l'autre des méthodes de calcul communément appliquées, à savoir les méthodes de la teneur énergétique physique ou de la substitution.

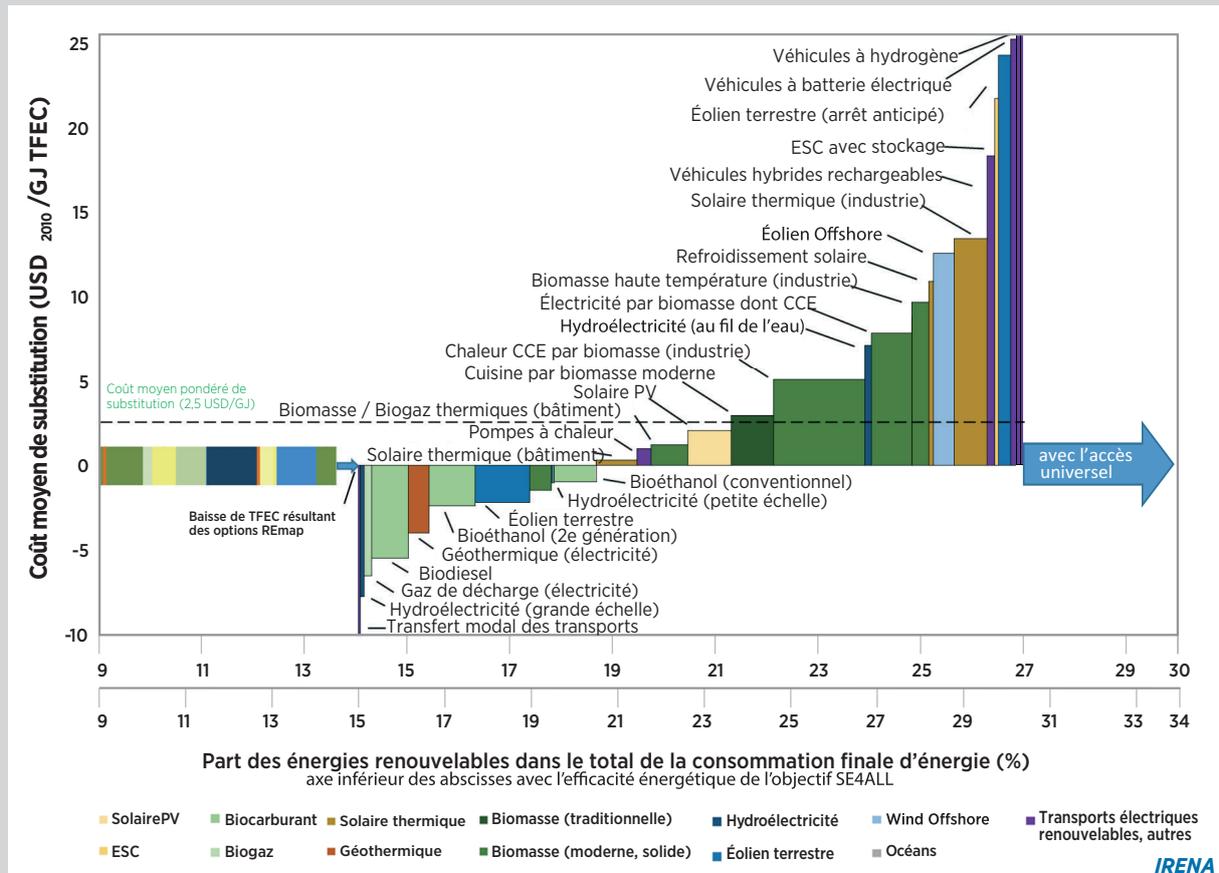
Graphique 5. Répartition de la consommation mondiale d'énergies renouvelables en 2010 et selon REmap 2030, par technologie et par secteur



La consommation mondiale d'énergies renouvelables augmentera de 110 % en termes absolus. Pour doubler la part des renouvelables, le monde doit porter son attention sur les trois secteurs d'utilisation finale et non uniquement sur l'électricité ; la biomasse continuera d'être la source la plus importante d'énergie renouvelable en 2030.

Remarque : Le rapport REmap 2030 (en bas) estime une répartition de la consommation d'énergies renouvelables en 36 % pour le secteur de l'électricité et 64 % pour les secteurs d'utilisation finale. Si l'on exclut la biomasse traditionnelle, les parts des secteurs de l'électricité et d'utilisation finale s'élèvent respectivement à 40 % et 60 %.

Graphique 6. Courbe de coûts technologiques des 26 pays REmap en 2030 dans la perspective des gouvernements



Le coût moyen d'un doublement de la part des énergies renouvelables modernes est de 2,5 USD par GJ, donc négligeable ; ce doublement nécessitera la mise en place de toutes les options REmap.

Remarque : La barre horizontale de 9 % à 14 % représente l'évolution du cas de référence. La courbe coût-approvisionnement correspond aux options REmap dans les 26 pays REmap qui atteignent 27 %, comme l'illustrent les barres vertes sur le graphique 4 (axe supérieur des abscisses). La réalisation de l'objectif SE4ALL d'efficacité énergétique accroît la part d'énergies renouvelables (axe inférieur des abscisses).

CCE = cogénération chaleur et électricité ; ESC = énergie solaire concentrée ; EnR = énergies renouvelables ; TFEC = total de la consommation finale d'énergie

consommation de chaleur et de combustibles des trois secteurs d'utilisation finale.

Les coûts de substitution des options REmap

Une fois que les options REmap ont été définies, des courbes de coûts ont été créées afin d'établir le coût de substitution par option. Le graphique 6 montre la courbe de coût générale pour les 26 pays REmap, calculée dans la perspective des gouvernements et analysée avec un taux d'escompte standard de 10 %, sans les subventions et les taxes relatives aux combustibles fossiles. Cette approche fournit une meilleure estimation des coûts pour la société que celle de l'optique des entreprises, laquelle inclut les taxes et subventions nationales qui correspondent à une redistribution des résultats nationaux. Les options sont rassemblées et représentées séparément en fonction du coût moyen de substitution qui leur est associé.

Le graphique met en avant les trois grandes catégories de déploiement technologique possible envisagées par l'analyse REmap 2030 :

1. La barre horizontale à l'extrémité gauche montre la croissance de la part des renouvelables modernes dans le cas de référence, qui passe de 9 % en 2010 à environ 14 % en 2030, comme dans le graphique 4. L'impact en termes de coût n'a pas été calculé pour le cas de référence, puisque l'on suppose que cette croissance se produira dans tous les cas. Une part de l'utilisation traditionnelle de biomasse est déjà substituée dans le cas de référence, ce qui résulte en un TFEC plus bas, d'où une part plus grande d'énergies renouvelables. Dans le graphique 6, les zones vertes du cas de référence représentent la biomasse, qui compte pour la moitié environ de la consommation. L'autre moitié se répartit entre les technologies du secteur de l'électricité : l'hydroélectricité, l'éolien puis le solaire. Les applications de chauffage solaire complètent les utilisations d'énergies renouvelables.

2. Les options REmap font croître la part des énergies renouvelables modernes de 14 % à 27 % environ (axe supérieur des abscisses) et s'échelonnent depuis les options à coût négatif (économies) jusqu'aux options les plus coûteuses. Le graphique 6 indique des options permettant d'économiser jusqu'à 10 USD par GJ, tandis que les plus chères atteignent une économie de 25 USD par GJ. Ces estimations sont fondées sur les coûts de la substitution au profit des technologies renouvelables, plutôt que sur le coût final des services énergétiques, lequel peut être influencé par d'autres facteurs. En conséquence, on constate des économies à chaque fois qu'une solution alternative renouvelable est moins chère que l'équivalent conventionnel. De même, un chiffre de coût positif indique que la substitution entraîne des coûts supplémentaires : le chiffre ne correspond pas simplement au coût de cette source particulière d'énergie renouvelable.

Les conséquences sanitaires et environnementales doivent être prises en compte dans les décisions politiques.

3. Le graphique montre également la contribution des deux autres objectifs SE4ALL à la part des renouvelables sur le TFEC. Ainsi, avec la réalisation de l'accès universel aux énergies modernes, la part des énergies renouvelables atteint 30 % (flèche bleue à l'extrémité droite). La mise en œuvre de l'objectif d'efficacité énergétique porte la part des énergies renouvelables à 34 % (axe inférieur des abscisses).

La ligne horizontale en pointillés est une mesure du coût total annualisé en 2030. Les économies générées contrebalancent la plupart des surcoûts. Les coûts nets annualisés divisés par le total de la consommation finale d'énergie renouvelable résultent en un coût moyen de substitution d'environ 2,5 USD par GJ pour l'ensemble des options REmap. Ce résultat suggère que la part des renouvelables peut être multipliée par deux moyennant des coûts supplémentaires relativement faibles.

Le surcoût net général entre 2010 et 2030 est de 133 milliards USD par an dans le monde, soit à peine 3 % de plus que dans le cas de référence. Cependant, si l'on intègre la valeur de la réduction des émissions de CO₂, même en estimant le coût de ces émissions au plus bas, on constate que les options REmap n'entraînent pas un surcoût de 3 %, mais une réduction des coûts totaux du système. Jusqu'en 2030, les énergies renouvelables sont au moins aussi importantes que l'efficacité énergétique

en termes de potentiel de réduction du CO₂, et cette importance s'accroît seulement après 2030.

Le rapport intégral (IRENA, 2014a) fournit, outre cette courbe de coût dans la perspective des gouvernements, les courbes analogues du point de vue des entreprises (qui incluent les taxes et les effets sur les marchés énergétiques).

La courbe du graphique 6 illustre le potentiel combiné d'une sélection d'options REmap. Les options REmap correspondent au potentiel réaliste des technologies d'énergies renouvelables au-delà des plans nationaux des États, compte tenu des ressources disponibles, de l'âge des stocks, des procédures de planification, etc. D'autres portefeuilles technologiques peuvent être formés par le biais d'une considération différente des paramètres constituant les options REmap.

Les décideurs seront tentés de sélectionner les options les moins chères, celles qui figurent dans la partie gauche de la courbe, et de faire l'impasse sur les options de la partie droite, qui entraînent des coûts plus élevés. Cependant, le graphique donne une vue globale et toutes les options ne sont pas applicables partout. Par conséquent, la courbe de coût ne devrait pas être interprétée comme une série d'étapes de gauche à droite, avec des coûts qui peuvent être choisis ou non de manière indépendante ; au contraire, au vu des interactions existantes, toutes les options doivent être exercées ensemble pour obtenir ce niveau de coûts et la part d'énergies renouvelables indiquée. Certaines options, par exemple, procurent des économies ou des gains d'efficacité qui permettent de réduire les coûts d'options plus onéreuses.

La position sur la courbe de coûts peut aussi changer en fonction des taxes, subventions et de facteurs extérieurs. Des facteurs macroéconomiques peuvent aussi affecter le classement des options. Se concentrer sur les options isolées les moins chères ne permettra pas la transition la moins coûteuse de l'ensemble du système ; cette transition exige une approche globale et ce n'est que si toutes ces options sont exécutées simultanément que la part des renouvelables sur le TFEC peut doubler au coût présenté, d'ici 2030.

De plus, les plans actuels doivent prendre en compte l'effet du progrès technologique ; ce qui semble cher aujourd'hui ne le sera peut-être plus dans un demi-siècle, surtout si les technologies déjà émergentes actuellement sont favorisées. Ainsi, l'engagement dans les options plus coûteuses peut permettre d'accélérer ce progrès technologique. Les gouvernements peuvent vouloir investir dans des technologies qui sont onéreuses aujourd'hui afin d'abaisser le coût unitaire d'investissement grâce à des améliorations technologiques et des économies d'échelle.

À l'extrémité droite de la courbe de coûts, certaines options technologiques induisent des coûts plus importants. Cela ne signifie pas toutefois que les possibilités d'options REmap peu onéreuses sont épuisées, ou qu'il ne reste à mettre en œuvre que le potentiel de technologies coûteuses. En revanche, cela indique deux éléments importants concernant le niveau d'ambition de chaque pays :

1. Certains pays ayant un très fort potentiel de ressources renouvelables ont très peu de mesures politiques en place pour utiliser ce potentiel à moindre coût, ou s'en remettent aux seules forces du marché pour faire évoluer la situation (la Russie par exemple).
2. D'autres pays, ayant déjà une forte part d'énergies renouvelables, en sont satisfaits et ne ressentent pas le besoin d'aller plus loin (c'est le cas du Brésil).

Le potentiel technique est nettement supérieur au déploiement indiqué par la largeur des colonnes des différentes technologies dans le graphique 6. Cela vaut pour toutes les technologies, il est possible de développer les énergies renouvelables au-delà de ce que prônent les options REmap. Si l'utilisation du potentiel technique est accrue, la part des énergies renouvelables dans le monde peut être augmentée, et la contribution des différentes technologies à la consommation mondiale de renouvelables peut changer. L'ampleur du développement dépendra de la volonté politique des

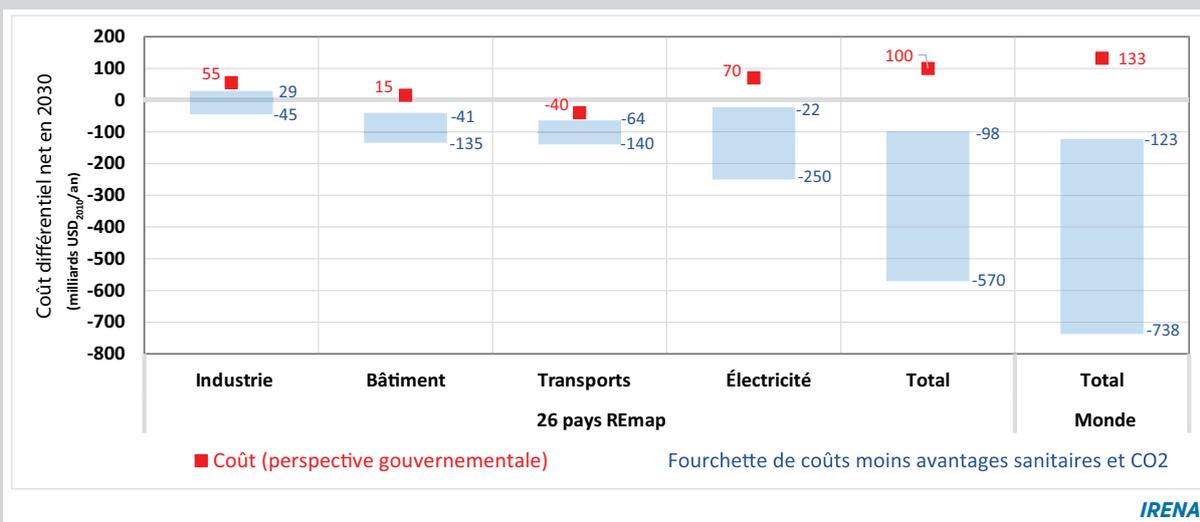
États et de l'innovation menée avec les technologies existantes et mûres.

Cette courbe de coûts représente le coût moyen mondial ; le coût de chaque option spécifique et leur ordre sur la courbe de coûts différeront d'un pays à l'autre, selon les charges locales et la qualité des ressources renouvelables. L'approche globale de la transition devra prendre en compte les interactions complexes au sein des systèmes énergétiques et entre ceux-ci.

À partir d'ensembles de données identiques à ceux utilisés pour l'analyse REmap, les équipes de l'AIE-ETSAP ont modélisé l'évolution des champs d'action liés aux énergies renouvelables et à l'efficacité énergétique en fonction de l'augmentation de la part nationale des énergies renouvelables. Les résultats de l'étude ont montré que les investissements dans les réseaux de transmission et de distribution sont limités et comptent pour environ 10 % du total des coûts d'investissement dans les systèmes énergétiques. Les résultats ont également confirmé le bouquet énergétique atteint à l'horizon 2030 où la part des énergies renouvelables atteint 36 % du TFECE dans les pays étudiés. Concernant l'évolution de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables, les résultats montrent qu'au-delà de 34 %, l'efficacité énergétique devient le facteur le plus important pour l'augmentation des énergies renouvelables.

D'autres études ont montré que l'accès universel à l'électricité et la transition vers des équipements de

Graphique 7. Surcoûts et avantages nets par secteur en 2030, dans la perspective des gouvernements



Par rapport au coût moyen annuel de 133 milliards USD, les économies issues d'autres avantages sont nettement supérieures avec le développement des énergies renouvelables. Si l'on prend en compte ces externalités, la transition vers les renouvelables engendre des économies pouvant aller de 123 milliards USD minimum, jusqu'à 738 milliards USD par an.

Remarque : Les cinq premières barres en partant de la gauche font référence aux 26 pays REmap, et plus particulièrement aux secteurs de l'industrie, du bâtiment, des transports, de l'électricité et au total de l'ensemble des secteurs. La barre de droite fait référence au total de l'ensemble des secteurs dans le monde.

cuisine modernes sont tous deux possibles d'ici 2030 moyennant des investissements limités (Pachauri, *et al.*, 2013).

Coûts de substitution avec prise en compte des coûts externes

Le graphique 7 compare les coûts différentiels nets des options REmap en 2030 dans la perspective des gouvernements, d'abord dans les 26 pays REmap, par secteur et pour l'ensemble du système énergétique, puis globalement dans le monde. Le graphique montre que les coûts différentiels nets diminuent si l'on prend en compte la réduction des coûts externes liés à la santé publique et aux émissions de CO₂, obtenue grâce aux options REmap.

Les externalités, telles que les facteurs d'ordre sanitaire et environnemental, dépassent largement le coût du développement des énergies renouvelables à l'échelle mondiale. Comme le montre le graphique, l'intégration de ces coûts externes réduit le surcoût net global, qui passe alors de 133 milliards USD par an, pour le cas de référence, à un chiffre largement négatif. Ainsi, la mise en oeuvre des options REmap générerait des économies de 123 à 738 milliards USD par an, l'ampleur des gains variant largement selon les secteurs.

Avec la multiplication par deux de la part des énergies renouvelables dans le monde et le remplacement concomitant des combustibles fossiles, les problèmes de santé publique liés aux émissions de ces combustibles seraient réduits de manière considérable, et ce, en pratique, sans aucun coût. C'est dans les secteurs de la production électrique et du bâtiment (c'est-à-dire dans l'utilisation finale d'énergie dans les bâtiments commerciaux ou résidentiels) que les coûts différentiels nets présentent les différences les plus marquées lorsque les externalités sont incluses. La pollution atmosphérique issue de la combustion de biomasse traditionnelle dans les foyers ouverts est une source importante de problèmes sanitaires. Si l'on prend en compte l'amélioration de la santé publique liée à l'accès aux énergies modernes ainsi que la réduction des émissions de CO₂, les coûts différentiels nets du secteur du bâtiment peuvent être réduits de 150 milliards USD par an. De même, pour la production d'électricité, le remplacement du charbon, source de fortes émissions, engendre des économies chiffrées au plus à 320 milliards USD par an dans le secteur énergétique. L'analyse souligne qu'il est nécessaire que les gouvernements prennent en compte les externalités lorsqu'ils formulent de nouvelles stratégies, de manière à estimer au plus juste les économies totales réalisées grâce à la bonne application de toutes les options REmap.

Il convient de mettre en place des stratégies de financement pour les projets d'énergies renouvelables d'échelle réduite.

Tableau 2. Effets des options REmap sur l'emploi
La mise en place des options REmap entraînera une augmentation moyenne nette de 900 000 emplois et 16 millions d'emplois-années.

	Emplois directs supplémentaires (millions) ¹	
	Total cumulatif (2013-2030) ²	Moyenne annuelle (2013-2030)
Secteur des énergies renouvelables seul	60	3,5
Secteur des énergies conventionnelles seul	-44	-2,6
Secteur énergétique (renouvelable et conventionnel)	16	0,9

Remarque : Les emplois directs correspondent aux emplois générés directement par les activités principales sans compter les apports intermédiaires nécessaires pour produire les équipements des énergies renouvelables ou pour construire et faire fonctionner les installations ; ainsi, les emplois dans les industries métallurgiques ou du plastique ne sont pas compris mais ceux du secteur de fabrication et d'installation solaire PV le sont.

¹ Différence entre les chiffres de l'emploi dans le cas de référence et selon REmap 2030.

² Le total cumulatif des emplois est calculé en multipliant le nombre d'emplois supplémentaires par les années d'emploi.

Avantages des options REmap pour l'emploi

L'étude s'est également penchée sur les avantages que les options REmap induiraient en matière d'emploi. Une approche fondée sur les facteurs de l'emploi a été adoptée (approfondie dans le document IRENA, 2013t). Par rapport au cas de référence, le déploiement des options REmap engendrera un total cumulatif de 16 millions d'emplois directs supplémentaires dans le secteur énergétique d'ici à 2030, ce qui signifie une moyenne de 900 000 emplois supplémentaires dans le secteur pendant toute la période. Ces chiffres prennent en compte les emplois créés dans le secteur des énergies renouvelables et les emplois supprimés dans le secteur des énergies conventionnelles. Les créations d'emplois dans le secteur des renouvelables s'élèveront dans la même période à 60 millions d'emplois directs cumulés, soit en moyenne 3,5 millions d'emplois par an (voir tableau 2).

Aspects nationaux liés aux options REmap

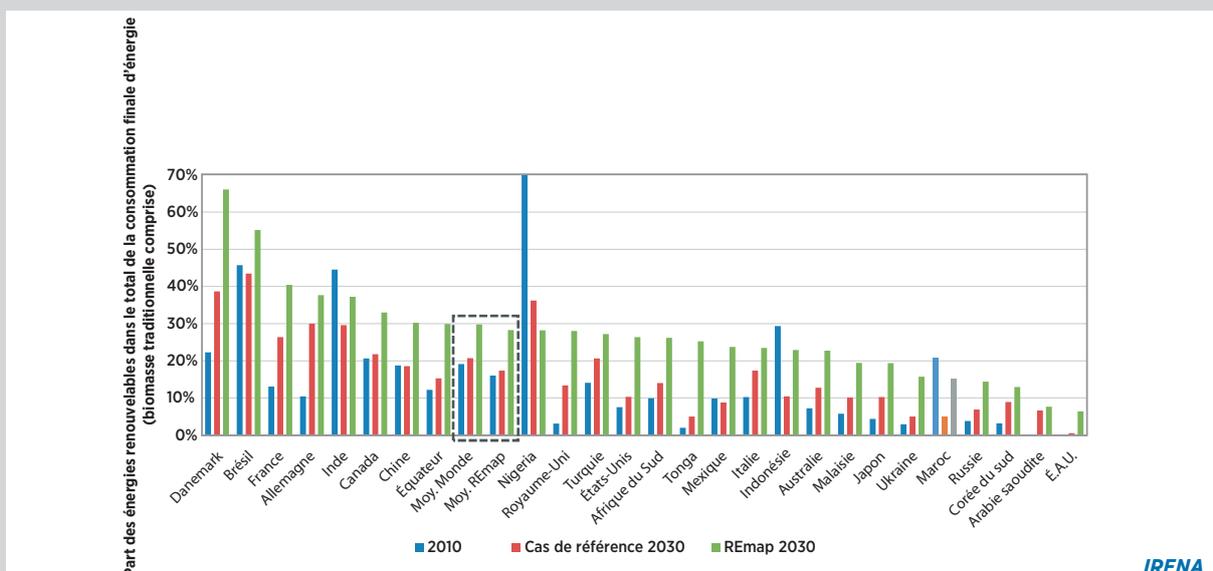
Le doublement de la part des énergies renouvelables modernes dans le monde ne correspond pas à un doublement dans tous les pays. Le graphique 8 montre qu'en 2010, les 26 pays REmap démarrent à des niveaux

L'Allemagne, le Brésil, le Canada, la Chine, le Danemark, l'Équateur et la France pourraient atteindre des parts d'énergies renouvelables de 30 % ou plus.

différents - allant de 0 % en Arabie saoudite et aux Émirats arabes unis, à plus de 20 % au Danemark, au Canada et au Nigeria et plus de 40 % au Brésil.

Dans la plupart des pays, la part d'énergies renouvelables entre 2010 et le cas de référence pour 2030 connaît une progression, avec une augmentation supérieure dans la projection REmap 2030. Les pays de l'UE présentent une croissance forte à la fois dans le cas de référence et selon REmap 2030 : tous les États membres de l'UE ont fixé des objectifs en matière d'énergies renouvelables pour 2020 dans leurs plans d'action nationaux en faveur des énergies renouvelables et ont réfléchi à leurs objectifs pour 2030 en fin d'année 2013. Certains, comme le Danemark et l'Allemagne, se sont fixé des objectifs pour 2030 qui prévoient une part de renouvelables supérieure dans leur cas de référence à cette date.

Graphique 8. Niveau actuel et projeté de la part des énergies renouvelables sur le total de la consommation finale d'énergie par pays, 2010-2030

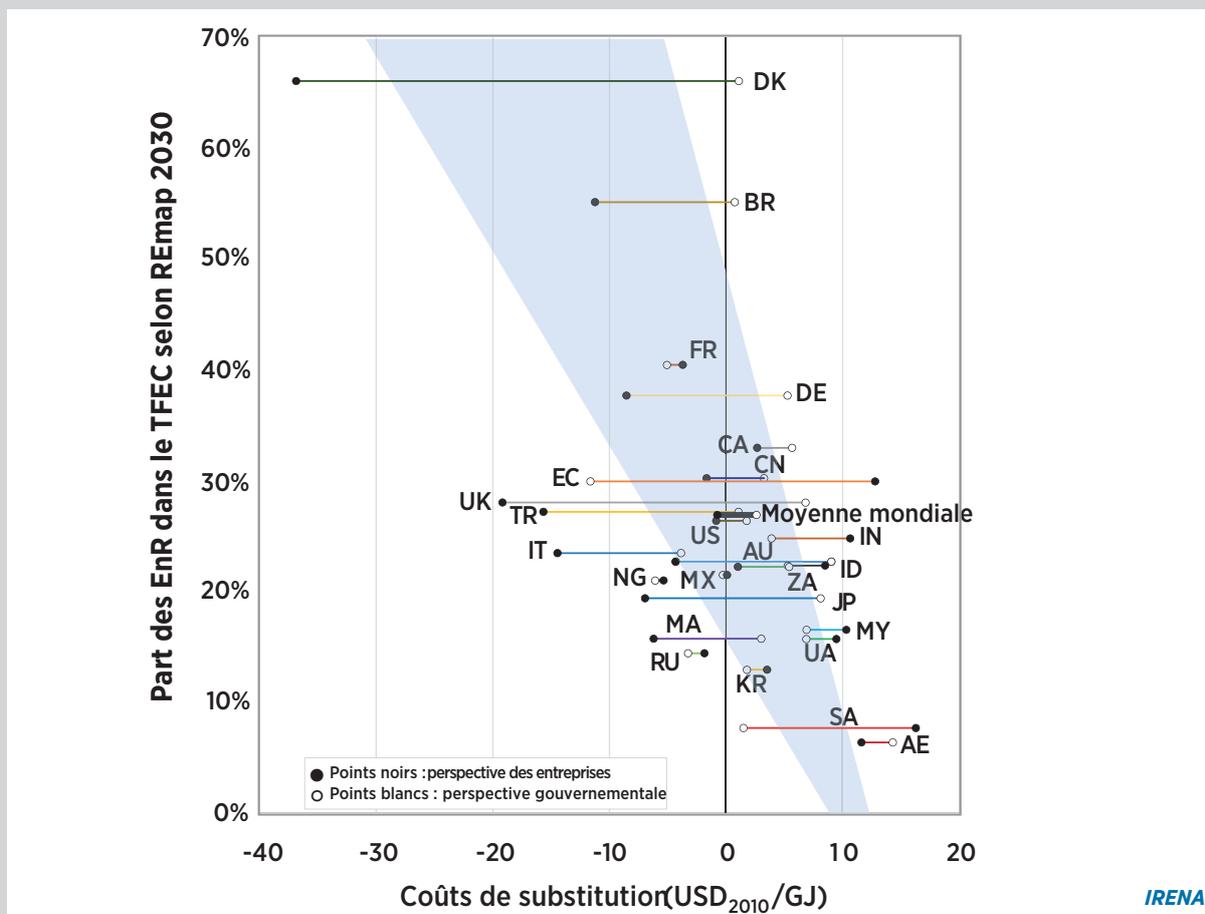


Un doublement de la part des renouvelables dans le monde n'implique pas un doublement dans tous les pays

Remarque : Les parts des énergies renouvelables dans le cas de référence de la France et du Royaume-Uni ont été évaluées à partir des engagements pour 2020 en matière d'énergies renouvelables intégrés à leurs plans d'action nationaux en faveur des énergies renouvelables. Entre 2020 et 2030, l'analyse de leur cas de référence n'a inclus aucun développement d'énergies renouvelables, mais des améliorations d'efficacité énergétique ont été prises en compte.

EnR = énergies renouvelables ; TFEC = total de la consommation finale d'énergie

Graphique 9. Lien entre les potentiels des énergies renouvelables par pays et les coûts de substitution



Le coût de transition par unité d'énergie diminue à mesure que la part-cible de renouvelables augmente (zone en demi-teinte bleutée).

Remarque : Les incitants économiques augmentent à gauche et diminuent à droite. La moyenne mondiale se réfère au total des 26 pays REmap indiqués au graphique 7, et les autres barres indiquent la ventilation de ce total par pays.

Pays : Afrique du Sud (ZA); Allemagne (DE); Arabie saoudite (SA); Australie (AU); Brésil (BR); Canada (CA); Chine (CN); Corée du Sud (KR); Danemark (DK); Émirats arabes unis (AE); Équateur (EC); États-Unis (US); France (FR); Inde (IN); Indonésie (ID); Italie (IT); Japon (JP); Malaisie (MY); Maroc (MA); Mexique (MX); Nigéria (NG); Royaume-Uni (UK); Russie (RU); Turquie (TR); Ukraine (UA)

EnR = énergies renouvelables ; TFEC = total de la consommation finale d'énergie

Le Nigeria présente une évolution différente. Étant donné que ce pays utilise actuellement une très grande quantité de biomasse (dont de la biomasse solide dans l'industrie), la part de renouvelables au niveau national devrait être amenée à diminuer radicalement puisque l'industrie se tourne principalement vers le gaz naturel et que le recours à la biomasse traditionnelle pour la cuisine domestique est remplacé par l'utilisation plus efficace de la biomasse moderne.

À l'exception du Nigeria, la part des renouvelables est beaucoup plus importante en 2030 dans le scénario REmap 2030 qu'elle ne le serait suivant le cas de référence, comme le montrent les barres correspondant aux moyennes dans le graphique 8.

Coûts de substitution moyens des options REmap par pays

Le graphique 9 présente les coûts de substitution moyens pour chacun des 26 pays REmap dans le cadre des options REmap d'ici 2030, tant du point de vue des pouvoirs publics (impôts et subventions non comptabilisés) que du point de vue des entreprises (avec inclusion de la fiscalité locale et des subventions). Le graphique 6 présentait la courbe de coûts des différents types de technologie. Le graphique 9 indique les coûts globaux pour chaque pays en particulier. La fiscalité nationale et les subventions ont été supprimées de la perspective gouvernementale (points blancs) mais sont reprises dans la perspective des entreprises (points noirs). Chaque ligne de pays

Les marchés mondiaux de l'énergie sont fortement influencés par la fiscalité et les subventions.

représente la différence de coût de substitution entre la perspective des pouvoirs publics et la perspective des entreprises dans le cadre des options REmap.

On notera que l'axe des abscisses commence à gauche avec les coûts peu élevés et passe aux coûts élevés du côté droit. Les positions des pays indiquent une relation globale : les pays présentant peu d'incitations économiques (coûts de substitution positifs) tendent à avoir une faible part d'énergies renouvelables, tandis que ceux offrant des incitations économiques importantes (coûts de substitution négatifs) atteignent généralement une part plus importante d'énergies renouvelables. Les pays situés à gauche peuvent augmenter leur part d'énergies renouvelables pour un coût de substitution négatif (c'est-à-dire avec des économies plus importantes).

Les pays qui subventionnent l'énergie (en bas à droite) augmentent leur part d'énergies renouvelables à partir d'un niveau peu élevé, mais dans une mesure limitée, et avec des coûts de substitution positifs. Dans de nombreux cas (Malaisie, Arabie saoudite, Indonésie, etc.), ces pays présentent des coûts de substitution moins élevés du point de vue des entreprises que du point de vue des pouvoirs publics, une situation contraire à celle observée au Danemark, au Brésil et en Allemagne. Le Danemark et le

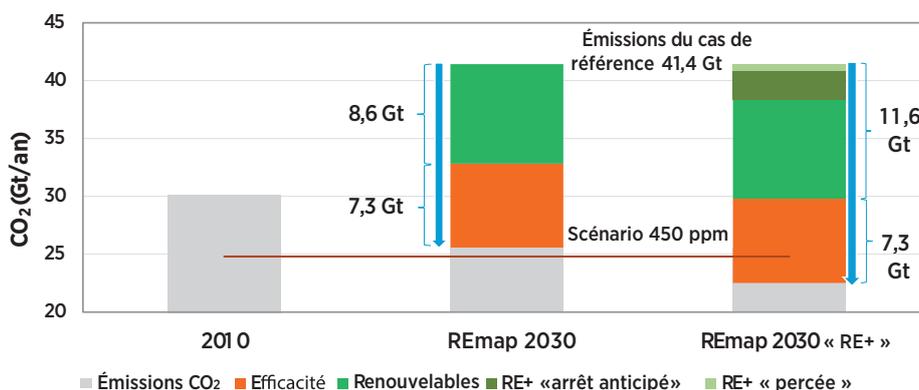
Brésil se situent en haut du diagramme en ce qui concerne la part des énergies renouvelables dans REmap 2030.

Les coûts de substitution sont plus élevés du point de vue des entreprises que du point de vue des gouvernements dans les pays offrant des subventions importantes pour l'énergie parce que, dans ces pays, les prix nationaux des combustibles fossiles sont inférieurs à leurs prix sur les marchés internationaux. L'Arabie saoudite et l'Indonésie sont des exemples de ce type de pays. Bien que la Russie subventionne fortement son gaz naturel, la différence de prix au niveau national est mineure parce que la substitution porte sur une combinaison de générateurs nucléaires et au diesel, ce qui entraîne des coûts négatifs dans les deux perspectives. La Corée du Sud subventionne le prix au détail de l'électricité, et se trouve donc placée aux côtés des pays subventionnant l'énergie. Pour les pays où les prix nationaux de l'énergie sont élevés, comme le Danemark ou le Japon, les coûts de substitution du point de vue des pouvoirs publics sont nettement plus élevés. Dans ces pays, les politiques de tarification de l'énergie créent un marché susceptible de favoriser le développement de l'énergie renouvelable.

Réduction des émissions de dioxyde de carbone dans les options REmap

Les émissions mondiales provenant de la consommation d'énergie ont dépassé 30 Gt de CO₂ en 2013. En 2013, la concentration de CO₂ dans l'atmosphère a franchi les 400 parts par million (ppm), un niveau nettement supérieur aux fluctuations entre 180 et 300 ppm estimées au cours des 650 000 dernières années. Les émissions annuelles

Graphique 10. Émissions de dioxyde de carbone selon REmap 2030



L'énergie renouvelable peut générer la moitié de la réduction des émissions de CO₂ nécessaire en 2030 dans le secteur de l'énergie.

Remarque : Ce graphique présente uniquement les émissions issues de la combustion de combustibles fossiles. Les réductions d'émissions de CO₂ provenant de l'efficacité énergétique sont basées sur sa part dans les émissions totales des perspectives énergétiques mondiales de l'AIE (WEO) 2012 (AIE, 2012b). L'IRENA applique cette part aux émissions totales du cas de référence de 414 Gt de CO₂ pour arriver à une estimation d'une réduction d'environ 7,3 Gt des émissions de CO₂ liée à l'efficacité énergétique dans REmap 2030.

de CO₂ continuent d'augmenter et pourraient facilement dépasser 41 Gt d'ici 2030.

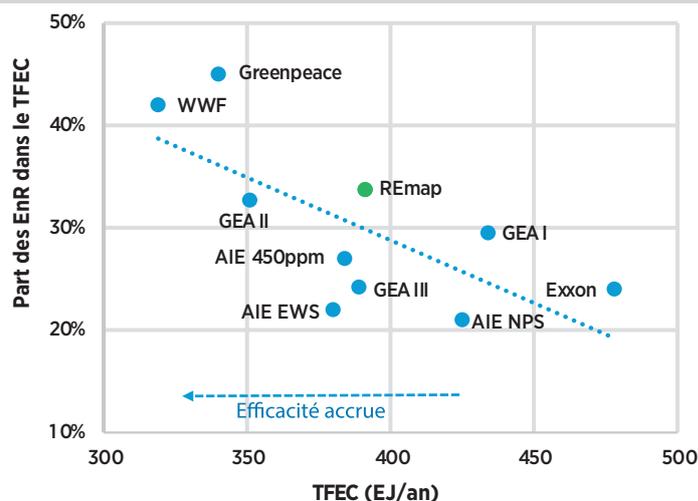
Les climatologues pensent que les émissions provenant de la consommation d'énergie doivent baisser et non augmenter. La ligne du graphique 10 montre que les émissions annuelles de CO₂ provenant de la combustion de combustibles fossiles devraient passer sous la barre des 25 Gt d'ici 2030 pour empêcher la concentration de CO₂ dans l'atmosphère de dépasser 450 ppm, niveau qui permettrait, selon les scientifiques, de maintenir le réchauffement climatique inférieur à deux degrés Celsius afin d'en éviter les conséquences les plus désastreuses.

Il existe de nombreux moyens de réduire les émissions de CO₂, notamment l'amélioration du rendement énergétique, le recours aux renouvelables, l'énergie nucléaire et le captage et stockage du carbone (CSC). L'IRENA a examiné les conséquences pour les émissions de CO₂ après avoir estimé les options REmap et RE+ et constaté que les énergies renouvelables présentaient un potentiel considérable, susceptible de réduire d'environ 21 % les émissions du cas de référence (8,6 Gt contre 41,4 Gt de CO₂). Les options REmap associées à l'efficacité énergétique pourraient réduire les émissions de CO₂ totales du cas de référence presque au niveau requis pour le scénario à 450 ppm (réduction supplémentaire de 7,3 Gt CO₂). Si l'on y ajoute les options RE+ d'arrêt anticipé et les percées technologiques (3 Gt de réduction supplémentaire des émissions de CO₂), les émissions annuelles pourraient être réduites à environ 22,5 Gt.

Le graphique 11 présente le lien entre la part des énergies renouvelables et le TFEC en 2030 sur la base de différentes études de scénarios. Le même volume d'utilisation de renouvelables aboutit à une part différente d'énergies renouvelables en fonction du TFEC. Plus le TFEC est faible, plus la part d'énergies renouvelables est élevée, et inversement. Une efficacité énergétique plus élevée réduit le TFEC. Une stratégie intégrée basée sur les renouvelables augmentera la part des renouvelables. Cependant, si ce résultat global est valable pour les économies en croissance rapide, l'efficacité énergétique pourrait réduire la nécessité d'augmenter la capacité du secteur énergétique – et donc les possibilités d'introduction d'énergies renouvelables – dans les économies où la demande énergétique stagne ou augmente faiblement, et où les investissements matériels sont relativement récents (comme certains pays européens et la Chine). Ces deux mesures se renforcent mutuellement, mais il faut que les politiques arrivent à une combinaison de déploiement optimale pour assurer une atténuation effective du changement climatique.

Les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique permettent à elles seules de maintenir la concentration de CO₂ sous la barre des 450 ppm.

Graphique 11. Projections concernant la part des EnR dans le total de la consommation d'énergie finale, 2030



IRENA

Moins nous consommons d'énergie, plus la part d'énergies renouvelables peut être élevée.

Remarque : Les projections relatives à la part des énergies renouvelables dans le TFEC en 2030 (IRENA, 2013a) sont basées sur les références suivantes : GIEC (2011), WWF/Ecofys/OMA (2011) ; BP (2012) ; ExxonMobil (2012) ; GEA (2012) ; Greenpeace/EREC/GWEC (2012) ; AIE (2012b). L'EWS est le « scénario du monde efficace » (Efficient World Scenario), et le NPS est le « scénario des nouvelles politiques » (New Policies Scenario) de l'AIE (2012b). La somme des options REmap serait située vers le milieu en termes de niveau attendu de consommation d'énergie d'ici 2030 (à environ 390 EJ par an), mais vers la partie supérieure en termes de part des énergies renouvelables.

5. Options technologiques pour atteindre l'objectif

Le graphique 12 présente les capacités en énergie renouvelable d'ici 2030 pour les technologies électriques en supposant la réalisation de toutes les options REmap. Dans le cas du solaire photovoltaïque, l'écart entre le cas de référence et les options REmap supplémentaires est particulièrement important, avec une croissance plus de deux fois plus rapide d'ici 2030.

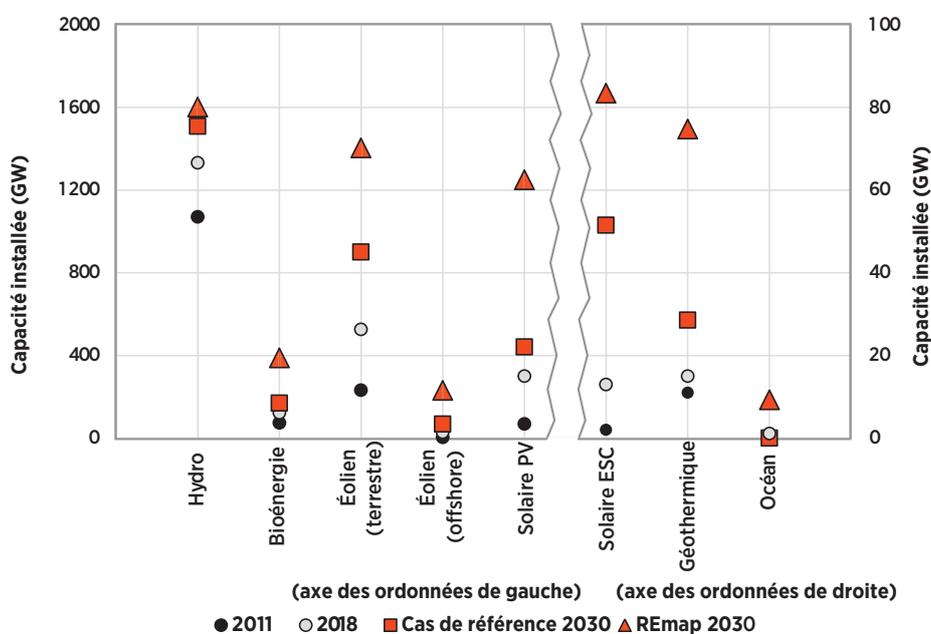
À plus petite échelle (voir axe des ordonnées de droite), l'énergie solaire concentrée (ESC) et le géothermique présenteront également un volume environ deux fois supérieur à celui prévu dans le cas de référence, et une capacité importante d'énergie marémotrice aura également été mise en place.

Pour l'énergie hydroélectrique, par contre, la différence entre le cas de référence et REmap 2030 est minimale. Afin de faciliter la comparaison, les chiffres présentent les capacités installées prévues pour 2018 selon le rapport

sur le marché des énergies renouvelables à moyen terme de l'AIE (AIE 2013a).

Les renouvelables remplacent une part importante de l'utilisation de combustibles fossiles dans le secteur de l'électricité. Les renouvelables compensent principalement la consommation de charbon pour la production d'électricité en valeurs absolues, comme l'indique le graphique 13. La réduction de la consommation de charbon (57 EJ) est supérieure à l'effet compensateur pour le gaz naturel et les produits pétroliers combinés. L'évolution de la demande de pétrole et de gaz naturel aura une incidence sur les pays producteurs d'énergie. Par comparaison, l'utilisation totale d'énergies renouvelables (y compris en termes d'énergie primaire) augmentera de 90-150 % dans REmap 2030 en fonction de la méthode de comptabilisation utilisée pour mesurer l'énergie primaire. Si les options REmap sont mises en œuvre en plus du cas de référence, l'énergie renouvelable pourrait être le vecteur énergétique le plus important au monde d'ici 2030.

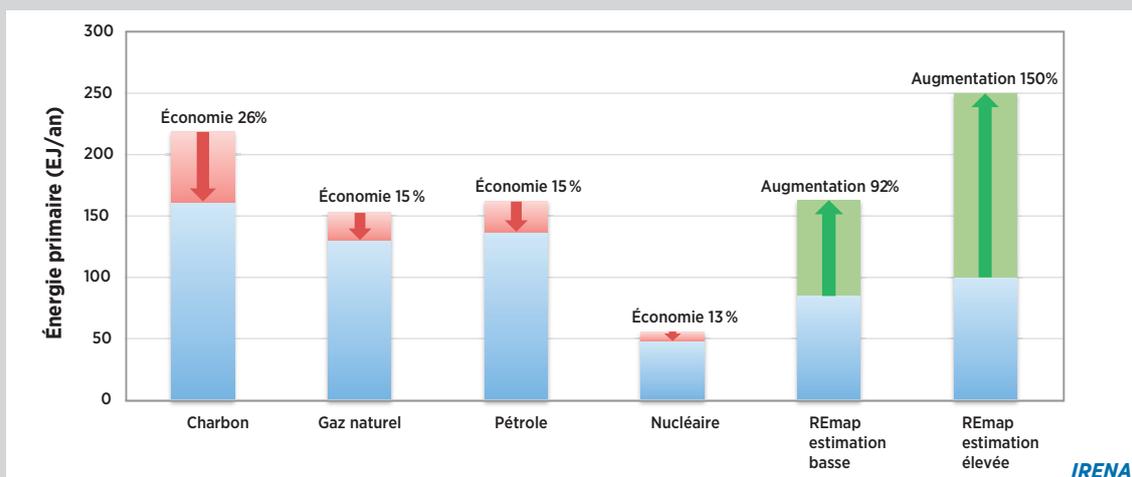
Graphique 12. Projections de croissance pour des technologies spécifiques d'électricité renouvelable



Les projections gouvernementales sous-estiment considérablement le potentiel de croissance de l'électricité renouvelable

Remarque : L'hydro pompée est exclue parce qu'elle est considérée comme une forme de stockage d'énergie. Les chiffres pour 2018 sont basés sur le rapport du marché de l'énergie à moyen terme de l'AIE (AIE, 2013a).

Graphique 13. Comment les renouvelables compensent les combustibles fossiles



Les renouvelables remplaceront largement le charbon d'ici 2030 pour devenir la principale source d'énergie primaire.

Remarque : Le graphique indique le niveau futur d'utilisation de combustibles fossiles dans le cas de référence et les économies (en rouge) en cas de mise en pratique des options REmap ; les économies provenant du doublement de l'efficacité énergétique sont exclues.

L'utilisation mondiale de combustibles fossiles augmentera d'environ 39 % entre 2010 et 2030 selon le cas de référence. Par comparaison, selon REmap 2030, la mise en œuvre de toutes les options REmap permet de limiter l'augmentation de la consommation de combustibles fossiles à 12 % seulement. La consommation de charbon n'augmenterait pas, tandis que le pétrole et le gaz naturel verraient leur consommation augmenter respectivement de 10 % et 35 %. Les options REmap provoqueront une réduction de la consommation de charbon supérieure aux réductions combinées de consommation de gaz naturel et de pétrole.

Les options REmap compenseront un plus grand volume de consommation de charbon d'ici 2030 que le gaz naturel et le pétrole combinés.

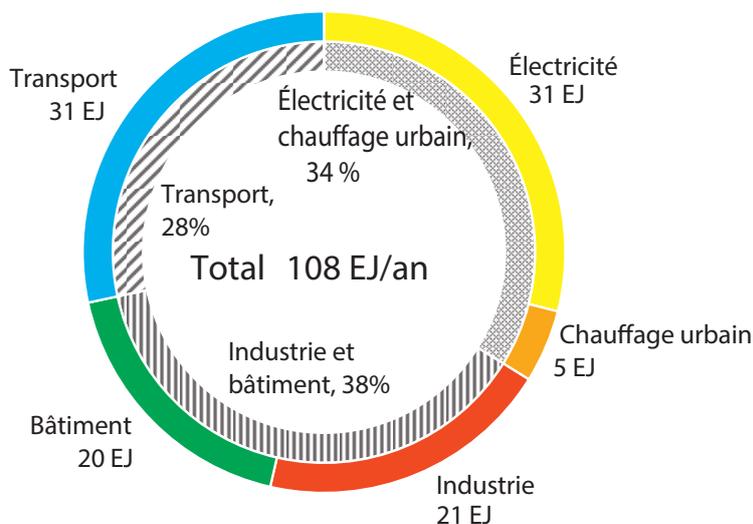
Le remplacement du pétrole et du gaz naturel par des renouvelables est relativement simple dans la production d'électricité et pour le chauffage, mais plus difficile dans le secteur du transport. Les biocarburants vont progresser de manière significative, mais l'électrification ne sera pas toujours une possibilité (par exemple dans le transport maritime et l'aviation). En outre, comme indiqué précédemment, la part de l'électricité dans les transports n'augmente pas beaucoup même si les véhicules électriques représentent 10 % du parc mondial étant donné l'efficacité de la mobilité électrique. Dans

son analyse des options REmap dans la perspective gouvernementale, l'IRENA estime que les biocarburants avancés deviendront compétitifs face au pétrole avant 2030. Cette prévision se base toutefois sur l'hypothèse d'une hausse de 50 % du cours du pétrole d'ici 2030 par rapport à 2010.

Le graphique 14 présente la répartition de la consommation de biomasse entre les trois secteurs d'utilisation finale (industrie, transports et bâtiment), le secteur de l'électricité et celui du chauffage urbain d'ici 2030, en supposant la mise en œuvre des options REmap supplémentaires (en termes d'énergie primaire). L'hypothèse utilisée suppose que les biocarburants sont produits à partir de biomasse solide avec un rendement de conversion de 50 % – c'est-à-dire qu'un GJ de biocarburant (en termes d'énergie finale) nécessite 2 GJ de biomasse solide (en termes d'énergie primaire). L'IRENA conclut que la demande en biomasse solide augmentera de 1,9 % par an d'ici 2030, croissance nettement supérieure à celle prévue par le cas de référence et à la croissance historique de 1,3 % par an constatée entre 1990 et 2010.

La croissance est nettement plus importante pour les biocarburants liquides qui, dans le cas de référence, est multipliée par 2,7 seulement entre 2010 et 2030, alors que REmap 2030 prévoit une multiplication par six. Entre 2000 et 2010, l'utilisation de biocarburants liquides a augmenté de 19 % par an en moyenne. Il est vrai que cette croissance a ralenti vers la fin de la décennie, notamment du fait des hésitations de l'UE à renforcer son mandat en faveur des biocarburants liquides. L'IRENA estime toutefois que les biocarburants avancés deviendront compétitifs bien avant 2030 (IRENA 2013e).

Graphique 14. Demande mondiale en bioénergie primaire par secteur avec les options REmap, 2030



IRENA

La biomasse est polyvalente et peut servir pour l'électricité, le transport et le chauffage.

Le graphique 15 présente le potentiel d'approvisionnement en biomasse primaire en EJ ainsi que le prix par type et par région. L'IRENA estime que jusqu'à 30 % du potentiel total mondial d'approvisionnement en biomasse, situé entre 105 et 150 EJ, représente un excédent exportable, ce qui signifie que la biomasse est, dans une large mesure, une ressource de consommation locale. Les produits à base de biomasse échangés seront principalement les biocarburants liquides, les pellets et les copeaux. On notera que la demande mondiale en biomasse devrait atteindre 108 EJ en 2030 en cas de mise en œuvre des options supplémentaires REmap, une demande proche de l'estimation inférieure du potentiel total d'approvisionnement. Il s'agit de potentiels très ambitieux pour la biomasse, ce qui signifie que les inquiétudes concernant sa durabilité gagneront en importance lorsque les limites de l'approvisionnement en biomasse seront atteintes. Ce résultat met également en évidence l'importance de l'innovation et du développement de

nouvelles technologies. Avec la commercialisation des technologies plus efficaces et émergentes en matière d'énergie renouvelable, il sera possible d'élargir le portefeuille et de réduire la dépendance à la biomasse.

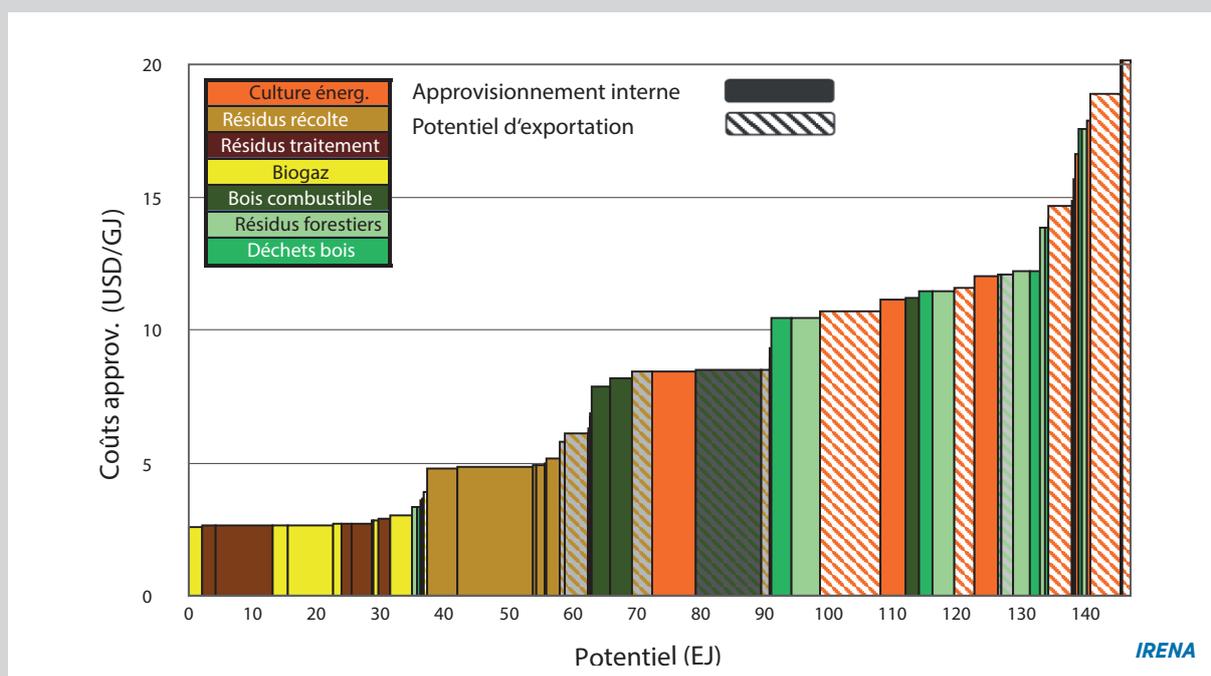
Les coûts d'approvisionnement les plus faibles sont ceux des résidus agricoles et du biogaz issus de déchets alimentaires et de fumier, et les plus élevés sont ceux des cultures énergétiques.

L'estimation de l'approvisionnement en biomasse pour 2030 de l'IRENA correspond en grande partie aux estimations de la World Bioenergy Association (WBA - Kopetz 2013), qui prévoient un approvisionnement maximal de 153 EJ de biomasse d'ici 2035, cette biomasse provenant à plus de 80 % de produits forestiers (bois, résidus et déchets) (70 EJ) et de résidus et déchets agricoles (62 EJ). Les 12 % restants sont des cultures énergétiques (18 EJ). Les estimations de l'IRENA pour les résidus agricoles et les déchets alimentaires sont similaires avec 39-66 EJ. Ses estimations pour les produits forestiers sont par contre inférieures avec 25-42 EJ. Par comparaison, l'IRENA estime un potentiel plus élevé d'environ 31-37 EJ pour les cultures énergétiques, qui s'explique principalement par une différence d'estimation des terres disponibles.

Une biomasse produite de façon durable peut contribuer de manière significative à la réduction des émissions de CO₂. On considère en effet que le CO₂ biogène résultant de la combustion de la biomasse est séquestré par la culture de biomasse la saison suivante, de sorte que ce combustible pourrait être neutre du point de vue du carbone. Lorsque l'on prend en considération les

Le coût d'approvisionnement moyen de la biomasse primaire est estimé à 8,3 USD par GJ au niveau mondial, mais les coûts d'approvisionnement nationaux varient généralement entre 2 et 18 USD par GJ.

Graphique 15. Courbe d'approvisionnement globale en biomasse, 2030



La biomasse la plus abordable provient de résidus et de déchets, qui représentent également environ la moitié du potentiel.

Remarque : Les estimations d'approvisionnement représentent l'estimation supérieure du potentiel d'approvisionnement. Les hâchures représentent le potentiel d'exportation.

étapes du cycle de vie de la bioénergie autres que la combustion (par ex. la récolte et la récupération), par contre, la bioénergie pourrait émettre plus de GES que les combustibles fossiles. Il en va de même si l'on tient compte des émissions liées à la modification directe et indirecte de l'affectation des terres. Il existe différentes stratégies permettant d'assurer la durabilité de la biomasse, comme l'amélioration des rendements agricoles, la gestion durable des terres et autres ressources et l'utilisation accrue des résidus agricoles et forestiers sans dépasser les limites imposées, par exemple, par les matières organiques contenues dans le sol.

Feuille de route pour doubler la part des énergies renouvelables dans le monde

Qui doit faire quoi, et pour quelle date ? Des changements physiques sont nécessaires (par ex. en capacité de GW et en tonnes de carburants), mais il faudra aussi modifier les cadres politiques (par exemple en matière de tarification de l'énergie, de structure de marché et de planification). Ce chapitre examine les changements physiques nécessaires entre aujourd'hui et 2030 et place ces changements dans la perspective des évolutions observées au cours de la dernière décennie.

Les options pour 2030 peuvent être classées en quatre catégories stratégiques principales :

1. Les énergies renouvelables utilisées pour la production d'électricité (qui représentent environ 40 % de l'utilisation d'énergies renouvelables modernes dans REmap 2030), à raison d'un tiers d'énergie hydroélectrique, d'un tiers d'énergie éolienne, d'un dixième d'énergie solaire, le reste étant assuré par d'autres sources d'énergies renouvelables.
2. Les énergies renouvelables destinées aux secteurs d'utilisation finale (représentant environ 60 % de l'utilisation d'énergies renouvelables modernes), à raison de 38 % pour le bâtiment, 38 % pour l'industrie et 24 % pour les transports. Cette catégorie inclut :
 - La biomasse moderne pour les applications thermiques (représentant environ 25 % de l'utilisation d'énergies renouvelables), à l'exclusion du remplacement de la biomasse traditionnelle.
 - L'accès à l'énergie moderne par les renouvelables, notamment le remplacement de la biomasse traditionnelle par des cuisinières modernes et les carburants modernes à base de biomasse (représentant environ 20 % du potentiel des énergies renouvelables).

- Les solutions solaires thermiques pour l'eau chaude, le chauffage des espaces et pour la chaleur utilisée dans les procédés industriels (représentant environ 5 % de l'utilisation d'énergies renouvelables).
3. D'autres politiques en matière d'énergie, et notamment :
- L'électrification en tant que stratégie permettant d'utiliser davantage d'électricité provenant de sources renouvelables (représentant 2-3 % de l'utilisation d'énergies renouvelables).
 - Un doublement de la vitesse d'amélioration de l'efficacité énergétique (pour une différence de 15 % dans la part des énergies renouvelables en 2030).
 - Les rythmes d'amélioration de l'efficacité énergétique et changements structurels, par exemple les transferts modaux.
4. La mise en œuvre de mesures et de technologies au niveau de l'infrastructure, comme les infrastructures de réseau et de stockage, les stations de rechargement, l'approvisionnement en biomasse et la logistique.

La part des énergies renouvelables modernes pourrait augmenter d'au moins 50 % d'ici 2020 si des mesures sont prises dès aujourd'hui.

Comme l'indique le rapport REmap 2030, avec les options REmap supplémentaires, l'utilisation d'énergies renouvelables modernes dans le monde pourrait augmenter d'au moins 50 % d'ici 2020 et pourrait presque quadrupler en termes absolus sur la période 2010-2030, doublant ainsi la part des énergies renouvelables dans le monde. Selon REmap 2030, environ un tiers du potentiel supplémentaire des énergies renouvelables modernes – en sus du cas de référence – réside dans le secteur de l'électricité, tandis que les deux tiers restants résident dans les trois secteurs d'utilisation finale que sont l'industrie, le bâtiment et les transports.

La mise en œuvre de la totalité des options REmap supplémentaires d'ici 2030 suppose de commencer dès aujourd'hui les investissements en faveur de la capacité de production des énergies renouvelables.

Le tableau 3 présente une vue d'ensemble de REmap 2030 basée sur trois groupes d'indicateurs. Le premier groupe

est celui des indicateurs physiques. La biomasse est considérée comme une ressource-clé. L'utilisation totale de biomasse passe d'environ 50 EJ à 108 EJ par an, soit une utilisation plus que doublée ou un taux de croissance de 4 % par an. Cette croissance est nettement plus rapide que celle observée au cours des deux dernières décennies (croissance d'environ 35 %, soit 1,5 % par an). L'augmentation de 58 EJ de l'utilisation de la biomasse d'ici 2030 correspond à 4 milliards de tonnes, ce qui représente une file de camions faisant 25 fois le tour de la terre. Jusqu'à la moitié du potentiel d'approvisionnement pourrait provenir d'Asie et d'Europe (Russie comprise). Il est crucial que l'approvisionnement en biomasse soit durable, notamment grâce à une réduction des émissions de gaz à effet de serre au cours de leur cycle de vie.

L'utilisation de biomasse solide moderne serait multipliée par quatre, tandis que l'utilisation de biomasse liquide serait multipliée par six entre 2010 et 2030. On estime qu'environ 63 % de la demande totale en biomasse liquide concernerait les biocarburants conventionnels, les 37 % restants portant sur des biocarburants avancés. L'éthanol de canne à sucre représente la majeure partie de la croissance des biocarburants conventionnels et correspond à une multiplication par 5 de la production de canne à sucre à des fins de production de biocarburant. La production de biocarburants liquides à partir de canne à sucre pourrait se situer dans des régions où les matières premières sont peu coûteuses, comme en Afrique et en Amérique latine. L'Asie, l'Europe et l'Amérique du Nord pourraient se focaliser sur la fourniture de résidus agricoles et forestiers pour différentes applications.

Si les options REmap supplémentaires sont mises en œuvre, les plus gros utilisateurs de biocarburants liquides pourraient être le Brésil, la Chine, l'Inde, l'Indonésie et les États-Unis. Ces cinq pays pourraient plus que doubler leur demande en biocarburants au-delà de leurs plans nationaux d'ici 2030 et représenter au moins la moitié du marché total mondial des biocarburants selon REmap 2030.

La réalisation de l'objectif d'accès aux énergies modernes nécessite de remplacer la biomasse traditionnelle pour la cuisine et le chauffage des espaces. Si toutes les options REmap sont mises en œuvre, la capacité installée des technologies avancées pour la cuisine pourrait être plus que quadruplée, en particulier entre aujourd'hui et 2020, principalement en Afrique et dans certaines parties

Les biocarburants avancés couvriront 37 % de la demande en liquides bioénergétiques d'ici 2030.

Tableau 3. REmap 2030 : aperçu général

	Unités	2012	REmap 2020	REmap 2030	Cas de référence 2030	REmap / Référence (%)	TCAC : 2000-2012 (%/an)	TCAC : 2012-2030 (%/an)	Indicateurs pour REmap 2030
Indicateurs technologiques									
Hydroélectricité (hors accumulation par pompage)	(GW _e)	1 004	1 350	1 600	1 508	6	3,2	2,6	
Accumulation par pompage	(GW _e)	150	225	325	306	6	S.O.	4,4	
Éolien terrestre	(GW _e)	283	600	1 404	900	56	26,4	9,3	300 000 centrales 5 MW _e
Éolien offshore	(GW _e)	6	50	231	68	242	N/A	22,5	
Solaire PV	(GW _e)	100	400	1 250	441	184	23,5	15,1	12,5 millions de centrales 100 kW _e
CSP	(GW _e)	3	15	83	52	62	7,6	21,5	830 de centrales 100 MW _e
Électricité biomasse	(GW _e)	83	139	390	170	129	6,7	8,9	
Géothermique	(GW _e)	11	25	67	26	162	3,1	10,6	
Océan	(GW _e)	1	3	9	2	519	-	17,3	
Biomasse conventionnelle	(EJ/an)	27	20	12	29	-58	-0,0	-4,3	
Biomasse avancée pour la cuisine	(EJ/an)	1	4	4	2	88	10,4	8,4	270 millions de cuisinières 5 kW _{th}
Chaleur biomasse de cogén. pour ind./CU	(EJ/an)	3	4	14	6	129	10,2	9,8	
Pellets de biomasse pour chauffage	(EJ/an)	1	2	3	2	49	48,6	5,8	16 millions de chaudières domestiques 20 kW _{th}
Biomasse : copeaux, bûches pour chauffage de bâtiments	(EJ/an)	5	5	6	4	49	6,4	1,0	31 millions de chaudières domestiques 20 kW _{th}
Chaudières biomasse pour l'ind., y compris biomasse	(EJ/an)	4	5	7	7	0	-1,0	3,4	0,7 million de chaudières industrielles 1 MW _{th}
Biocarburants transport	(milliards de litres/an)	105	214	650	287	127	15,9	10,7	15% de l'utilisation totale de carburant pour le transport
Utilisation de biomasse, total	(EJ/an)	51	61	108	79	37	1,4	4,3	20% de l'approvisionnement total en énergie primaire
Superf. solaire thermique (donnée de 2005)	(millions m ²)	446	1,162	4,029	1,532	163	11,3	13,0	
Part dans le bâtiment	(%)	99	91	67	97	-31	-	10,5	
Part dans l'industrie	(%)	1	9	33	3	968	-	41,8	
Chaleur géothermique	(EJ/an)	0,5	0,7	1,2	0,6	86	9,6	4,3	
Pompe à chaleur	(GW _{th})	50	177	474	300	58	N/A	13,3	
Nombre de pompes à chaleur	(mln)	4	15	40	25	58	S.O.	13,3	
Stockage batterie	(GW _e)	2,0	25	150	73	105	S.O.	27,1	5% de la capacité renouvelable variable totale
VE, VHR	(mln)	0,2	25	160	69	133	S.O.	45,8	10% du parc automobile total
Indicateurs financiers									
Coût différentiel net des systèmes	(milliards USD/an)			133	0,9%	de la création d'immobilisations en 2011 (15500 milliards)			
Investissements différentiels nets nécessaires	(milliards USD/an)			265	1,7%				
Besoin de subventions	(milliards USD/an)	101		315	58%	des subventions aux combustibles fossiles de 2012 (de 544 milliards)			
Subventions combustibles fossiles	(milliards USD/an)	544							
Indicateurs régionaux (sur la base de REmap 2030)									
EnR modernes mondiales (hors biomasse traditionnelle)	(%)	9		27	13				
Global - Moderne + Accès	(%)			30					
Global - Moderne + Accès + EE	(%)			34					
Global - Moderne + Accès + EE + « RE+ »	(%)			>36					

Remarque : Les indicateurs de transition pour le déploiement technologique, les investissements et le déploiement régional ainsi que les parts des énergies renouvelables fournis dans les indicateurs politiques font référence à REmap 2030, à l'exclusion de la mise en pratique complète des objectifs de SE4ALL impliquant le doublement du taux d'amélioration de l'efficacité énergétique et l'accès à l'énergie.

d'Asie. La fourniture de plus d'un milliard de cuisinières propres constitue un élément essentiel de cette transition.

Au cours des sept années à venir (de 2014 à 2020), toutes les technologies d'énergies renouvelables pour la production d'électricité devront progresser considérablement pour permettre la mise en œuvre de toutes les options REmap supplémentaires d'ici 2030. Différentes technologies progresseront cependant à des rythmes différents, avec une multiplication par cinq et par douze de la capacité éolienne et de la capacité photovoltaïque solaire, respectivement. Cette évolution correspondrait à une augmentation de 70 GW de la capacité de production éolienne et de 60 GW de la capacité de production photovoltaïque par an entre aujourd'hui et 2030.

À l'heure actuelle, quatre pays (Allemagne, Italie, Chine et États-Unis) représentent environ 60 % de la capacité photovoltaïque (environ 100 GW) et de la capacité éolienne (environ 300 GW) au niveau mondial. Selon les options REmap supplémentaires, tous les autres pays investiraient dans de nouvelles capacités conformément à leurs plans nationaux et au-delà. Selon REmap 2030, l'Inde, le Japon, le Mexique et le Royaume-Uni pourraient atteindre une capacité éolienne installée totale d'au moins 300 GW, soit près de 20 % du potentiel mondial. De même, la Chine, l'Inde, l'Indonésie, le Japon, l'Afrique du Sud et les États-Unis totaliseraient une augmentation supplémentaire de 500 GW de capacité photovoltaïque d'ici 2030.

La planification anticipée en matière de réseau et de systèmes dans le secteur de l'électricité constitue une exigence cruciale dans la mesure où la part des diverses énergies renouvelables approche de 20 % dans REmap 2030. Les États-Unis, l'Indonésie et le Japon sont les principaux pays contribuant au déploiement de l'électricité produite par géothermie dans le monde. Pour l'ESC, les principaux pays sont l'Arabie saoudite, les Émirats arabes unis et l'Inde.

Six pays (Brésil, Chine, Inde, Indonésie, Russie et États-Unis) représentent la moitié du potentiel mondial et 75 % de l'expansion estimée par les options REmap dans 26 pays.

Il existe actuellement environ 200 000 véhicules électriques dans le monde, et une croissance de ce chiffre à 160 millions représenterait environ 10 % du parc automobile mondial. Cette évolution du type de véhicules nécessiterait le développement simultané

d'infrastructures. La contribution de six pays (États-Unis, Chine, Japon, Royaume-Uni, Allemagne et Canada) est cruciale dans la mesure où ces pays représenteraient au moins 60 % du marché des véhicules électriques selon REmap 2030.

Les États-Unis, la Chine, l'Indonésie, l'Inde, le Brésil et la Russie compteraient pour plus de la moitié de l'utilisation mondiale des énergies renouvelables selon REmap 2030. Ces six pays – qui représentent des régions, cadres politiques, niveaux de développement et parts d'énergies renouvelables divers à l'heure actuelle – démontrent qu'il existe des possibilités d'utilisation des énergies renouvelables dans des environnements très différents sur le plan de la politique, de l'économie et des ressources. Comme l'indique cette feuille de route, la réalisation du potentiel technologique complet nécessite la contribution de tous les pays, industrialisés, en développement ou émergents.

Le doublement de la part des énergies renouvelables dans le monde d'ici 2030 nécessite la contribution de tous les pays, petits ou grands.

Le deuxième groupe d'indicateurs du tableau 3 présente les flux d'investissements en cas de réalisation de toutes les options REmap. Les investissements différentiels nets (en plus du cas de référence) nécessaires pour doubler la part des énergies renouvelables d'ici 2030 représentent 265 milliards USD au niveau mondial. Le secteur de l'électricité absorbe plus de 60 % de ce total, devant le secteur du bâtiment avec 30 % et le secteur industriel avec 30 % (le secteur des transports ne nécessite pas d'investissements supplémentaires). Si l'on prend également en considération les économies nettes réalisées en lien avec les coûts de carburant (130 milliards USD par an), les coûts différentiels nets pour les systèmes au niveau mondial sont estimés à 133 milliards USD par an. Ces coûts différentiels sont relativement modestes, le coût moyen de substitution des options REmap s'élevant à 2,5 USD par GJ.

Le subventionnement triple pour atteindre 315 milliards USD au niveau mondial en 2030. Il s'agit d'une correction du marché liée au fait que les conséquences de l'utilisation de combustibles fossiles en termes de santé et d'émissions de CO₂ ne sont pas chiffrées. Les subventions par unité d'énergie renouvelable moderne continuent de baisser au cours de cette période en raison de l'apprentissage technologique et de l'augmentation des coûts des combustibles

fossiles¹⁰. Le secteur de l'électricité présente les besoins de subventionnement les plus importants (deux tiers du total), le photovoltaïque solaire et l'éolien comptent pour plus de 65 % du total du secteur. Les besoins en subventions du secteur du transport concernent principalement l'électrification et les biocarburants avancés. Par comparaison, les subventions mondiales en faveur des combustibles fossiles représentaient 544 milliards USD en 2012 (AIE, 2013b).

Enfin, le tableau 3 présente des indicateurs pour les politiques mesurées sur la base de la progression des parts des énergies renouvelables. Le cas de référence porte la part des énergies renouvelables modernes de 9 % à 14 % dans le monde, une augmentation d'environ 5 points de pourcentage. La mise en œuvre de toutes les options REmap entraîne une augmentation supplémentaire de 13 points de pourcentage à 27 %. Cette feuille de route suggère la nécessité de renforcer l'ambition politique de façon à doubler la part des énergies renouvelables dans le monde.

⁹ Les coûts différentiels des systèmes sont ajoutés aux coûts des systèmes du cas de référence. Ils ne tiennent pas compte d'une baisse des prix des combustibles fossiles en raison d'une baisse de la demande. Si les prix des combustibles fossiles devaient baisser de 10 % en raison d'une baisse de la demande entre 15 et 26 %, les économies représenteraient 450 milliards USD par an, ce qui dépasse de plus de 4 fois l'augmentation des coûts des systèmes.

¹⁰ Les besoins en subventions en 2030 représentent une estimation supérieure. Par exemple, si une tonne de CO₂ coûte 35 USD en 2030, les besoins en subventions chuteront de 315 USD par an à zéro.

6. Action nationale et coopération internationale

L'analyse REmap souligne clairement la nécessité d'actions nationales et d'une coopération internationale en vue de soutenir la transition vers un doublement de la part des énergies renouvelables dans le bouquet énergétique mondial d'ici 2030. Le présent chapitre aborde les opportunités aux niveaux national et international, depuis les options de politique jusqu'aux domaines possibles de renforcement de la coopération. Ce chapitre met également en exergue le rôle que l'IRENA, en tant que centre d'expertise reconnu pour l'énergie renouvelable, pourrait jouer pour faciliter la transition.

Un cadre pour le développement et le déploiement des énergies renouvelables au niveau national

Les gouvernements jouent un rôle crucial dans le soutien apporté au développement et au déploiement des technologies d'énergie renouvelable. À mesure que les énergies renouvelables évoluent, elles ont besoin d'un ensemble spécifique d'incitations ciblées à chaque étape, depuis la recherche fondamentale jusqu'au développement et au déploiement commercial. Le graphique 16 présente la relation entre les différentes étapes du développement technologique, ainsi que les objectifs politiques nécessaires pour encourager l'adoption des énergies renouvelables, en mettant l'accent sur trois domaines principaux : le renforcement des compétences, la création et la diffusion des connaissances et le déploiement.

Dans les trois domaines présentés dans le graphique 16, il convient de mettre en œuvre une série de mesures et d'instruments permettant la réalisation des politiques. Le doublement de la part des énergies renouvelables d'ici 2030 nécessitera une combinaison spécifique au contexte des interventions politiques, notamment en matière d'innovation, de déploiement et d'autres politiques complémentaires, afin de garantir la réalisation des options REmap identifiées.

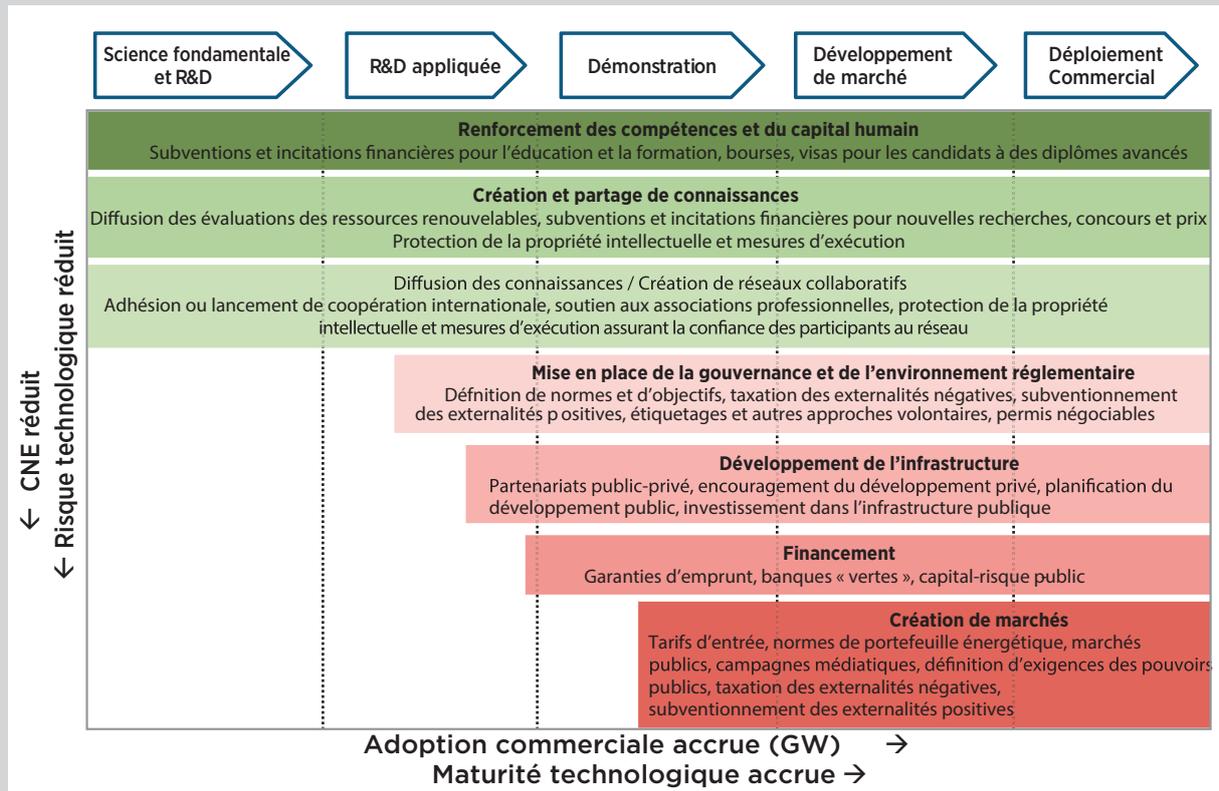
Les politiques de déploiement des énergies renouvelables, en particulier, ont apporté une contribution essentielle au développement du marché. Ces politiques relèvent des trois catégories suivantes : 1) les incitations fiscales (crédits d'impôt, subventions, rabais, etc.) 2) le financement public (garanties, prêts à taux peu élevé, etc.) et 3) la réglementation (quotas, tarifs de contribution, mécanismes de mise aux enchères, etc.). Différentes

politiques de déploiement ont été adoptées au niveau des régions, des nations et des états/provinces. Même si les politiques en matière d'énergies renouvelables se sont focalisées principalement sur le secteur de l'électricité, on observe une tendance à l'adoption croissante de ces technologies dans les secteurs du chauffage/refroidissement et des transports (Mitchell, *et al.* 2011). L'adoption de telles politiques dans tous les secteurs d'utilisation finale sera vitale non seulement pour réaliser les options REmap, mais aussi pour entraîner les changements nécessaires au-delà du secteur de l'électricité.

La réussite des options REmap dépendra également d'un large éventail de politiques complémentaires, notamment en matière d'échanges commerciaux et d'investissements, de recherche et de développement et d'éducation. Dans ce contexte, des mesures et une planification adéquates seront indispensables. Le déploiement des options REmap, par exemple, entraînera la création de 3,5 millions d'emplois par an en moyenne dans le secteur des énergies renouvelables au cours de la période 2013-2030 (chapitre 4). Ces emplois devront être occupés par des travailleurs possédant les compétences et la formation nécessaires, ce qui nécessitera un environnement politique adapté pour répondre au besoin d'emplois d'un secteur des énergies renouvelables en pleine croissance (IRENA, 2013t).

L'adoption de la combinaison de politiques adéquate pourra également générer de nouvelles activités économiques et maximisera la création de valeur. Ces activités dépendront des capacités industrielles existantes, de l'évolution des marchés régionaux et mondiaux et de la compétitivité actuelle de chaque marché. Les gouvernements peuvent soutenir la création par diverses mesures, et notamment par des programmes visant à renforcer les transferts technologiques par le développement de clusters, l'instauration d'exigences de contenu local et le développement de produits via une coopération entre le privé et le public en matière de recherche et d'innovation (IRENA et CEM, 2014). Le projet econValue de l'IRENA analyse la création de valeur par le déploiement d'énergies renouvelables et formule des recommandations pour la conception de politiques permettant d'optimiser ces avantages.

Graphique 16. Guide des politiques accompagnant le cycle de vie technologique



IRENA

Remarque : Extrait d'IRENA, 2013u.

CNE = coût nivelé de l'électricité

Prévoir des voies de transition réalistes mais ambitieuses

La mise en œuvre de politiques visant à favoriser le déploiement des énergies renouvelables peut bénéficier d'une stratégie globale à long terme basée sur des objectifs crédibles et réalisables. Le rapport contextuel complet pour cette feuille de route (IRENA, 2014a) présente une vue d'ensemble détaillée des objectifs existants par année et par secteur pour chacun des 26

Les renouvelables progressent plus vite sur le marché que dans les plans des gouvernements. Il est nécessaire d'augmenter les investissements, notamment dans les secteurs d'utilisation finale.

pays REmap. Une stratégie à long terme s'appuyant sur un cadre politique adéquat peut jouer un rôle important pour attirer les investissements dans le secteur des énergies renouvelables. Il sera également nécessaire d'examiner et d'adapter régulièrement les politiques à mesure de l'évolution des marchés et des technologies, pour que les mécanismes de soutien restent efficaces et efficients et pour préserver une certitude suffisante dans l'environnement d'investissement (IRENA, 2012f).

À l'heure actuelle, les efforts sont centrés principalement sur le secteur de l'électricité, tandis que l'industrie et le bâtiment ne bénéficient que d'une attention réduite. Comme l'indiquent les conclusions de cette feuille de route, ces deux secteurs d'utilisation finale pourraient représenter une part considérable de la part totale des énergies renouvelables si toutes les options REmap sont mises en œuvre. Il est donc nécessaire de renforcer les efforts dans les secteurs d'utilisation finale.

Enfin, les politiques en matière d'énergies renouvelables ne peuvent pas être conçues isolément. L'analyse a montré la nécessité d'améliorer parallèlement l'accès à l'énergie et l'efficacité énergétique afin de réaliser les objectifs en matière de renouvelables. Parallèlement, la croissance des énergies renouvelables doit se faire de

façon durable, ce qui signifie que le déploiement doit être entrepris de façon globale en tenant compte du contexte général, et notamment de l'utilisation des terres et de l'eau. Les gouvernements doivent gérer cette complexité supplémentaire.

Créer un environnement favorable aux activités économiques

Tandis que les responsables politiques poursuivent leurs efforts en vue de créer un environnement facilitant le déploiement des énergies renouvelables, l'accès au financement gagne en importance. Pourtant, le financement s'est souvent révélé un obstacle à la promotion des renouvelables. Bien qu'un financement public et multilatéral soit nécessaire et souvent disponible, la majeure partie du financement requis pour développer adéquatement les renouvelables devra venir du secteur privé.

Les tendances récentes indiquent une attention accrue consacrée à l'utilisation plus efficace de fonds de financement trop rares, notamment les garanties pour les risques, le financement mezzanine et les fonds renouvelables, parallèlement à un glissement en faveur de la préparation des projets et du développement de pipelines de projets. Tandis que les banques et les institutions du secteur privé se focalisent sur le développement de projets, les gouvernements doivent accorder une plus grande attention à la mise en place de cadres politiques bien délimités, prévisibles et complets en matière d'énergies renouvelables qui encouragent un déploiement réel et réussi. La création et le renforcement de cadres politiques de ce type permettront de guider les forces du marché.

Le profil de risque des projets en matière d'énergies renouvelables est souvent différent du profil de risque des projets énergétiques conventionnels. Une meilleure compréhension des risques, réels et perçus, est nécessaire pour atténuer efficacement leur impact. L'atténuation des risques pour les investisseurs, par exemple par des mécanismes de garantie et d'assurance, accélèrera également le déploiement des énergies renouvelables. Parmi les mesures d'atténuation des risques couronnées de succès, on citera notamment la réduction des coûts de transaction, l'amélioration des normes et la mise en œuvre de mécanismes de contrôle de la qualité. La mise en œuvre plus uniforme de mesures de ce type au niveau international renforcera la concurrence, augmentera la taille des marchés et renforcera les efforts nationaux de déploiement.

L'analyse REMap a également révélé une grande disparité entre les pays en matière de planification et d'octroi de permis. La rationalisation de ces pratiques permet souvent d'accélérer considérablement l'adoption des

énergies renouvelables, l'incohérence et les obstacles dans ce domaine étant une source de risques pour le développement de projets et une cause de dépassement des budgets.

Un autre élément important pour créer un environnement propice au déploiement des renouvelables consiste à garantir des conditions égales à celles des projets équivalents dans le domaine des énergies conventionnelles. Ce n'est pourtant pas le cas dans de nombreux pays et, comme l'indique l'analyse REMap, les coûts et bénéfices de l'énergie renouvelable ne sont pas évalués correctement dans les cadres actuels du marché. Cette distorsion s'explique également par le fait que des informations inexactes et des préjugés erronés concernant les technologies des énergies renouvelables ont influencé l'opinion publique (IRENA, 2013v).

Permettre une intégration fluide dans l'infrastructure existante

Les technologies des énergies renouvelables s'inscrivent dans des chaînes d'approvisionnement ou des systèmes plus vastes. Les réseaux de transmission de l'électricité, les chaînes d'approvisionnement en biomasse durable et les réseaux de chargement des véhicules électriques en sont autant d'exemples. Les gouvernements ont un rôle important à jouer pour faciliter le déploiement de ces infrastructures, qui excèdent souvent les capacités des acteurs particuliers du secteur privé.

Parallèlement, il sera nécessaire de modifier les grandes infrastructures énergétiques existantes afin de gérer les caractéristiques différentes de l'énergie renouvelable. Il est nécessaire de prendre en considération le capital, les profils d'âge et les projections de demande pour éviter les surcapacités et faciliter la transition tout en satisfaisant les besoins des consommateurs pour un prix acceptable.

L'intégration de quantités importantes de renouvelables variées dans le secteur de l'électricité nécessite une attention particulière. Il convient d'appliquer plus largement les expériences les plus optimistes et d'examiner soigneusement les stratégies disponibles pour gérer l'intégration des renouvelables dans le système de production d'électricité.

Donner libre cours à l'innovation

Comme l'a révélé l'analyse REMap, certaines applications énergétiques sont d'une grande importance mais ne présentent qu'un faible potentiel d'utilisation des énergies renouvelables à l'heure actuelle. La sidérurgie et le transport maritime, par exemple, ne permettent pas l'utilisation à grande échelle d'énergies renouvelables. Pour permettre une transition plus complète vers les énergies

renouvelables, il est nécessaire de trouver des solutions renouvelables spécifiques et efficaces pour ces secteurs. Dans de nombreux cas, il faudra faire preuve de créativité et rechercher des alternatives générant des bénéfices connexes, tels que de nouveaux types d'utilisation productive, des performances améliorées et un confort accru (IRENA, 2013u). Il existe également des possibilités d'utilisation des énergies renouvelables dans d'autres domaines qui ne sont pas envisagés ici, comme les matières premières à base de biomasse pour les plastiques et fibres (IRENA 2013f, 2014 b). Environ 5 % de la consommation de combustibles fossiles est consacrée à des utilisations non énergétiques. L'innovation suppose non seulement d'inventer et de déployer de nouvelles machines, mais aussi de nouvelles formes de financement ou des cadres politiques favorables. Le microcrédit et le financement par la communauté sont des exemples d'innovation dans ces domaines qui peuvent être essentiels pour accélérer le déploiement des renouvelables.

Gérer la connaissance des options technologiques et leur déploiement

Alors qu'il n'a jamais été aussi important d'investir dans les technologies des énergies renouvelables, les informations fiables les concernant restent rares. Trop souvent, le débat concernant les énergies renouvelables repose sur des idées fausses et des données incorrectes, et des efforts plus importants sont nécessaires pour améliorer la base de connaissances. Les initiatives de l'IRENA telles que les travaux visant à générer et à renforcer le soutien de l'opinion publique en faveur des énergies renouvelables, ou encore la Renewable Costing Alliance (Alliance pour l'estimation des coûts des renouvelables), qui rassemble des informations sur les coûts de projets existants, visent à renforcer cet effort. Par le biais de l'Atlas mondial des énergies renouvelables, qui fournit des données d'évaluation des ressources et contribue au développement d'une méthodologie pour une collecte et une analyse exactes des statistiques, l'IRENA contribue à rendre largement disponibles des données et des informations fiables (pour les renouvelables modernes comme pour la biomasse traditionnelle).

L'acceptation sociale et la prise de conscience globale des options en matière d'énergies renouvelables pousseront les acteurs extérieurs à demander l'intégration systématique des renouvelables. Une volonté sociétale et politique encouragée par une coopération et une facilitation internationales peuvent créer un environnement dans lequel les erreurs et les réussites de tous contribuent à construire un avenir plus sûr et plus propre pour tous. L'IRENA a proposé une coalition mondiale de parties prenantes multiples en faveur d'un effort concerté et innovant pour le développement de messages clairs et l'amélioration de l'acceptation sociale des énergies renouvelables.

Coopération internationale pour un déploiement à grande échelle

Tandis que les responsables politiques nationaux s'efforcent de mettre en place des politiques et des modes de financement adaptés, que les marchés sont stimulés et accessibles et que l'innovation technologique est favorisée, les pays recherchent de plus en plus de nouveaux modes de coopération internationale afin de trouver des solutions énergétiques durables pour satisfaire leurs besoins en énergie sans impact négatif sur le climat. Cette coopération est cruciale pour réaliser les objectifs de REmap 2030.

L'analyse de REmap 2030 indique que le développement et le déploiement de sources d'énergies renouvelables ne peuvent pas se limiter aux territoires nationaux. Le déploiement de technologies d'énergies renouvelables dans un pays aura un impact sur le déploiement des renouvelables dans d'autres pays, par exemple via les prix de l'énergie, l'apprentissage de la technologie, les externalités et les flux de financement. Parallèlement, les technologies d'énergies renouvelables sont des produits en soi : ces technologies utilisent des ressources, des composants et des capacités de fabrication provenant de différents pays.

La coopération internationale est donc essentielle pour favoriser le déploiement des renouvelables et pour permettre aux pays de satisfaire leurs besoins en énergie tout en profitant des avantages des solutions durables offertes par l'énergie renouvelable. Si cette coopération peut prendre des formes multiples, il convient d'accorder la priorité aux domaines dans lesquels son impact sera le plus important.

Un déploiement à une échelle susceptible d'avoir un impact sur le coût des technologies et de stimuler l'investissement privé nécessite une coopération transfrontalière et régionale. Malgré l'existence de fonds investis dans les renouvelables, on observe une grande insuffisance des investissements dans les initiatives transfrontalières et régionales. Par exemple, les banques d'investissement ont investi au total 60 milliards USD dans l'énergie renouvelable en 2012 – plus de la moitié de leurs investissements totaux dans l'énergie propre – mais la majeure partie de ces investissements proviennent de banques régionales ou nationales investissant dans des projets nationaux. Moins de 10 milliards USD représentent des investissements Nord-Sud ou Sud-Sud dans les énergies renouvelables (BNEF, 2013).

Pourtant, étant donné les limites des ressources naturelles et les interdépendances mondiales des investissements, la coopération internationale visant à maximiser le potentiel de l'énergie renouvelable au niveau régional est non seulement souhaitable, mais absolument essentielle. L'IRENA soutient des initiatives régionales en Afrique, en

Amérique centrale, en Asie centrale et méridionale, dans le Sud-est de l'Europe, au Proche-Orient et en Afrique du Nord afin de créer des corridors régionaux d'énergie propre, conçus pour utiliser le potentiel de sources abondantes d'énergies renouvelables afin de satisfaire les besoins énergétiques croissants et d'accroître l'accès aux services énergétiques modernes. La coordination régionale des initiatives politiques et les efforts visant à encourager l'échange de ressources et d'expérience et la croissance des marchés de l'énergie renouvelable peuvent contribuer à atteindre les économies d'échelle nécessaires.

Les interconnexions de réseaux électriques sont un exemple des avantages de la coopération internationale, les pays exportateurs comme les pays importateurs bénéficiant de l'utilisation croissante d'énergies renouvelables. L'analyse de l'IRENA (IRENA 2013w, x) met en exergue l'importance des interconnecteurs dans le contexte africain pour diffuser les avantages d'un potentiel important d'énergies renouvelables dans différentes régions du continent. L'analyse révèle que le commerce de l'électricité renouvelable pourrait représenter 15-20 % de l'approvisionnement en électricité dans l'Ouest et le Sud de l'Afrique. Les exportations d'électricité depuis le projet Grand Inga en République démocratique du Congo pourraient à elles seules réduire de près de 10 % les coûts régionaux de production d'électricité dans le Sud de l'Afrique d'ici 2030.

Le commerce de bioénergie est lui aussi important. Selon l'analyse REmap, les échanges internationaux de bioénergie pourraient représenter 20-35 % de la demande totale de bioénergie en 2030. La valeur économique de ces échanges mondiaux pourrait se situer entre 100 et 400 milliards USD. Ces échanges présentent une opportunité commerciale importante mais nécessitent un cadre uniforme et largement appliqué pour garantir la durabilité et le développement de l'infrastructure logistique nécessaire.

Encourager la coopération mondiale et l'échange de bonnes pratiques

Pour les pays se trouvant à un stade peu avancé de développement et/ou de déploiement d'options d'énergie renouvelable spécifiques, la coopération internationale offre une possibilité d'apprendre sur la base de l'expérience déjà acquise et des évaluations déjà réalisées dans d'autres pays. D'un autre côté, les gouvernements qui possèdent déjà un bilan dans certaines options d'énergie renouvelable peuvent utiliser cette expérience pour soutenir le développement de nouveaux marchés dans d'autres pays. Les gouvernements peuvent s'assister mutuellement pour lever les obstacles nationaux au déploiement des énergies renouvelables.

La coopération internationale peut jouer un rôle-clé pour renforcer les plans nationaux en matière d'énergie renouvelable, aussi bien dans les pays REmap que dans le reste du monde. Parmi les domaines particuliers de coopération, on peut citer notamment l'analyse des meilleures pratiques et la documentation de cadres politiques favorables et crédibles, y compris les cadres de planification, les objectifs et les politiques de déploiement rationalisés. Le partage des contributions des organismes de recherche et d'autres plates-formes internationales de connaissances dans la création de plans nationaux en matière d'énergie renouvelable peut lui aussi être utile.

L'IRENA en tant que plate-forme de SE4ALL pour les énergies renouvelables

En tant que seule organisation intergouvernementale mondiale consacrée exclusivement à l'énergie renouvelable, l'IRENA est idéalement placée pour contribuer à la réalisation de l'objectif de doublement de la part des renouvelables dans le bouquet énergétique mondial (Roehrkasten et Westphal, 2013). L'initiative SE4ALL lancée début 2012 offre une possibilité d'influencer le débat mondial et de promouvoir l'énergie renouvelable vis-à-vis de nouvelles parties prenantes ainsi que de partager le programme et les priorités de l'IRENA à travers l'ensemble du réseau SE4ALL. L'IRENA s'est vue confier le rôle de plate-forme SE4ALL pour l'énergie renouvelable.

L'IRENA sera au côté des acteurs qui se sont engagés de façon précise en faveur de l'énergie renouvelable, tant au sein de cette initiative que dans le contexte de différentes initiatives à impact élevé (High Impact Initiatives, HIO) de SE4ALL, sur des questions liées à ses propres programmes, notamment les études consacrées aux îles, aux villes, à l'éclairage hors réseau et à la relation eau-énergie-terres. Ce rôle nécessitera une étroite collaboration avec les autres plates-formes SE4ALL, ainsi qu'avec l'Équipe globale de facilitation. L'IRENA coopèrera avec les banques régionales afin de garantir les synergies et la complémentarité des efforts avec les activités de l'IRENA dans chaque région. Un cadre formel de coopération sera mis en place avec la Banque mondiale, sous la forme d'une plate-forme de connaissances SE4ALL, afin de tirer parti de nos points forts respectifs dans le domaine des renouvelables. En partenariat avec la plate-forme « Efficacité énergétique » SE4ALL au Danemark, l'IRENA promouvra le lien nécessaire et inséparable entre les renouvelables et l'efficacité énergétique.

Un autre important domaine de travail futur, mis en lumière lors de la création de cette feuille de route, concerne la réalisation d'une évaluation plus détaillée du potentiel de la biomasse durable.

Les investissements dans les initiatives transfrontalières et régionales sont nettement insuffisants.

En 2014-2015, l'IRENA créera des Équipes d'action REmap rassemblant les pays intéressés et d'autres parties prenantes pour collaborer, sous l'égide de REmap 2030, sur des questions spécifiques, telles que le transport, les stratégies communes en faveur des renouvelables et de l'efficacité énergétique, ainsi que sur d'autres domaines susceptibles d'avoir un impact majeur sur le déploiement des renouvelables. L'IRENA élargira également la portée et la diversité de ses travaux technologiques, géographiques et thématiques afin de fournir une base de connaissances saine aux activités visant un approvisionnement universel en énergie durable.

L'élargissement de la portée des travaux de l'IRENA passera également par l'approfondissement de son analyse des 26 pays couverts jusqu'à présent par les études REmap et par l'inclusion d'autres pays dans cette feuille de route globale.

Nous espérons ainsi mener à bien la mission de l'IRENA, définie par ses membres fondateurs en 2009 et adoptée à ce jour par plus de 160 pays participants : promouvoir l'adoption accrue et l'utilisation durable de toutes les formes d'énergies renouvelables, afin de garantir un avenir énergétique durable aux générations futures.

Références

Remarque : un site dédié présentant divers rapports d'experts est disponible à l'adresse www.irena.org/remap

AG ONU (Assemblée générale des Nations unies) (2012), 2014-2024, Une décennie pour rendre les énergies renouvelables accessibles à tous, AG/11333 EN/274, AG ONU, New York.

AIE (Agence internationale de l'énergie) (2012a), Bioenergy for Heat and Power, Technology Roadmap, OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Économiques)/AIE, Paris.

AIE (2012b), World Energy Outlook 2012, OCDE/AIE, Paris, France.

AIE (2013a), Medium-term Renewable Energy Market Report 2013, OCDE/AIE, Paris.

AIE (2013b), World Energy Outlook 2013, OCDE/AIE, Paris.

Banque mondiale, *et al.* (2013 b), Toward a Sustainable Energy Future for All: Directions for the World Bank Group's Energy Sector, Banque mondiale, Washington, DC.

Banque mondiale, *et al.* (2013a), Global tracking framework, Banque mondiale, Washington, DC.

BNEF (Bloomberg New Energy Finance) (2013), Development banks - Breaking the \$100bn-a-year barrier, BNEF, Londres.

BP (2012), BP Energy Outlook 2030, BP, Londres.

EIA (Agence américaine d'Information sur l'Énergie) (2011), International Energy Outlook 2011, US EIA, Washington, DC.

Exxon Mobil (2012), Les Perspectives Énergétiques à l'horizon 2040, Exxon Mobil, Irving.

GEA (Global Energy Assessment) (2012), Towards a Sustainable Future. Global Energy Assessment, Presse universitaire de Cambridge, Cambridge et New York, et l'Institut international pour l'analyse des systèmes appliqués, Laxenbourg.

GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) (2011), Les sources d'énergie renouvelables et les mesures d'atténuation du changement climatique, Rapport spécial du GIEC, O. Edenhofer, *et al.* (Eds.), Presse universitaire de Cambridge, Cambridge et New York.

Greenpeace International, EREC (Conseil européen pour les énergies renouvelables) et GWEC (Global Wind Energy Council) (2012), Energy [R]evolution: A Sustainable World Energy Outlook 2050, Greenpeace International, Bruxelles.

IRENA (2012b), Doubling the Share of Renewables: Roadmap to 2030, Agenda item 4.b., Note de discussion informelle, 3e réunion du Conseil d'IRENA, 5-6 juin 2012. IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2012c), Doubling the Share of Renewables: A Roadmap to 2030, Compte-rendu de l'atelier IRENA, 5 septembre 2012, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2012d), IRENA's Global Renewable Energy Roadmap (REMAP 2030), Compte-rendu de l'atelier IRENA, 14 novembre 2012, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2012e), Proposed Work Programme and Budget for 2013, Rapport du Directeur général, A/3/L.3, 16 décembre 2012, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2012f), Policy Brief: Evaluating Policies in Support of the Deployment of Renewable Power, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2013a), Doubling the Global Share of Renewable Energy: A Roadmap to 2030, Document de travail, janvier 2013, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2013b), Note of the Director-General on IRENA's Role in the Sustainable Energy for All Initiative (SE4ALL), A/3/CRP/3, 14 janvier 2013, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2013c), Programmatic Discussion 1: IRENA as the Global Hub for Renewable Energy, C/5/CRP/1/Rev.1, 19 juin 2013, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2013d), Renewable Power Generation Costs in 2012: An Overview, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2013e), Road Transport: The Cost of Renewable Solutions, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2013f), IRENA/AIE-ETSAP (Energy Technology Systems Analysis Program) Technology Briefs, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2013g), IRENA's Renewable Energy Roadmap 2030 - The REMAP Process, 19 juin 2013, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2013h), REMAP 2030 Casting Methodology, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2013i), IRENA's Renewable Energy Roadmap 2030 - A Manual for the REMAP Tool, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2013j), "REMAP 2030 National Coordination", Webinar, 13 juin 2013, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2013k), "REMAP 2030 National Coordination", Webinar, 6 septembre 2013, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2013l), Review Workshop, Compte-rendu, Abu Dhabi, 12-13 novembre 2013, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2013m), Doubling the Global Share of Renewable Energy: A Roadmap to 2030, Séance de travail du 8e Forum asiatique sur l'énergie propre (Asia Clean Energy Forum) de la Banque asiatique de développement, Manille, 27 juin 2013, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2013n), Renewable Energy Future, Doubling Renewable Energy Share - REMAP 2030, Compte-rendu de la table ronde de la Semaine internationale de l'énergie à Singapour, Singapour, 31 octobre 2013, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2013o), IRENA Special Session on Renewable Energy Proceedings. 32e Atelier international sur l'énergie, Paris, 19 juin 2013, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2013p), Doubling the Global Share of Renewable Energy by 2030. The Crucial Role of the Global Manufacturing Industry, Rapport spécial de la réunion de liaison du Conseil mondial des entreprises pour le développement durable. Montreux, 17 avril 2013, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2013q), REMAP 2030: Renewables for GHG Mitigation. Compte-rendu, Side-event à la 19e at the UNFCCC COP19, Varsovie, 22 novembre 2013, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2013r), Doubling the Global Share of Renewable Energy by 2030: The Role of Cities, Compte-rendu de l'atelier de Bonn, 3 juin 2013, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2013s), Smart Grids and Investments: A Guide for Effective Deployment, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2013t), Renewable Energy and Jobs, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2013u), Renewable Energy Innovation Policy: Success Criteria and Strategies, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2013v), International Standardisation in the Field of Renewable Energy, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2013w), POOL ÉNERGÉTIQUE D'AFRIQUE DE L'OUEST : Planification et perspectives pour les énergies renouvelables, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2013x), Southern African Power Pool: Planning and Prospects for Renewable Energy, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (2014a), Renewables Roadmap for 2030, Full report, IRENA, Abou Dhabi, (à paraître).

IRENA (2014b), Renewables in the Manufacturing Industry: A Technology Roadmap for REmap 2030, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA (Agence internationale de l'énergie renouvelable) (2012a), Proposed Work Programme and Budget for 2012, Rapport du Directeur général, A/2/1, 30 janvier 2012, IRENA, Abou Dhabi.

IRENA et AIE-ETSAP (Energy Technology Systems Analysis Program) (2013), REMAP 2030, 53e réunion bisannuelle ETSAP, 17 juin 2013, AIE, Paris.

IRENA et AIE-RETD (Renewable Energy Technology Deployment) (2013), "Global Energy Prospects: Roadmap for Doubling Renewables in the Global Energy Mix", atelier du 29 novembre 2013, <http://iea-retd.org/>

IRENA et CEM (Clean Energy Ministerial) (2014), "econValue", IRENA, Abou Dhabi, http://irevalue.irena.org/sub_projects.aspx?id=2,

Kopetz, H. (2013), "Build a biomass energy market", Nature, Vol. 494, pp. 29-31.

Mitchell, C., *et al.* (2011), "Policy, Financing and Implementation", In Edenhofer, O., *et al.* (Eds.), Rapport spécial du GIEC sur les sources d'énergie renouvelables et les mesures d'atténuation du changement climatique, Presse universitaire de Cambridge, Cambridge et New York.

Pachauri, S., *et al.* (2013), Access to Modern Energy Assessment and Outlook for Developing and Emerging Regions. IIASA/UNIDO. Laxenbourg/Vienne.

Roehrkasten, S. et K. Westphal (2013), "IRENA and Germany's Foreign Renewable Energy Policy: Aiming at Multilevel Governance and an Internationalization of the Energiewende?" Document de travail, www.swp-berlin.org/fileadmin/contents/products/arbeitspapiere/Rks_Wep_FG08_WorkingPaper_2073.pdf

SE4ALL (Sustainable Energy for All) (2012), A Global Action Agenda: Pathways for Concerted Action towards Sustainable Energy for All, Groupe de haut niveau du Secrétaire général des Nations unies sur l'accès pour tous à l'énergie durable, avril 2012, Nations unies, New York.

WWF (World Wide Fund for Nature), Ecofys et OMA (Office for Metropolitan Architecture) (2011), The Energy Report: 100 Percent Renewable Energy by 2050, WWF, Gland.

Liste des abréviations

AIE	Agence internationale de l'énergie
CCNUCC	Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques
CdP	Conférence des parties
CEC	Cogénération
CO ₂	Dioxyde de carbone
CU	Chauffage urbain
EE	Efficacité énergétique
EEM	Évaluation de l'énergie mondiale
EJ	Exajoule
ESC	Énergie solaire concentrée
GJ	Gigajoule
Gt	Gigatonne
GW	Gigawatt
HIO	Opportunités à impact élevé (High Impact Opportunities)
MW	Megawatt
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
ONU	Organisation des Nations Unies
PANER	Plan d'action national en matière d'énergies renouvelables
PEM	Perspectives énergétiques mondiales de l'Agence internationale de l'énergie
PJ	Petajoule
ppm	Parties par million
TCAC	Taux de croissance annuelle composé
TFEC	Total de la consommation finale d'énergie
TWh	Térawatt/heure
UE	Union européenne
USD	Dollar américain
VHR	Véhicule hybride rechargeable
VE	Véhicule électrique
WBA	World Bioenergy Association – Association mondiale de la bioénergie
WWF	Organisation mondiale de protection de la nature (World Wide Fund for Nature)

Glossaire

Cas de référence	Dans cette étude, le scénario « statu quo » des politiques et plans gouvernementaux actuels.
Énergie finale	Énergie dans la forme où elle parvient aux consommateurs (par ex. électricité d'une prise murale).
Énergie primaire	Une source d'énergie avant toute conversion, comme du pétrole brut ou un morceau de charbon.
Exajoule	Un milliard de milliards (10^{18}) de joules.
Gigajoule	Un milliard (10^9) de joules.
Gigatonne	Un milliard (10^9) de tonnes
Gigawatt	Un milliard (10^9) de watts.
Joule	Unité de mesure de l'énergie équivalente à une puissance d'un watt pendant une seconde.
Megawatt	Un million (10^6) de watts.
Options REmap	La croissance supplémentaire des renouvelables en sus du cas de référence.
Options RE+	Le potentiel de croissance supplémentaire en sus de REmap 2030.
Petajoule	Un million de milliards (10^{15}) de joules.
REmap 2030	Le nom de la présente étude et le résultat collectif du cas de référence et des options REmap.
SE4ALL	« Énergie durable pour tous », l'initiative du Secrétaire général de l'ONU en faveur de l'accès mondial à l'énergie renouvelable.
Térawatt/heure	Mille milliards (10^{12}) de watts/heure.

Conclusions par pays

Afrique du Sud : Bien que l'Afrique du Sud soit un producteur et un consommateur important de charbon, l'insuffisance de la production d'électricité observée ces dernières années a agi comme un signal d'alarme et le pays a adopté une politique ambitieuse en matière d'énergie renouvelable. Cette politique inclut des investissements dans l'électricité éolienne et solaire ainsi que des importations d'hydroélectricité. Combinées à l'énergie solaire thermique pour chauffer l'eau et à différentes formes de biomasse et de déchets (y compris le gaz de décharge), ces mesures ont le potentiel de presque tripler la part d'énergies renouvelables d'ici 2030.

Allemagne : L'initiative Energiewende (« tournant énergétique ») allemande a pour objectif à long terme d'arriver à une part ambitieuse de 60 % d'énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie d'ici 2050. Le pays prévoit d'atteindre cet objectif par un déploiement agressif d'énergies renouvelables dans les secteurs de la production d'électricité et du chauffage urbain, y compris par des utilisations novatrices de l'énergie solaire thermique et des pompes à chaleur dans le chauffage urbain. Avec le Danemark, l'Allemagne sera l'un des principaux pays en termes de capacité éolienne offshore.

Arabie saoudite : La forte croissance économique et démographique du royaume a dynamisé la croissance de la demande en énergie électrique. Par le passé, le royaume a satisfait la demande locale en électricité et en eau désalinisée en utilisant ses ressources en hydrocarbures, vastes mais non renouvelables. Le royaume a adopté une approche ambitieuse et globale en faveur d'un bouquet énergétique durable mettant l'accent sur l'éducation, la recherche, la collaboration mondiale, l'intégration locale, la commercialisation et les avantages sociaux. Cette stratégie ambitieuse permet au royaume non seulement de réaliser les plus grands projets d'énergies renouvelables du monde, mais aussi d'exporter l'expertise et les technologies qui en découlent dans le monde entier.

Australie : L'énergie renouvelable peut représenter plus d'un cinquième du TFEC du pays d'ici 2030, avec une combinaison de solaire PV (moitié sur toitures, moitié chez les producteurs), d'éolien terrestre et de biomasse (moitié biocarburants, moitié applications de chauffage). L'adoption des renouvelables dans le secteur de l'électricité progresse plus vite que prévu, notamment en matière de PV sur toitures. La politique en matière d'énergies renouvelables est en cours de

réexamen depuis le changement de gouvernement en septembre 2013. Des initiatives politiques importantes sont également prises au niveau des États.

Brésil : À l'heure actuelle, le Brésil présente la part d'énergies renouvelables la plus importantes des grandes économies. Les plans nationaux prévoient le maintien de la part des énergies renouvelables au niveau actuel de 40 % du TFEC, mais les options REmap permettraient de passer la barre des 50 %. Le Brésil représenterait un cinquième de la demande mondiale en biocarburants liquides, et sa production d'électricité reposerait à presque 100 % sur les renouvelables. Un mécanisme d'enchère réussi a permis d'ajouter l'énergie éolienne à très faibles coûts ces dernières années.

Canada : Le Canada possède des ressources importantes en énergie renouvelable, et les renouvelables peuvent représenter un tiers du TFEC du Canada d'ici 2030. Des centrales industrielles de cogénération alimentées par la biomasse peuvent doubler la part des énergies renouvelables dans le pays, et un large portefeuille de technologies d'énergie renouvelable représenterait trois quarts de la production d'électricité totale du pays. Des initiatives politiques importantes sont prises au niveau des États.

Chine : La Chine représenterait 20 % de l'utilisation totale mondiale d'énergie renouvelable si toutes les options REmap étaient mises en œuvre, pour une ampleur similaire de la capacité installée totale des différentes technologies d'énergie renouvelable. L'engagement de la Chine est crucial pour réaliser l'objectif de doublement de la part des énergies renouvelables dans le monde. Les objectifs en matière d'augmentation de la capacité solaire PV et éolienne ont été récemment augmentés à 10 GW et 15 GW par an respectivement. La pollution atmosphérique est un moteur important, au même titre que la politique de développement industriel et la dépendance croissante aux importations de pétrole.

Corée du Sud : La Corée du Sud importe 96 % de son énergie ; l'industrie joue un rôle-clé dans l'économie du pays et représente 61 % de sa consommation totale d'énergie. Afin de renforcer la sécurité énergétique et de réduire les émissions de GES, la Corée du Sud a non seulement renforcé le déploiement des énergies renouvelables, mais aussi développé une industrie de l'énergie renouvelable en tant que

nouveau moteur de la croissance économique. En conséquence, le secteur manufacturier coréen produit des technologies innovantes dans le domaine des énergies renouvelables et prévoit de devenir l'un des principaux exportateurs de technologies vertes dans le monde. La Corée va publier un nouveau plan national en matière d'énergies renouvelables en 2014.

Danemark : Le Danemark représente les meilleures pratiques de déploiement des énergies renouvelables, tant au niveau de son environnement politique que de la fixation de ses objectifs. Le pays ambitionne d'atteindre une part de 100 % d'énergies renouvelables d'ici 2050, combinant une électricité provenant de sources renouvelables, le chauffage urbain, les combustibles liquides et le gaz, ainsi que des économies d'énergie importantes. À court terme, l'abandon de la cogénération alimentée au charbon par une cogénération issue de la biomasse est une caractéristique unique de la transition danoise.

Émirats arabes unis : Les EAU prévoient un potentiel important d'EnR, principalement d'énergie solaire, et peuvent augmenter considérablement la part d'énergies renouvelables dans leur bouquet énergétique. L'ESC, par exemple, peut servir à générer de la chaleur pour les processus industriels (y compris le raffinage de pétrole) et pour la production d'électricité. Le pays est un leader en termes de financement, de développement et de réalisation de projets dans le monde entier, via MASDAR et l'Abu Dhabi Fund for Development (ADFD). Les EAU abritent le siège de l'IRENA.

Équateur : L'énergie renouvelable représente déjà plus de 70 % de la production d'électricité en Équateur. La part de renouvelables du secteur pourrait approcher des 85 %, principalement grâce à une augmentation de la capacité hydroélectrique et d'autres technologies renouvelables. Avec une part plus importante d'utilisation de l'électricité dans les secteurs d'utilisation finale, la part d'énergie renouvelable dans le TFEC du pays pourrait augmenter davantage.

États-Unis : Les États-Unis possèdent d'énormes potentiels d'énergies renouvelables, mais ces potentiels varient fortement d'une région à l'autre en raison de la taille du pays. Le pays compte certaines des plus importantes ressources géothermiques et éoliennes, et développe également de nouvelles formes d'énergie hydroélectrique à faible impact environnemental. Les États-Unis sont également un terrain d'essai pour les technologies du secteur des transports, comme les systèmes à hydrogène, électriques sur batteries et hybrides, et possèdent des projets novateurs pour les biocarburants avancés. Les politiques menées au niveau des États, plutôt

qu'au niveau fédéral, sont le moteur du déploiement des énergies renouvelables, et certains États sont des leaders mondiaux dans ce domaine.

France : La France s'est déjà fixée un objectif ambitieux pour 2020 : atteindre une part de 23 % des renouvelables dans sa consommation brute d'énergie finale. Cet objectif suppose de créer 840 PJ de capacité renouvelable dans les secteurs du chauffage et de la production d'électricité. La France est aussi le deuxième producteur européen de bioéthanol et de biodiesel. À l'issue d'un débat national sur la transition énergétique, le gouvernement français prépare un nouveau projet de loi à long terme sur l'énergie, qui devrait être adopté fin 2014. Les trajectoires et scénarios précis seront déterminés par la suite en tenant compte également des cadres européens futurs, post-2020, en matière d'énergie et de climat.

Inde : L'Inde est l'un des principaux pays à dépendre fortement de la biomasse traditionnelle, un pays qui n'a pas encore accompli la transition vers des services énergétiques modernes. L'Inde est également un gros importateur net de combustibles fossiles, et tous les secteurs d'utilisation finale pourraient adopter des solutions renouvelables. Dans l'industrie, certaines technologies alimentées par la biomasse sont déjà déployées (par ex. gazéification) et pourraient être utilisées plus largement, tout comme d'autres technologies de chauffage par processus à moyenne et haute températures comme l'ESC. Le solaire PV, l'ESC et le biogaz sont déployés pour faire face à une demande d'électricité en augmentation rapide, avec des coûts remarquablement peu élevés dans certains projets.

Indonésie : Du fait de son étendue et de sa répartition en plusieurs centaines d'îles, une grande partie de l'Indonésie n'a pas encore accès à l'énergie moderne, notamment aux technologies modernes de production d'électricité. La demande en électricité devrait plus que quintupler entre aujourd'hui et 2030. Des efforts importants sont déployés pour électrifier les communautés isolées et les îles au moyen de sources renouvelables. Le pays s'efforce d'utiliser davantage l'énergie géothermique, mais des efforts supplémentaires seront nécessaires pour atteindre les objectifs. L'adoption de l'énergie solaire photovoltaïque n'en est qu'à ses débuts. L'Indonésie est déjà le plus gros producteur mondial d'huile de palme, et la biomasse offre des possibilités à tous les secteurs pour autant qu'elle provienne de sources durables. La réduction des subventions énergétiques importantes est une priorité politique.

Italie : Dès 2011, l'Italie a dépassé son objectif européen contraignant de 26 % d'énergies renouvelables dans sa consommation finale d'énergie dans le secteur électrique. En 2012, la part des énergies renouvelables était de 27,1 %. En juin 2013, pendant deux heures, le coût de l'énergie sur le marché italien a atteint le niveau ZÉRO sur l'ensemble du territoire du pays. Les énergies renouvelables ont couvert entièrement la demande en énergie de toute l'Italie, réduisant le coût de l'énergie jusqu'à atteindre le niveau zéro. Le pays développe actuellement un certain nombre de solutions innovantes pour les réseaux intelligents afin de permettre des parts plus importantes encore de renouvelables variées dans le secteur de l'électricité.

Japon : Étant donné l'incertitude des perspectives pour les centrales nucléaires et les prix élevés du gaz, le Japon a mis en place une politique ambitieuse en matière de renouvelables. Cette politique donne des résultats. En outre, en date de juillet 2013, plus de 4 GW de nouvelles énergies renouvelables étaient en exploitation. Afin d'accélérer la croissance, le Japon va continuer la mise en œuvre systématique de cette politique et poursuivre ses efforts de déréglementation et d'amélioration du réseau.

Malaisie : Le gouvernement encourage déjà une utilisation accrue des énergies renouvelables par la définition d'objectifs et la mise en place d'une infrastructure organisationnelle visant à faciliter la croissance ciblée. Ces objectifs peuvent être réalisés dans une large mesure grâce aux ressources importantes en biomasse du pays. Un régime tarifaire d'entrée a été mis en place, mais les subventions énergétiques élevées constituent un obstacle à l'adoption des énergies renouvelables.

Maroc : Le Maroc est l'un des pays de la région les plus dépendants aux importations d'énergie. Afin de réduire cette dépendance et de bénéficier des aspects socio-économiques des renouvelables, le pays a mis en place d'ambitieux projets à l'horizon 2020 pour l'utilisation d'ESC, d'énergie solaire photovoltaïque et d'énergie éolienne. Les restrictions de capacité de transmission pourraient entraver les exportations futures d'électricité issue de sources renouvelables vers l'Europe.

Mexique : La politique énergétique du pays a fait l'objet d'une refonte fondamentale fin 2013, et une politique progressiste a été mise en place afin d'accélérer la croissance des énergies renouvelables dans le secteur de l'électricité.

Nigeria : À l'heure actuelle, le Nigeria utilise la biomasse traditionnelle pour satisfaire près de 65 % de sa demande énergétique. Il s'agit de l'un des pays présentant le plus de difficultés pour atteindre

l'objectif d'accès aux énergies modernes, notamment en raison de la croissance rapide de la demande en énergie. Les développements et expériences au Nigéria seront des exemples importants pour la région africaine, tant en termes de services énergétiques modernes que d'adoption des énergies renouvelables.

Royaume-Uni : Le Royaume-Uni possède certaines des meilleures ressources éoliennes et marémotrices du monde, et promeut le déploiement de ces technologies par une série de politiques innovantes. La biomasse est importée à grande échelle et utilisée pour la co-combustion, Drax étant la plus grande centrale de ce type dans le monde. Le Royaume-Uni possède des plans clairs de soutien au déploiement futur de la biomasse. Il est bien placé pour atteindre les objectifs de l'UE en matière d'énergies renouvelables, et possède un ensemble solide de mesures de soutien financier et d'autres mesures politiques pour contribuer à leur réalisation.

Russie : La Russie possède un large éventail de ressources en énergies renouvelables, comme la biomasse et la géothermie, mais l'énorme territoire du pays freine le déploiement de ces potentiels. Le charbon et le gaz naturels utilisés dans le secteur important du chauffage urbain en Russie pourraient être remplacés par de la biomasse, et d'autres secteurs pourraient profiter des ressources de biomasse importantes disponibles, ce qui augmenterait encore la part des énergies renouvelables dans le pays. Les premières enchères d'énergies renouvelables dans le pays ont eu lieu en 2013, et les exportations de produits à base de biomasse comme les pellets sont en augmentation. Des initiatives importantes sont menées au niveau régional en complément des efforts au niveau national.

Tonga : La feuille de route énergétique du Tonga (Tonga Energy Road Map, TERM) est un cadre éprouvé pour la transition énergétique. Dans d'autres îles du Pacifique, la récente baisse des prix de l'énergie solaire photovoltaïque a suscité une série de nouveaux projets, et la stabilité du réseau et le stockage d'électricité sont désormais à l'avant-plan des questions d'intégration de l'énergie renouvelable.

Turquie : Le pays compte augmenter sa capacité solaire, éolienne, géothermique et de biomasse et déployer son potentiel technique en hydroélectricité pour garantir sa sécurité énergétique. Une grande partie de son parc immobilier sera renouvelée au cours des deux prochaines décennies, ce qui génère un potentiel important d'intégration des renouvelables. De manière générale, cependant, de nouvelles politiques en matière de renouvelables sont nécessaires pour augmenter l'utilisation de sources renouvelables dans les secteurs d'utilisation finale.

Ukraine : L'Ukraine dépend d'importations de gaz naturel, et son intensité énergétique est supérieure à celle de la plupart des autres pays économiquement développés. Ce pays pourrait être une illustration intéressante de la façon dont les objectifs SE4ALL en matière d'efficacité énergétique et de renouvelables peuvent être atteints, puisqu'il possède un potentiel important dans les deux domaines. Pour les renouvelables en particulier, la biomasse, l'énergie solaire thermique et l'énergie éolienne présentent des potentiels aussi bien pour l'utilisation finale que pour la production d'électricité et le chauffage urbain.



IRENA Headquarters

CI Tower, Khalidiyah
P.O. Box 236, Abu Dhabi
Émirats arabes unis

**IRENA Innovation and
Technology Centre**

Robert-Schuman-Platz 3
53175 Bonn
Allemagne

www.irena.org

REmap 2030

Le monde peut doubler la part des renouvelables dans son utilisation d'énergie d'ici 2030. REmap 2030, feuille de route pour les énergies renouvelables, est la première étude du potentiel mondial des énergies renouvelables, basée sur des données provenant de sources gouvernementales officielles. Élaborée par l'Agence internationale des énergies renouvelables (IRENA) en consultation avec des gouvernements et autres parties prenantes dans le monde entier, cette feuille de route couvre 26 pays représentant trois quarts de la demande énergétique actuelle. En déterminant le potentiel de déploiement des renouvelables, cette étude met l'accent sur les technologies, mais également sur la disponibilité de moyens de financement, la volonté politique, les compétences et le rôle de la planification.

L'étude conclut que le doublement de la part des énergies renouvelables dans le total de la consommation finale d'énergie d'ici 2030 serait pratiquement neutre en termes de coûts. Si l'on prend en considération les coûts externes qui peuvent être évités en remplaçant les énergies conventionnelles, cette transition ambitieuse permet même une diminution des coûts.

En outre, le doublement proposé n'est pas une limite absolue ; le monde peut parvenir à une augmentation nettement supérieure de la part des renouvelables, mais les décideurs politiques doivent préparer dès aujourd'hui cette transition à long terme. Pour ce faire, il faut d'abord fournir aux investisseurs du secteur des orientations claires pour la transition vers un avenir fondé sur les énergies renouvelables.

Ce résumé présente les conclusions et graphiques principaux, tout en renvoyant le lecteur au portail Web de REmap 2030 (www.irena.org/remap), qui propose des rapports d'experts complets. Cette étude sera mise à jour au cours des années à venir à mesure que de nouveaux pays adhéreront au processus et que les données pour tous les pays REmap seront disponibles.



www.irena.org