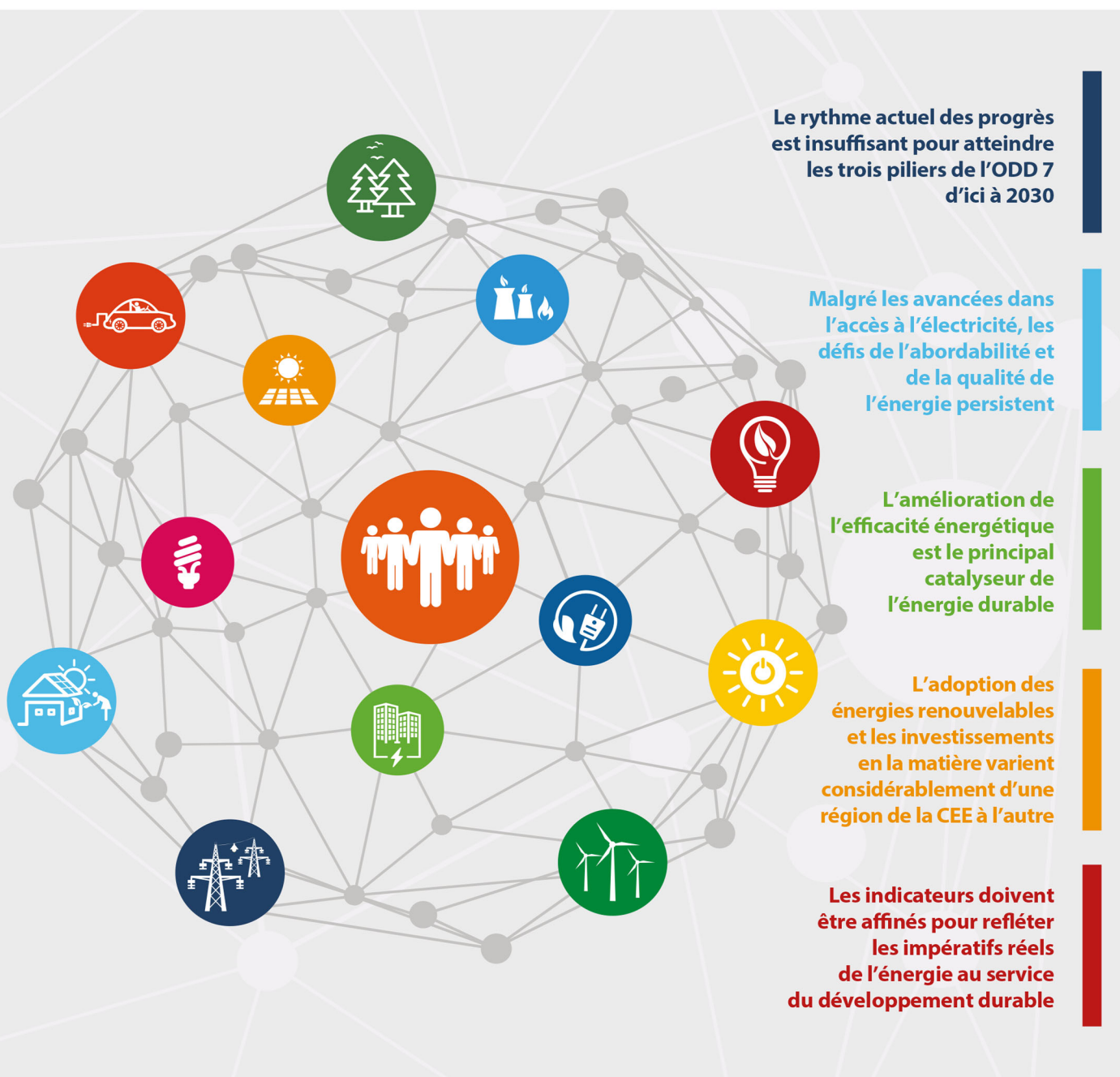


# Cadre mondial de suivi :

## Progrès réalisés par la CEE en matière d'énergie durable



COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE DES NATIONS UNIES

# **Cadre mondial de suivi : Progrès réalisés par la CEE en matière d'énergie durable**

**CEE-SÉRIE ÉNERGIE, N° 49**



**NATIONS UNIES**

New York et Genève, 2017

# Note

---

Les appellations employées dans la présente publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent, de la part du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies, aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

La mention d'une firme, d'un procédé breveté ou d'une marque commerciale ne signifie pas qu'ils ont l'aval du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies.

UNECE/ENERGY/108

PUBLICATION DES NATIONS UNIES
Numéro de vente : E.17.II.E.23
ISBN 978-92-1-117147-1 eISBN 978-92-1-362889-8 ISSN 1014-7225

Publication des Nations Unies établie par la Commission économique pour l'Europe (CEE)

Copyright © Nations Unies,  
2017 Tous droits réservés pour  
tous pays

# Avant-propos

---

La réalisation des objectifs en matière d'énergie durable énoncés dans le Programme de développement durable à l'horizon 2030 (Programme 2030) n'est pas en bonne voie, que ce soit à l'échelle mondiale ou dans la région couverte par la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (CEE). À moins d'une accélération significative des efforts et des résultats pour assurer un accès de qualité à une énergie abordable répondant aux impératifs environnementaux, sociaux et économiques du Programme 2030, la communauté internationale ne sera pas à la hauteur de ses ambitions et ne parviendra pas à respecter ses engagements.

Telles sont les conclusions brutales du rapport 2017 sur le Cadre mondial de suivi, préparé par la Banque mondiale et l'Agence internationale de l'énergie avec l'appui d'un grand nombre d'organisations et d'organismes des Nations Unies, y compris les cinq commissions régionales de l'ONU. La CEE a coopéré avec les autres commissions régionales afin de préparer des analyses et un rapport régional plus détaillé en complément du rapport mondial.

L'analyse pour la région de la CEE montre que les progrès diffèrent des résultats mondiaux, mais que les performances de la région restent insuffisantes et que les solutions doivent être adaptées aux circonstances nationales. Dépasser le cadre des résultats globaux permet d'évaluer plus finement les contextes nationaux et régionaux. Si les progrès sont insuffisants dans la région de la CEE, les études de cas et les exemples figurant dans ce rapport montrent que les États Membres ont contribué de manière significative en proposant des solutions aux problèmes mondiaux.

Il n'existe pas de solution unique pour parvenir au système énergétique du futur, chaque pays disposant de son propre point de départ et d'options distinctes quant à la façon de procéder. Il est essentiel pour les pays de développer leurs options, d'examiner tant unilatéralement que collectivement comment atteindre les objectifs de l'énergie pour le développement durable, et d'établir un système d'alerte précoce signalant le risque de non- atteinte des objectifs. Le présent rapport est la première étape de ce processus et une première alerte a été émise.

Ce rapport plaide en faveur d'une approche holistique à adopter par les pays pour assurer un avenir énergétique durable conciliant une poursuite rigoureuse des objectifs en matière d'émissions et les aspirations au développement durable. Cette approche impliquera la recherche de synergies et de partenariats entre les carburants de substitution à faible émission de carbone et les carburants traditionnels, en termes de technologie, de politiques et de structure de marché. Des conditions-cadres sont nécessaires pour mobiliser des investissements en phase avec les objectifs du Programme 2030 et permettre la transition nécessaire. Des critères économiques rationnels et une amélioration systémique de l'efficacité tout au long des chaînes énergétiques sont au cœur de la transformation vers un système énergétique durable.

Ce rapport offre aux décideurs un éventail plus large d'indicateurs prospectifs recoupant le Programme 2030 du point de vue de l'énergie. L'énergie est intrinsèquement liée au succès du Programme 2030, et pour tous les objectifs liés à l'énergie les progrès devront aller au-delà de l'ODD 7.

**Olga Algayerova**

Secrétaire exécutive  
Commission économique pour l'Europe

# Remerciements

---

Ce rapport a été rendu possible grâce au financement de l'initiative « Énergie durable pour tous ». Les données nationales pour les indicateurs de l'ODD 7 ont été fournies par la Banque mondiale, l'Agence internationale de l'énergie (AIE) et leurs partenaires. La Banque mondiale a supervisé l'élaboration des cinq chapitres régionaux du rapport 2017 sur le Cadre mondial de suivi. La CEE a coordonné la production de cette publication, qui n'aurait pas pu être préparée sans l'appui d'experts et de correcteurs de toute la région de la CEE.

## **Coordination de la CEE :**

Lisa Tinschert

## **Auteurs :**

Auteurs principaux : Robert Tromop, Lisa Tinschert

## **Autres auteurs :**

Stefanie Held, Michal Drabik, et Harikrishnan Tulsidas de la Division de l'énergie durable de la CEE. Annukka Lipponen et d'autres membres de la Division de l'environnement de la CEE, ainsi qu'Ilona Gremminger (Université de Saint-Gall) ont également apporté leur soutien.

## **Collaborateurs et correcteurs :**

Dans le cadre de consultations et d'échanges virtuels qui ont eu lieu entre le 12 décembre 2016 et le 15 juillet 2017, des réponses ont été reçues des personnes suivantes : Mariela A. Stefanllari, Présidente, Human Environment Culture Foundation, Albanie ; Olga Dovnar, Vice-Présidente, Service de la coopération internationale, Comité national de statistique, Bélarus ; Andrei Miniankou, chef du Département de l'efficacité énergétique, Comité d'État sur la normalisation, République du Bélarus ; Aleksandr Snetkov, chef du Département des statistiques industrielles, Comité national de statistique, Bélarus ; Vladimir Zui, professeur, Université d'État du Bélarus, Bélarus ; Valentina Ilieva, représentante de la Direction des stratégies et politiques énergétiques pour le développement énergétique durable, Ministère de l'énergie, Bulgarie ; Zlatko Pavicic, expert indépendant, Croatie ; Matija Vajdic, chargé de recherche principal, Institut de l'énergie Hrvoje Pozar, Croatie ; Sigurd Heiberg, Président, Petronavit A.S., Norvège ; Margalita Arabidze, chef de la Division de l'efficacité énergétique et de l'énergie renouvelable, Ministère de l'énergie, Géorgie ; Anna Sikharulidze, Directrice technique, Sustainable Development Centre Remissia, Géorgie ; Gogita Todradze, Directeur exécutif adjoint, Office national de la statistique, Géorgie ; Dr. h.c. Manuela Troschke, IOS Institute for East and Europe du Sud-Est Studies, Université de Regensburg, Allemagne ; Vincent Duijnhouwer, Directeur associé, Développement produits et entreprises – équipe chargée de l'efficacité énergétique du changement climatique, Banque européenne pour la reconstruction et le développement, Fédération de Russie ; Hannes MacNulty, responsable du développement, Solutions énergétiques durables, BG Ingénieurs Conseils, Suisse ; Tahmina Mahmud, expert indépendant, Tadjikistan ; et Maksym Chepeliev, économiste-chercheur, Center for Global Trade Analysis, Département d'économie agricole, Purdue University, États-Unis d'Amérique (pour l'Ukraine), Denis Hicks, Directeur/conseiller en gestion, High Delta Limited, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord.

En outre, les représentants des pays de la CEE ci-après ont participé à l'atelier technique organisé par la Commission économique et sociale pour l'Asie et le Pacifique (CESAP) à Bangkok (Thaïlande) le 16 janvier 2017 : Hayk Harutyunyan, Vice-Ministre, Ministère des infrastructures énergétiques et des ressources naturelles, Arménie ; Vugar Jabbarov, conseiller, Ministère de l'énergie, Azerbaïdjan ; Margalita Arabidze, chef de la Division de l'efficacité énergétique et de l'énergie renouvelable, Ministère de l'énergie, Géorgie ; Bekbergen Kerey, Directeur adjoint du Département de la coopération internationale et des processus d'intégration économique, Ministère de l'énergie, Kazakhstan ; Aleksey Ponomarev, Vice-Président, Coopération industrielle et programmes publics, Institut des sciences et de la technologie de Skolkovo, Centre d'innovation et développement de Skolkovo, Fédération de Russie ; Ulugbek Agzamov, chef de division du Département des affaires des Nations Unies et des organisations internationales, Ministère des affaires étrangères, Ouzbékistan.

Un atelier intitulé « Suivi des progrès en matière d'énergie au service du développement durable : Données et indicateurs » a été organisé avec les autres commissions régionales à l'occasion du lancement du rapport mondial 2017 du Cadre mondial de suivi à Astana (Kazakhstan) le 14 juin 2017, avec la participation des parties prenantes suivantes : Olga Dovnar, Bélarus ; Mikhail Malashenka, Vice-Président du Comité directeur du Département, Comité d'État pour la normalisation, Département de l'efficacité énergétique, Bélarus ; Andrei Malochka, chef du Département de l'énergie générale, entreprise d'État Beltei, Bélarus ; Andrei Miniankou, Bélarus ; Ina Yeliseyeva, chef de la section de l'information et de l'analyse, Département de l'efficacité énergétique du Comité d'État pour la normalisation, Bélarus ; Andrei Miniankou, Bélarus ; Ina Yeliseyeva, chef de la section de l'information et de l'analyse, Département de l'efficacité énergétique du Comité d'État pour la normalisation, Bélarus ; Gogita Todradze, Directeur exécutif adjoint, Office national de la statistique, Géorgie ; Hamid Sherwali, Président, Autorité libyenne de l'énergie renouvelable, Libye ; Ahmad Saleh Abdelkarim Karaki, unité de gestion de projet, Société du Croissant-Rouge palestinien, Hébron, Palestine ; Oafa Quteineh, Département technique de génie électrique, HEPCO, Palestine ; Dr. Hazir Farouk Abdelraheem Elhaj, chef du groupe de recherche sur les biocarburants, Centre de recherche aéronautique, Soudan ; Ahmed Muna, société de transfert de technologie agricole, Soudan ; Nafaa Baccari, Directeur adjoint des énergies renouvelables, ANME, Tunisie ; Dhamir Mannai, Directeur exécutif, Mannai Energy, Tunisie ; Professeur Nickolas J. Themelis, Directeur du Earth Engineering Centre, Columbia University et Président du Conseil mondial WTERT ; Claire Morel, Directrice du programme statistique, AIE pour EU4Energy, Agence internationale de l'énergie, France ; Kim Roseberry, consultante, section de la sécurité énergétique et des ressources en eau, Division de l'environnement et du développement, CESAP ; Radia Sedaoui, chef de la Section de l'énergie, Division des politiques du développement durable, Commission économique et sociale pour l'Asie occidentale ; Mongi Bida, économiste principal, Section de l'énergie, Division des politiques de développement durable, Commission économique et sociale pour l'Asie occidentale.

### **Conception :**

Lucille Caillot (CEE), Luciana Matei (CEE), Lise Fantin (Section de la reproduction de l'ONUG)

### **Coordination Banque mondiale :**

Vivien Foster, Alejandro Moreno, Niki Angelou



# Table des matières

---

Avant-propos .....	iii
Remerciements .....	iv
Résumé analytique.....	1
<b>I. Introduction .....</b>	<b>6</b>
1.1. L'énergie durable et le Programme de développement durable .....	6
1.2. « L'énergie au service du développement durable » dans le Programme à l'horizon 2030.....	8
1.3. Une perspective systémique de l'énergie durable .....	8
1.4. Vue d'ensemble de la région de la CEE .....	9
<b>II. Suivi des progrès en matière d'énergie durable dans la CEE.....</b>	<b>11</b>
2.1. Vue d'ensemble .....	11
2.1.1. L'énergie dans la région de la CEE.....	11
2.2. Progrès réalisés dans l'atteinte des cibles de l'ODD 7.....	14
2.2.1. Efficacité énergétique .....	14
2.2.2. Énergies renouvelables.....	17
2.2.3. Accès à l'énergie .....	22
2.3. Au-delà de l'ODD 7 : L'énergie au service du développement durable .....	23
2.3.1. Productivité énergétique .....	23
2.3.2. Combustibles fossiles .....	25
2.3.3. Engagements climatiques .....	26
<b>III. L'énergie durable au sein de la CEE : Questions choisies et études de cas par pays.....</b>	<b>32</b>
3.1. Vue d'ensemble des questions examinées dans le présent rapport.....	32
3.2. Améliorer les services énergétiques requis .....	32
3.2.1. Questions sélectionnées et réponses des pays.....	32
3.2.2. Opportunités et perspectives.....	38
3.3. Efficacité énergétique au stade des utilisations finales.....	39
3.3.1. Questions sélectionnées et réponses des pays.....	40
3.3.2. Opportunités et perspectives.....	49



3.4.	<b>Intégration de la production décentralisée .....</b>	<b>57</b>
3.4.1.	Questions sélectionnées et réponses des pays.....	57
3.4.2.	Opportunités et perspectives.....	60
3.5.	<b>Améliorer la durabilité du côté de l'offre dans la production et le transport énergétiques.....</b>	<b>61</b>
3.5.1.	Questions sélectionnées et réponses des pays.....	61
3.5.2.	Opportunités et perspectives.....	71
3.6.	<b>Durabilité des ressources énergétiques .....</b>	<b>71</b>
3.6.1.	Questions sélectionnées et réponses des pays.....	71
3.6.2.	Opportunités et perspectives.....	78
<b>IV.</b>	<b>Conclusions et recommandations .....</b>	<b>83</b>
	<b>Acronymes et abréviations.....</b>	<b>86</b>
	<b>Unités de mesure.....</b>	<b>87</b>
	<b>Glossaire.....</b>	<b>88</b>
	<b>Annexes .....</b>	<b>90</b>
	Annexe I. Vue d'ensemble : données socioéconomiques pour les États membres de la CEE .....	90
	Annexe II. Approvisionnement total en énergie primaire, approvisionnement total en énergie primaire/habitant et production propre des États membres de la CEE en 2014.....	92
	Annexe III. Indicateurs de l'énergie au service du développement durable et méthodologie du Cadre mondial de suivi .....	94
	Annexe IV. Projet de liste d'indicateurs de suivi de l'énergie au service du développement durable .....	95
	Annexe V. Aperçu général de l'état d'avancement des politiques en matière d'énergies renouvelables dans les États membres de la CEE.....	99
	<b>Références.....</b>	<b>103</b>
	<b>Notes de fin.....</b>	<b>111</b>

## Liste des figures

Figure 1	Résumé de la réalisation des cibles en matière d'énergie durable dans la région de la CEE.....	1
Figure 1.1	Cartographie des objectifs de développement durable liés à l'énergie.....	7
Figure 1.2	Une perspective systémique de la durabilité énergétique.....	9
Figure 1.3	Carte des 56 États membres et sous-régions de la CEE utilisée dans le présent rapport.....	10
Figure 2.1	Part régionale de la CEE dans l'approvisionnement total en énergie primaire au plan mondial (En pourcentage, 2014).....	11
Figure 2.2	Bouquet énergétique de la région de la CEE (En pourcentage de l'approvisionnement total en énergie primaire, 2014).....	12
Figure 2.3	Indice de production propre pour les sous-régions de la CEE (1990-2014).....	12
Figure 2.4	Indice national de la production propre pour le monde entier (2014).....	13
Figure 2.5	Réseau de distribution de gaz naturel en Europe et dans la Communauté d'États indépendants (CEI).....	13
Figure 2.6	Infrastructures gazières entre l'Asie centrale et la Chine.....	14
Figure 2.7	Amélioration continue de l'intensité énergétique primaire de la CEE entre 1990 et 2014.....	15
Figure 2.8	La région de la CEE est parvenue à un découplage relatif entre l'énergie et la croissance du PIB.....	16
Figure 2.9	Les sous-régions de la CEE sont parvenues à une baisse continue de l'intensité énergétique entre 1990 et 2014.....	16
Figure 2.10	Croissance des énergies renouvelables dans toutes les sous-régions de la CEE (part des énergies renouvelables dans la consommation finale totale d'énergie, en pourcentage).....	18
Figure 2.11	Proportion d'énergie renouvelable traditionnelle et moderne des divers pays, selon la consommation finale totale d'énergie et les taux de variation.....	20
Figure 2.12	Part des énergies renouvelables dans la consommation finale totale d'énergie et l'approvisionnement total en énergie primaire dans les pays de la CEE (2014).....	20
Figure 2.13	Extension des capacités en énergies renouvelables (2000-2015).....	21
Figure 2.14	Extension des capacités de production d'énergies renouvelables (2013-2015).....	21
Figure 2.15A	Tendances de la productivité de 2001 à 2012 en Amérique du Nord et en Europe du Nord-Ouest.....	25
Figure 2.15B	Tendances de la productivité de 2001 à 2012 en Europe occidentale et centrale.....	25
Figure 2.15C	Tendances de la productivité de 2001 à 2012 en Europe du Sud-Est.....	25
Figure 2.15D	Tendances de la productivité de 2001 à 2012 dans le Caucase, en Asie centrale, en Europe de l'Est et en Fédération de Russie.....	25
Figure 2.16	Part des combustibles fossiles dans l'approvisionnement total en énergie primaire des sous-régions de la CEE (2014).....	25
Figure 2.17	Part des émissions de CO <sub>2</sub> provenant de la combustion des énergies fossiles à l'échelle mondiale et à l'échelle de la CEE (2014).....	26
Figure 2.18	Émissions de CO <sub>2</sub> par habitant liées à la combustion de combustibles fossiles pour les sous-régions de la CEE (2014).....	27
Figure 2.19	Émissions totales de CO <sub>2</sub> générées par la consommation d'énergie (2014).....	28
Figure 2.20	Émissions de CO <sub>2</sub> provenant de la combustion de combustibles fossiles en fonction de l'approvisionnement total en énergie primaire dans la CEE (1990-2014, en tCO <sub>2</sub> /TJ).....	28
Figure 2.21	Émissions de CO <sub>2</sub> provenant de la combustion de carburants en fonction de l'approvisionnement total en énergie primaire pour les sous-régions de la CEE (2014, en tCO <sub>2</sub> /TJ).....	29
Figure 2.22	Émissions de CO <sub>2</sub> provenant de la combustion de combustibles en fonction de la consommation finale totale d'énergie pour les sous-régions de la CEE (2014, en tCO <sub>2</sub> /TJ).....	29

## Table des matières

---

Figure 2.23	Émissions de CO <sub>2</sub> provenant de la combustion de carburants en fonction de la consommation finale totale d'énergie pour les sous-régions de la CEE (1990-2014, en tCO <sub>2</sub> /TJ).....	29
Figure 2.24	Intensité des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur de l'énergie en fonction de l'approvisionnement total en énergie primaire dans les pays de la CEE (2012-2014, en tCO <sub>2</sub> /TJ).....	30
Figure 2.25	Intensité des émissions de gaz à effet de serre dans la consommation finale totale d'énergie dans les pays de la CEE (2012-2014, in tCO <sub>2</sub> /TJ).....	30
Figure 2.26	Total des émissions de gaz à effet de serre des pays de la CEE (2012, en Mt CO <sub>2</sub> eq).....	31
Figure 3.1	Répartition des degrés-jours de chauffe.....	34
Figure 3.2	Potentiel d'efficacité énergétique sectorielle mondiale.....	52
Figure 3.3	Cadre de meilleures pratiques dans les politiques visant à promouvoir l'efficacité énergétique.....	56
Figure 3.4	Évolution des prix des énergies renouvelables (2009-2016). Coût moyen actualisé de l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables sélectionnées (trimestre 3 de 2009 à semestre 2 de 2016 en dollars/MWh).....	65
Figure 3.5	Type et part des politiques en matière d'énergies renouvelables mises en place dans les pays de la CEE (2015).....	66
Figure 3.6	Les multiples avantages en amont du système énergétique.....	71

## Tables

Tableau 2.1	Fourchettes régionales de la CEE pour les indices de production propre.....	12
Tableau 3.1	Questions et études de cas dans le présent rapport.....	33
Tableau 3.2	Résumé de la consommation finale d'énergie des bâtiments, des codes du bâtiment et des politiques connexes dans la région de la CEE.....	42
Tableau 3.3	Programmes de réglementation des appareils et équipements dans les pays de la CEE.....	44
Tableau 3.4	Examens indépendants et politiques en faveur de l'efficacité énergétique dans les pays de la CEE.....	53
Tableau 3.5	Résultats en termes de productivité découlant des multiples avantages de l'efficacité énergétique dans l'industrie.....	55
Tableau 3.6	Centrales électriques au charbon : potentiels d'amélioration de l'efficacité et de réduction des émissions de gaz à effet de serre.....	64
Tableau 3.7	Centrales à gaz : potentiels d'amélioration de l'efficacité et de réduction des émissions de gaz à effet de serre.....	64
Tableau 3.8	Contributions (prévues) déterminées au niveau national des pays de la CEE.....	73
Tableau 3.9	Méthane piégé dans les gisements de charbon, méthane des mines de charbon et projets de réduction des émissions de méthane provenant des mines dans la région de la CEE.....	76
Tableau A.1	Population, densité démographique et PIB/habitant des pays de la CEE en 2015.....	90
Tableau A.2	Approvisionnement total en énergie primaire, approvisionnement total en énergie primaire/habitant et production propre des États membres de la CEE en 2014.....	92
Tableau A.3	Projet de liste d'indicateurs et de domaines pour lesquels des indicateurs pourraient être proposés afin de mesurer les progrès en matière d'énergie au service du développement durable en vue de la réalisation du Programme à l'horizon 2030.....	95
Tableau A.4	Indicateurs potentiels pour divers éléments du système énergétique.....	98
Tableau A.5	Aperçu des mesures de soutien aux énergies renouvelables dans les pays de la CEE.....	99

# Résumé analytique

Si nous voulons que le développement de notre planète respecte le Programme de développement durable à l'horizon 2030, il nous faudra assurer l'accès à des services énergétiques abordables, fiables, durables et modernes tout en réduisant les émissions de gaz à effet de serre (GES) et l'empreinte carbone du secteur de l'énergie. L'objectif de développement durable no 7, axé sur l'énergie, vise trois cibles principales : garantir l'accès universel à des services énergétiques modernes ; accroître nettement la part des énergies renouvelables dans le bouquet énergétique mondial et multiplier par deux le taux mondial d'amélioration de l'efficacité énergétique.

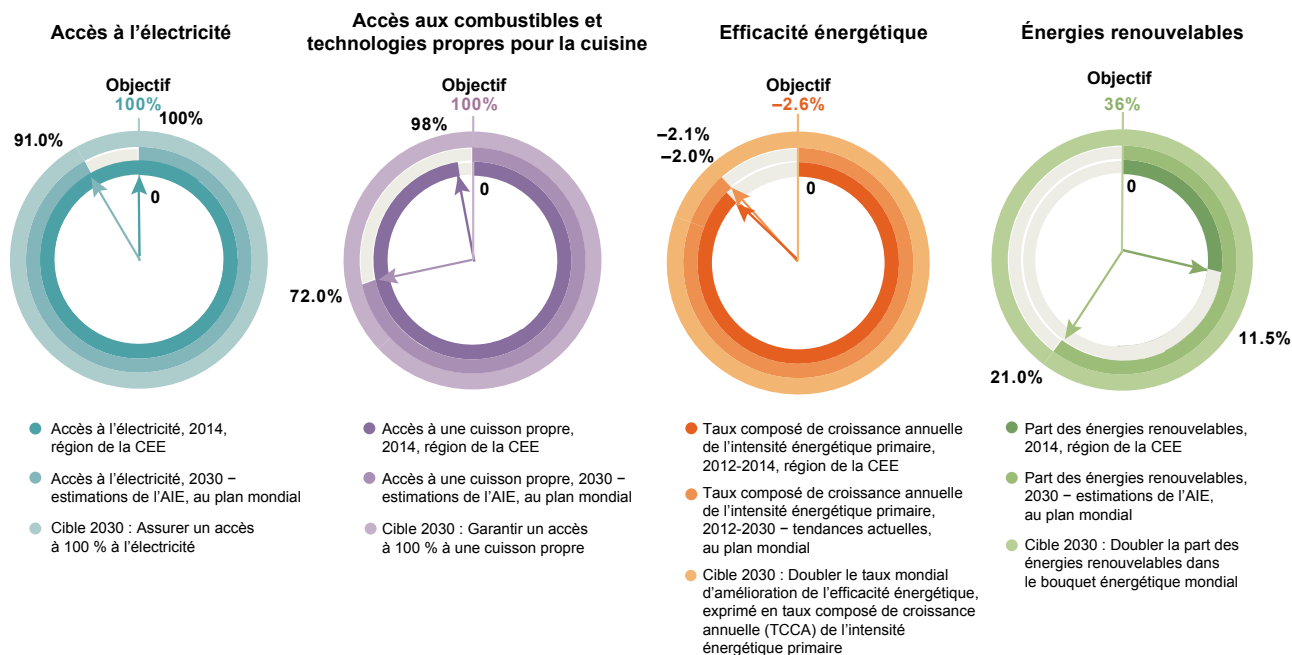
Malheureusement, le soutien du secteur de l'énergie au Programme 2030 risque de faiblir. À l'échelle mondiale, le rythme actuel des progrès vers la réalisation de l'ODD 7 ne permettra pas d'atteindre les objectifs à l'horizon 2030. L'énergie est un volet crucial pour le succès du Programme 2030 et il est impératif que des changements profonds et immédiats soient apportés à la production, la transformation, la commercialisation et la consommation de l'énergie pour atteindre les objectifs de ce Programme. Le taux d'amélioration de l'efficacité énergétique, le déploiement de solutions énergétiques à faible émission nette de carbone et la fourniture d'un accès durable à des services énergétiques modernes sont insuffisants. Des mesures concrètes sont nécessaires pour améliorer la productivité de l'énergie, rationaliser son

utilisation, optimiser les ressources énergétiques et déployer des technologies et des infrastructures énergétiques durables.

Le présent rapport a été établi par la CEE pour enrichir l'analyse mondiale présentée dans la troisième édition du Cadre mondial de suivi (rapport 2017), publié par la Banque mondiale et ses partenaires<sup>1</sup>. Il examine les résultats mondiaux dans un contexte régional afin de mieux comprendre les développements, les projets et les préoccupations à l'échelle régionale. Les résultats du rapport 2017 sont en eux-mêmes déjà un signal d'alarme devant nous inciter à redoubler d'efforts sur un certain nombre de fronts. Un renforcement des financements, des engagements politiques plus audacieux et une volonté d'adopter des technologies appropriées à plus grande échelle sont indispensables de toute urgence. Il en va ainsi également dans la région de la CEE, dont les 56 États membres sont situés dans l'hémisphère Nord. En dépit des exemples de progrès, les pays doivent intensifier leurs efforts sur un plan général car il ne reste que douze ans pour respecter le Programme 2030.

Le présent rapport régional de la CEE souligne le potentiel extraordinaire qu'offre la région de la CEE en matière d'efficacité énergétique et de développement et déploiement des énergies renouvelables, mais relève également la dépendance des régions à l'égard des combustibles fossiles.

**FIGURE 1** *Résumé de la réalisation des cibles en matière d'énergie durable dans la région de la CEE*



### Atteinte des objectifs de l'ODD 7 dans la région de la CEE

Dans la région de la CEE, la réalisation de l'ODD 7 n'est pas à la hauteur des attentes. Si de nombreux défis énergétiques y sont similaires à ceux d'autres parties du monde, la région connaît des conditions climatiques, économiques, environnementales et politiques spécifiques se traduisant par un gaspillage de l'énergie, des coupures d'électricité, une augmentation des coûts énergétiques et des systèmes de chauffage non durables et inabordables en hiver. L'interprétation des données mondiales sur une base régionale a permis d'obtenir des informations précieuses sur les contributions et besoins nationaux.

Pour l'heure, certains pays sont amenés à exporter de grandes quantités de combustibles fossiles de par leur modèle économique et affichent de ce fait des niveaux d'intensité énergétique parmi les plus élevés au monde. Le nombre de pays et l'effectif de la population dont le revenu national et les moyens de subsistance dépendent des énergies fossiles est important et le restera au cours de la période considérée. Cette caractéristique a des conséquences sur la réalisation de l'ODD 7 dans toute la région.

#### ➤ **Cible mondiale : Accès universel à l'électricité et aux combustibles et technologies de cuisson propres : 100 % en 2030**

Bien que tous les ménages de la région disposent d'un accès physique à l'électricité, les infrastructures vieillissantes, le manque de diversité de l'offre et l'augmentation des tarifs conduisent à une énergie de mauvaise qualité et, pour certains, à la pauvreté énergétique. Cette situation est particulièrement grave pendant les mois d'hiver froids de l'hémisphère Nord et affecte de manière disproportionnée les populations pauvres et rurales. En conséquence, certains consommateurs sont revenus à des sources locales de combustibles solides pour la cuisine et le chauffage, et d'autres vers l'électricité fournie par des générateurs diesel hors réseau.

En outre, le confort et la sécurité des populations dépendent de services de chauffage efficaces dans la plupart des pays de la CEE. Cette dépendance n'est pas reflétée dans les statistiques sur l'accès au réseau électrique. Il est très difficile d'améliorer le parc de logements anciens et non isolés, figés dans leur dépendance à l'égard des combustibles fossiles. Dans l'ensemble de la CEE, les ménages à faible revenu sont contraints de faire des compromis entre chauffage, alimentation et autres besoins, et une part tangible des ménages consacre plus de 10% de ses revenus à l'énergie. S'attaquer aux émissions de gaz à effet de serre (GES) sans améliorer l'efficacité énergétique ne ferait qu'aggraver la pauvreté énergétique. La région a atteint 98% d'accès aux combustibles et technologies propres pour la cuisson en 2014,

contre 95% en 2000, mais 23,3 millions de personnes dans les régions éloignées dépendaient encore des combustibles traditionnels pour la cuisine en 2014.

#### ➤ **Cible mondiale : Doubler le taux d'amélioration de l'efficacité énergétique : -2,6 % par an (taux composé de croissance annuelle – TCCA)**

La région a atteint une intensité énergétique cumulée de 5,1 MJ/dollar en 2014, avec de larges disparités au niveau sous-régional allant de 3,7 MJ/dollar en Europe occidentale et centrale à 7,2 MJ/dollar dans le Caucase, en Asie centrale, en Europe de l'Est et en Fédération de Russie. Le taux annuel de croissance à partir de 2012-2014 a été de -2,0%, presque égal au taux mondial de -2,1%. L'analyse de décomposition montre que les changements d'intensité énergétique depuis 1990 résultent du découplage entre la consommation d'énergie et la croissance économique grâce à des gains d'efficacité énergétique.

L'évolution de l'intensité énergétique varie d'un secteur à l'autre. Alors que dans l'industrie et le secteur agricole elle n'a cessé de diminuer entre 1990 et 2014, elle n'a enregistré qu'une baisse modeste dans le secteur résidentiel et celui des services en 2012-2014 (-0,9% et -0,4%, respectivement) après une forte baisse en 2010-2012 (-3,1% et -3,4%, respectivement).

La plupart des pays de la région ont élaboré des plans d'action nationaux pour l'efficacité énergétique, mais n'ont guère progressé dans leur mise en œuvre. L'amélioration de la performance énergétique des bâtiments est lente, malgré des progrès notables en matière d'efficacité énergétique des appareils électroménagers en Amérique du Nord et dans l'Union européenne. Dans l'ensemble de la région, l'industrie dispose d'un potentiel largement inexploité d'amélioration de la productivité énergétique. À l'exception des pays membres de l'Union européenne, la consommation de carburant des véhicules ne progresse pas.

L'efficacité de la production d'électricité à partir de combustibles fossiles est un autre indicateur important, car l'amélioration du rendement de conversion permettrait de réduire les intrants (charbon, gaz et pétrole) nécessaires pour produire la même quantité d'électricité. Dans la région de la CEE, le rendement moyen des centrales à combustibles fossiles s'est amélioré, passant de 36% en 1990 à 41% en 2014, alors que le taux mondial se situe à 39%. Au plan régional, l'amélioration de l'efficacité du côté de l'offre, s'agissant de la production d'électricité, est principalement due aux investissements dans des turbines à gaz à cycle combiné à haut rendement, tandis qu'au plan mondial elle a été freinée par l'utilisation continue de centrales électriques au charbon, moins efficaces. Le rendement moyen des centrales à gaz dans la région a progressé, passant de 37% en 1990 à 49% en 2014, soit le taux le plus élevé au monde. Les pertes dues au transport et à la distribution d'électricité sont passées de 8,2%

en 1990 à 7,2% en 2014 (8,9% à l'échelle mondiale), le chiffre le plus bas de toutes les régions du monde, alors que les pertes dues au transport et à la distribution de gaz naturel ont baissé de 1,2% à 0,6%.

➤ **Cible mondiale : Augmenter significativement la part des énergies renouvelables dans la consommation finale totale d'énergie : 36 % en 2030**

La région de la CEE a été la seule du système des Nations Unies à porter la part des énergies renouvelables dans la consommation finale totale d'énergie à 11% entre 2012 et 2014. Ce résultat s'explique entre autres par des mécanismes solides de soutien. Il a en outre été appuyé par l'application accrue de mécanismes de soutien plus souples fondés sur le marché (tels que les enchères), par la diminution globale des coûts d'installation et par la meilleure sensibilisation à la faisabilité des projets d'énergies renouvelables dans la plupart des pays de la région.

Alors que la croissance de la production d'énergies renouvelables dans la région s'est accélérée au cours de la période considérée, les progrès au niveau sous-régional ont été très variables. Au-delà de la part des énergies renouvelables dans la consommation finale totale d'énergie, un tableau plus détaillé se dessine. En considérant la part des énergies renouvelables dans l'approvisionnement total en énergie primaire, pour l'ensemble de la région de la CEE, les énergies d'origine éolienne, solaire et géothermique ne représentaient que 1,6% de cet approvisionnement en 2014. Si l'on y inclut l'hydroélectricité, les biocarburants et les déchets, ce chiffre s'élève à 9%, alors que la part mondiale était de 14%. Les chiffres montrent que les énergies renouvelables modernes restent à la traîne. L'énergie solaire et éolienne représentait 2,1% de l'approvisionnement total en énergie primaire en Europe occidentale et centrale, la part la plus élevée parmi les sous-régions de la CEE.

Dans 17 pays du Caucase, d'Asie centrale, d'Europe de l'Est et du Sud-Est et de la Fédération de Russie, les investissements ont chuté de 700 millions de dollars en 2013 à 400 millions de dollars en 2015, malgré un énorme potentiel inexploité. Ce chiffre ne représente qu'environ 0,2% de l'investissement total mondial, contre 0,5% en 2014. L'absence de nouveaux investissements est notable dans le Caucase, en Asie centrale et en Europe du Sud-Est.

## L'énergie durable doit faire l'objet d'un suivi différent et plus global

Il n'existe pas de consensus dans la région de la CEE, ni au niveau mondial, sur ce qu'est l'énergie durable et sur la manière de l'atteindre. Outre les défis mondiaux concernant la mise en œuvre du Programme 2030 et d'autres engagements souscrits par les pays, les États de la CEE divergent quant à leur développement économique, les ressources dont ils

disposent et les bouquets énergétiques intégrés dans les stratégies énergétiques nationales actuelles. C'est pourquoi on relève des approches et résultats nationaux très divers. Les choix doivent être économiquement et socialement rationnels pour chaque pays et s'inscrire dans le contexte plus large de l'économie dans son ensemble. L'intégration doit tenir compte de la qualité de vie.

D'un simple contrôle des progrès de l'ODD 7, ce rapport a évolué vers un suivi des progrès au-delà de l'ODD 7. Lors de sa préparation, il est clairement apparu que l'approche actuelle gagnerait à être affinée. Les indicateurs pertinents doivent refléter une approche globale et aborder les défis auxquels sont confrontés les pays à mesure que les systèmes gagnent en complexité et les besoins en urgence. L'adoption d'une telle approche globale conduit à l'application d'un concept plus large « d'énergie au service du développement durable », visant à mesurer les progrès accomplis dans la réalisation de tous les objectifs de développement durable liés à l'énergie, afin de refléter les interconnexions transversales entre les ODD.

Le présent rapport met en lumière la forte dépendance de nombreux pays de la région de la CEE à l'égard des combustibles fossiles, associée à un secteur énergétique à forte intensité d'émission de carbone. Par conséquent, en complément des indicateurs existants, le suivi de la part des combustibles fossiles dans le bouquet énergétique fournira des informations utiles sur l'état réel des systèmes transformationnels. Pour évaluer si les objectifs liés à l'ODD 13 sur le climat sont à notre portée, il serait intéressant de disposer d'informations sur l'intensité des émissions de carbone du secteur de l'énergie. Comme mentionné ci-dessus, les cibles 7A et 7B de l'ODD 7 doivent être suivies de près pour contrôler la mobilisation des financements, les investissements dans l'efficacité énergétique et les investissements étrangers directs dans les infrastructures et la technologie.

Les indicateurs actuels sont dérivés de l'infrastructure existante de collecte de données et d'établissement de rapports qui a découlé du système énergétique dans le passé. Pour éclairer les politiques visant à accélérer la transition vers un système énergétique capable d'atteindre les objectifs et les cibles du Programme à l'horizon 2030, il sera nécessaire de développer des indicateurs appropriés pour le système du futur, d'adapter les mécanismes de collecte de données et de renforcer les capacités de collecte, d'analyse, de suivi et de communication des nouvelles données et des nouveaux indicateurs.

## Les solutions pratiques mises en œuvre par les pays montrent un visage changeant de l'énergie

Chaque pays établit sa stratégie énergétique nationale en fonction de sa perspective propre, de sorte qu'il existe de multiples approches et des résultats nationaux très divers. Les études de cas de pays incluses dans ce rapport mettent



en évidence le visage changeant de l'énergie, qui devient progressivement une industrie de services. À titre d'exemple, pour lutter contre la pauvreté énergétique, le Royaume-Uni a mis en place un programme communautaire destiné à développer les énergies renouvelables en vue de parvenir à l'autosuffisance (étude de cas no 5). Pour améliorer l'efficacité énergétique des appareils électroménagers, la Turquie a encouragé la transformation du marché en introduisant une législation sur les normes minimales de performance énergétique (étude de cas no 8). Le potentiel de la biomasse solide et son application accrue pour la production combinée de chaleur et d'électricité sont mis en évidence en Croatie (étude de cas no 15), tandis que l'introduction par l'Allemagne d'enchères pour les éoliennes marines fournit des indications sur le passage à des applications économiquement viables d'énergies renouvelables variables (étude de cas no 16). Le présent rapport traite également des contributions (prévues) déterminées au niveau national par les États membres de la CEE pour relever les défis liés à l'atténuation des changements climatiques (étude de cas no 20), et se penche sur la récupération du méthane de charbon en Pologne et en Ukraine (étude de cas no 21).

L'infrastructure existante, y compris le contexte physique, réglementaire, politique et organisationnel de l'industrie de l'énergie, façonne l'approche politique et le processus décisionnel national en matière d'énergie. Dans la région de la CEE, l'accessibilité économique des services de chauffage, la fiabilité des systèmes vieillissants et les besoins futurs en matière de résilience constituent tous des défis à relever. Pour transformer véritablement le système énergétique, il faudra un changement créatif dans les politiques et la réglementation afin de susciter l'innovation, l'investissement et l'amélioration de la productivité énergétique. Pourtant, dans de nombreux pays de la région, l'infrastructure politique, réglementaire et industrielle actuelle n'est pas encore prête pour une telle transformation.

### Aller de l'avant : Principaux défis pour la région de la CEE

- **Dépendance à l'égard des combustibles fossiles :** Les combustibles fossiles sont dominants dans le bouquet énergétique de la région et servent de cadre à l'accès à l'énergie et au développement économique d'aujourd'hui. La dépendance à l'égard des combustibles fossiles est négligée dans les débats sur l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, ce qui freine la réalisation des objectifs. L'approvisionnement total en énergie primaire des pays de la CEE est constitué d'un peu plus de 80 % d'énergie fossile. Moins de la moitié de l'énergie fossile utilisée pour produire de l'électricité est convertie en énergie utilisable, le reste étant perdu durant la phase de conversion. Même dans un scénario de changements climatiques atteignant un objectif de 2 °C, l'énergie fossile représentera encore 40 % du bouquet énergétique en 2050. La tension entre la réalisation de l'ODD 7 et l'impact sur les autres ODD saute immédiatement aux yeux.
- **Engagements en matière climatique :** Compte tenu de la dépendance des régions à l'égard des combustibles fossiles, il est indispensable d'intégrer la réalisation des objectifs climatiques du Programme 2030 aux autres volets de ce programme pour parvenir à la décarbonisation souhaitée des futurs systèmes énergétiques. Les solutions intégrées exigent une compréhension claire des impacts de l'énergie sur le climat, en liaison avec les opportunités de développement qu'offre l'énergie. Les deux principaux GES du secteur de l'énergie sont le CO<sub>2</sub>, généré principalement par la combustion de combustibles fossiles, et les émissions de méthane (CH<sub>4</sub>) tout au long des chaînes de valeur du charbon et du gaz. Le présent rapport propose trois indicateurs supplémentaires pour suivre les progrès sur la voie d'un secteur énergétique à moindre intensité en carbone : l'intensité en GES de l'approvisionnement total en énergie primaire, l'intensité en GES de la consommation finale totale d'énergie et l'intensité énergétique en GES par habitant. La région de la CEE ne dispose pas de ces indicateurs pertinents.
- **Options limitées :** Certaines options permettant d'améliorer la performance globale du système énergétique actuel sont exclues de la formulation de quelques stratégies énergétiques nationales durables pour des raisons diverses et variées : perception du public, politique, distorsions imposées par le marché ou préoccupations légitimes mais éventuellement résolubles en matière de sécurité ou d'environnement. Ces options comprennent entre autres l'énergie nucléaire, le captage, l'utilisation et le stockage du carbone, le gaz de schiste, le gaz naturel utilisé dans les transports. Leur prise en compte à l'avenir modifierait le potentiel d'atteinte des objectifs du Programme à l'horizon 2030.
- **L'énergie en tant que service, et non en tant que matière première :** L'industrie de l'énergie a réussi à améliorer la qualité de vie dans le monde entier,

principalement dans les économies avancées, mais aussi dans les pays en développement. Elle constitue aujourd'hui un commerce de matières premières dans lequel les acteurs gagnent de l'argent en produisant et en vendant davantage. L'infrastructure existante, y compris le contexte physique, réglementaire, politique et organisationnel de l'industrie de l'énergie, façonne les décisions concernant l'avenir dans la mesure où l'on s'attend à ce que les structures d'aujourd'hui persistent dans l'avenir. Et pourtant, les services énergétiques aux consommateurs ne sont plus adaptés. Dans la région de la CEE, l'accessibilité financière des services de chauffage, la fiabilité des systèmes vieillissants et les besoins futurs en matière de résilience constituent autant de défis qu'il convient de relever. Pour assurer une véritable durabilité, il importe de reconcevoir l'industrie de l'énergie comme un complexe d'industries de services. Une telle reconfiguration permettra de déclencher l'innovation, l'investissement et l'amélioration de la productivité énergétique. Une transformation véritable du système énergétique nécessitera une évolution créative des politiques et de la réglementation, mais dans de nombreux pays, l'infrastructure politique, réglementaire et industrielle actuelle n'y est pas encore prête.



# I. Introduction

---

La troisième édition du Cadre mondial de suivi (de 2017) a évalué les progrès accomplis pour les trois piliers de l'énergie durable : l'accès à l'énergie, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables. Ses conclusions montrent clairement que le rythme des progrès enregistrés dans la réalisation des objectifs et cibles du Programme de développement durable à l'horizon 2030 (Programme 2030) est bien en deçà de ce qui est nécessaire pour atteindre les objectifs mondiaux d'ici à 2030.

Le Rapport sur le Cadre mondial de suivi 2017 analyse les progrès réalisés en matière d'énergie durable et explore les tendances régionales pour expliquer les résultats mondiaux et mettre en lumière les expériences des divers pays. Les analyses régionales ont été préparées en collaboration avec les cinq commissions régionales des Nations Unies : la Commission économique pour l'Afrique, la CEA, la Commission économique et sociale pour l'Asie occidentale, la CESAO, la Commission économique et sociale pour l'Asie et le Pacifique, la CESAP, la Commission économique pour l'Europe, la CEE et la Commission économique pour l'Amérique latine et les Caraïbes, la CEPALC.

Le présent rapport, établi par la CEE pour étayer l'analyse régionale présentée dans le Rapport sur le Cadre mondial de suivi 2017, a pour but d'explorer les conclusions mondiales dans un contexte régional, d'examiner d'autres sources de données susceptibles de compléter les informations sous l'angle régional et de réfléchir à d'autres indicateurs pour permettre à l'avenir une évaluation plus poussée des progrès accomplis dans le domaine de l'énergie au service du développement durable.

Le rapport adopte une perspective systémique sur l'énergie dans la région de la CEE. Il met en évidence les interconnexions tout au long de la chaîne de valeur énergétique et analyse les politiques et mécanismes de tarification qui déterminent la capacité de répondre aux besoins énergétiques de la société. L'énergie est soumise à un changement de paradigme qui l'éloigne du commerce des produits de base auquel la société était habituée depuis deux siècles. Les besoins des hommes en matière de confort, de santé, de logement, de mobilité et autres sont considérés à plus juste titre comme des services. C'est la demande de ces services énergétiques qui conduit à des investissements tout au long de la chaîne de valeur énergétique, de la livraison à la transformation et, en fin de compte, au développement des ressources énergétiques primaires. La réorientation de l'industrie de l'énergie, d'une production de produits de base à la prestation de services, sera le moteur des innovations et des gains d'efficacité qui sont au cœur du Programme 2030.

Tous les gouvernements sont confrontés aux mêmes défis : comprendre les choix et les options politiques susceptibles d'améliorer la durabilité, l'utilité pour les consommateurs,

la productivité et la résilience économique de leur système énergétique et relier ces efforts à l'écologisation de leur économie. L'adoption d'une approche globale et intersectorielle de l'élaboration des politiques énergétiques permettra des synergies avec d'autres secteurs et l'intégration des avantages de l'interaction entre énergie, eau et alimentation. Le présent rapport se penche sur ces questions et insiste sur l'application fructueuse des meilleures pratiques.

Il n'a pas vocation à présenter un ensemble complet de données pour toutes les catégories d'indicateurs proposés. L'interprétation des données aux niveaux régional et sous-régional montre la nécessité de développer des solutions régionales et nationales spécifiques. Une perspective plus large de l'énergie au service du développement durable est en outre indispensable pour mesurer plus complètement le succès et souligner plus spécifiquement les problèmes que doivent résoudre les divers membres de la CEE.

## 1.1. L'énergie durable et le Programme de développement durable

---

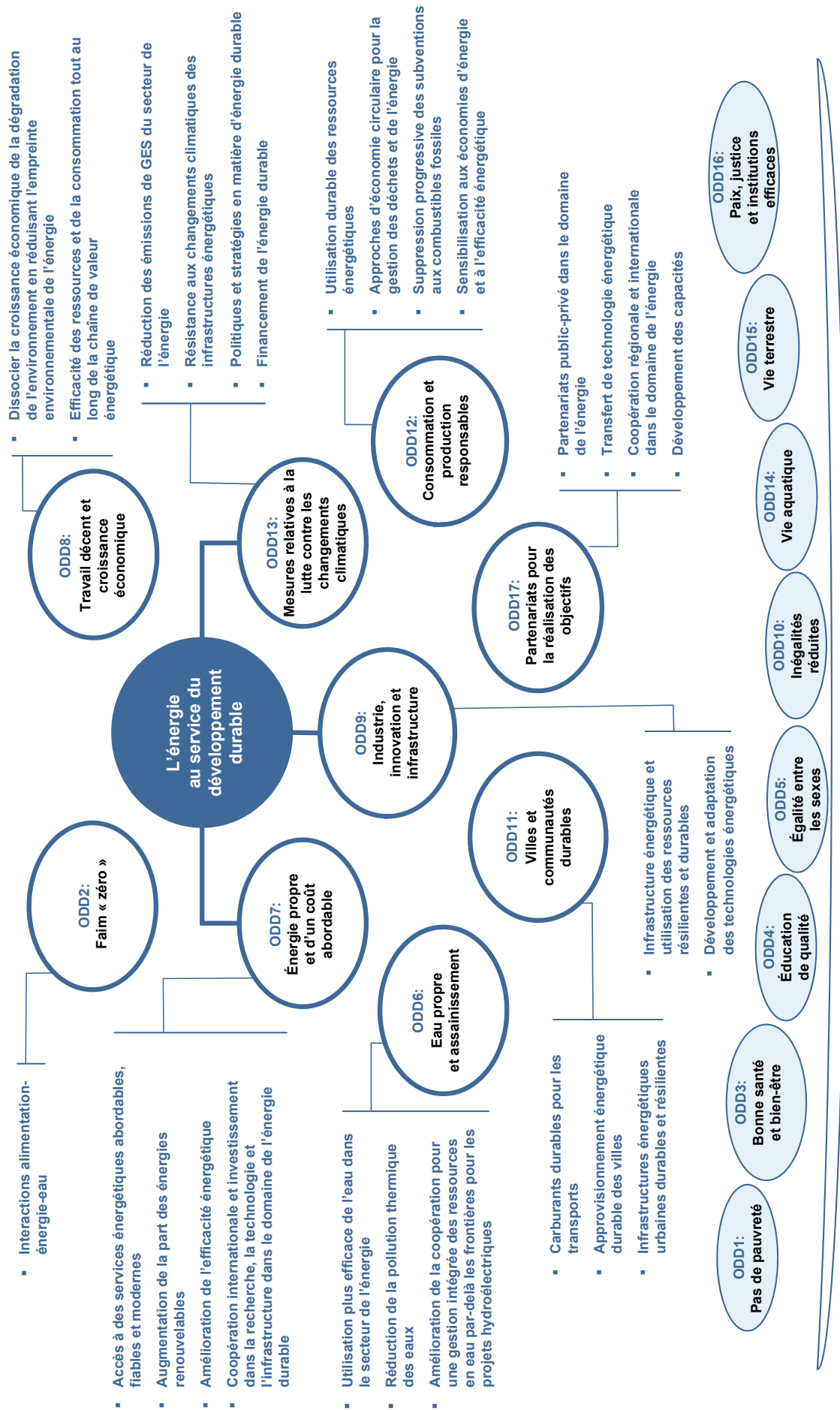
Le 1<sup>er</sup> janvier 2016, les 17 objectifs de développement durable (ODD) du Programme de développement durable à l'horizon 2030 (Programme 2030) sont officiellement entrés en vigueur.

Les ODD exhortent tous les pays à agir pour promouvoir la prospérité tout en protégeant la planète. Ils reconnaissent que l'élimination de la pauvreté va de pair avec la croissance économique, la satisfaction des besoins sociaux, la lutte contre les changements climatiques et la protection de l'environnement. Ils sont également interconnectés, dans la mesure où la réalisation d'un objectif a inévitablement un impact sur un ou plusieurs autres.

Si le monde doit se développer conformément au Programme 2030, il sera nécessaire d'assurer l'accès à des services énergétiques abordables, fiables, durables et modernes tout en réduisant l'empreinte écologique de l'énergie. L'énergie est un volet essentiel du Programme 2030. C'est le fil conducteur qui relie toutes nos aspirations et impose des changements profonds et immédiats dans sa production, sa transformation, son commerce et sa consommation.

L'énergie est un besoin fondamental car elle est à la base des services essentiels de la vie moderne, notamment de la cuisine, du chauffage, de la climatisation, de l'éclairage et de la mobilité. Elle permet le fonctionnement des appareils électroménagers, des technologies de l'information et de la

FIGURE 1.1 Cartographie des objectifs de développement durable liés à l'énergie



communication (TIC) et des machines dans tous les secteurs. L'énergie est utilisée par les médecins pour assurer les services de santé dans les cliniques, elle fournit l'éclairage permettant aux enfants d'étudier et, lorsqu'elle n'est pas disponible, les femmes (le plus souvent) sont obligées de ramasser du bois pour cuire les aliments (d'où une dégradation de la qualité de l'air à l'intérieur du logement).

Assurer une «énergie durable» consiste à fournir l'ensemble des services énergétiques favorisant le développement durable d'un pays. L'énergie n'a pas été citée explicitement comme l'un des objectifs du Millénaire pour le développement, mais occupe une place prépondérante dans le Programme 2030. L'ODD 7 – l'objectif énergétique – vise à *garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes, à un coût abordable*, et relie la durabilité dans le domaine de l'énergie aux 16 autres objectifs.

### Objectif 7

**Garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes, à un coût abordable.**



#### L'ODD 7 dispose de cinq cibles<sup>2</sup>:

- 7.1** D'ici à 2030, garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables et modernes, à un coût abordable,
- 7.2** D'ici à 2030, accroître nettement la part de l'énergie renouvelable dans le bouquet énergétique mondial,
- 7.3** D'ici à 2030, multiplier par deux le taux mondial d'amélioration de l'efficacité énergétique,
- 7.A** D'ici à 2030, renforcer la coopération internationale en vue de faciliter l'accès à la recherche et aux technologies relatives à l'énergie propre, notamment l'énergie renouvelable, l'efficacité énergétique et les nouvelles technologies relatives aux combustibles fossiles propres, et promouvoir l'investissement dans l'infrastructure énergétique et les technologies relatives à l'énergie propre,
- 7.B** D'ici à 2030, développer l'infrastructure et améliorer la technologie afin d'approvisionner en services énergétiques modernes et durables tous les habitants des pays en développement, en particulier des pays les moins avancés, des petits États insulaires en développement et des pays en développement sans littoral, dans le respect des programmes d'aide qui les concernent.

Les cibles sont axées sur les énergies renouvelables, l'efficacité énergétique et l'accès à l'énergie sans se préoccuper des combustibles fossiles ou du nucléaire. Les cibles ne sont pas non plus liées aux secteurs connexes (par exemple : le climat, l'alimentation, l'eau ou l'agriculture).

## 1.2. «L'énergie au service du développement durable» dans le Programme à l'horizon 2030

Bien que les cibles de l'ODD 7 soient au cœur du rôle de l'énergie dans le Programme 2030, une perspective plus large de la contribution de l'énergie au développement durable est indispensable. Les considérations énergétiques sont essentielles à la réalisation de bon nombre des objectifs de développement durable, et un large éventail d'indicateurs est nécessaire pour brosser un tableau d'ensemble.

La figure 1.1 montre comment l'énergie durable sous-tend le Programme 2030. L'ODD 7 ne doit pas être abordé de façon isolée, mais comme un élément permettant d'atteindre l'ensemble des cibles des ODD grâce à une meilleure productivité énergétique, à des émissions moindres et à un accès durable aux services énergétiques. La figure met en évidence les ODD les plus pertinents pour «l'énergie au service du développement durable». Au-delà du lien direct avec l'ODD 7, une relation particulièrement forte est établie avec deux autres objectifs : l'ODD 9 et l'ODD 13. Sans un approvisionnement en énergie propre et abordable, ces objectifs de développement durables ne peuvent être atteints. Une relation progressivement complexe existe avec d'autres ODD, notamment les ODD 2, 6, 8, 11, 12 et 17. Soit le succès des autres objectifs de développement durable est indirectement lié à l'énergie, soit celle-ci joue le rôle de catalyseur. Comme la réalisation d'un objectif dépend d'un autre, un système complexe de dépendances prend corps. Il est essentiel de bien comprendre cette complexité pour évaluer les progrès en matière d'énergie durable et élaborer des solutions mondiales, régionales et nationales permettant d'atteindre les objectifs fixés.

## 1.3. Une perspective systémique de l'énergie durable

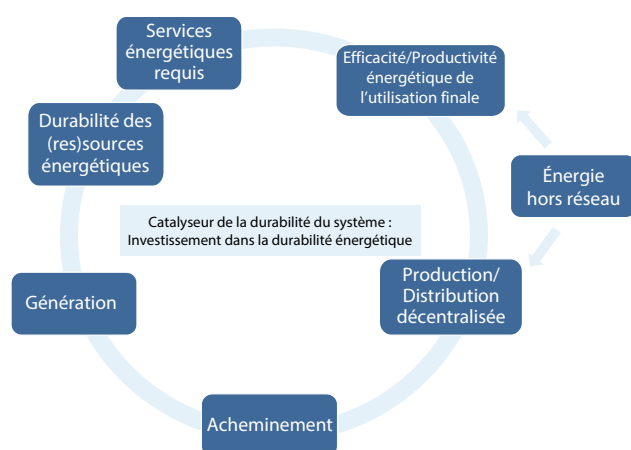
Les systèmes énergétiques nationaux sont des réseaux complexes et interconnectés nécessitant des politiques bien conçues pour fonctionner efficacement. Le système énergétique actuel doit changer en profondeur pour assurer la prestation de services énergétiques abordables, garantir la sécurité d'approvisionnement et réduire les émissions de gaz à effet de serre. Cette transformation nécessite le déploiement de technologies à faible émission de carbone et de mesures d'efficacité énergétique abordables, dont les coûts et les avantages sont souvent très incertains.

De plus, les systèmes énergétiques regroupent des acteurs aux objectifs souvent contradictoires. Ces parties prenantes et leurs technologies interagissent à travers des réseaux physiques et sociaux régis par des structures institutionnelles et politiques dont l'évolution est elle aussi incertaine. Le Programme

2030 impose des externalités supplémentaires au système énergétique, ce qui en accroît la complexité et l'incertitude inhérentes à l'élaboration des politiques.

La figure 1.2 est un aperçu simplifié du système énergétique et de ses éléments interconnectés. Les défauts d'efficacité à chaque étape de la chaîne de valeur se traduisent par des gaspillages d'énergie. Les gains d'efficacité réalisés tout au long de la chaîne réduisent les coûts pour les consommateurs. En règle générale, la demande de services énergétiques est arbitrée par des offres concurrentielles, les coûts de la technologie, des prix reflétant les coûts et une information claire. La demande d'amélioration de l'efficacité énergétique est motivée par le besoin d'un service amélioré ou renforcé et la nécessité de gérer les coûts de l'énergie.

**FIGURE 1.2** Une perspective systémique de la durabilité énergétique



Les politiques et mesures en faveur de l'efficacité énergétique permettent à la fois d'améliorer les services et de réduire la demande d'énergie ; l'équilibre entre les deux est fonction de la réaction, en termes d'optimisation de l'utilisation, du consommateur à l'action en faveur de l'efficacité énergétique.

Cette approche améliore la capacité d'adaptation et la résilience du système énergétique grâce à la diversité des sources énergétiques distribuées et centralisées ainsi que des sources hors réseau. Le système d'approvisionnement (production d'énergie primaire, transformation, génération et acheminement/transport) et sa capacité d'adaptation à des pressions environnementales, à une technologie et à des options en matière de ressources en évolution permanente stimuleront les investissements tant au niveau de la demande que de l'offre. Cela devrait se traduire par une amélioration de l'approvisionnement, de la fiabilité et des coûts énergétiques.

## 1.4. Vue d'ensemble de la région de la CEE

La région de la CEE joue un rôle important dans le paysage énergétique mondial. En 2014, elle représentait 42% du PIB mondial<sup>3</sup>, 40% de l'approvisionnement total en énergie primaire<sup>4</sup>, et 34% des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> provenant de la combustion de combustibles fossiles<sup>5</sup>.

La région de la CEE est très diversifiée. En 2015, elle comptait 56 pays pour une population totale de 1,3 milliard d'habitants, soit 18% de la population mondiale<sup>6</sup> et la majorité de l'hémisphère Nord (voir fig. 1.3). Les sept sous-régions de la CEE<sup>7</sup> sont le Caucase, l'Asie centrale, y compris la Turquie, l'Europe de l'Est, y compris Israël, l'Europe du Sud-Est, l'Amérique du Nord, la Fédération de Russie, et enfin l'Europe occidentale et centrale.

La diversité de la région est illustrée par l'historique de son développement économique et par les larges divergences nationales en termes de superficie, de densité démographique, de revenu national, de climat et d'accès aux sources énergétiques indigènes.

La région de la CEE a été façonnée principalement par la reconstruction et le développement qui ont suivi la Seconde Guerre mondiale et mis en place l'infrastructure et la technologie qui persistent encore aujourd'hui dans les systèmes énergétiques, industriels et de transport d'aujourd'hui. Le développement a permis d'atteindre un niveau d'industrialisation et de progrès technologique supérieur à celui d'autres régions, mais aussi de créer un héritage durable qui est le point de départ de l'évolution future.

Près d'un demi-milliard de personnes vivent en Europe occidentale et centrale, et 356 millions en Amérique du Nord. Le tiers restant de la population de la CEE réside principalement en Fédération de Russie (144 millions) et en Asie centrale (dont la Turquie, 146 millions). L'Europe orientale compte 67 millions d'habitants. Le Caucase constitue la plus petite sous-région en termes de population, avec 16 millions d'habitants.

La densité de population par km<sup>2</sup> varie considérablement dans la région. L'Islande et le Canada affichent des densités faibles (3,3 et 3,9 habitants/km<sup>2</sup>, respectivement), tandis que ces chiffres sont beaucoup plus élevés à Saint-Marin (530 habitants/km<sup>2</sup>), Malte (1 349 habitants/km<sup>2</sup>) et Monaco (18 865 habitants/km<sup>2</sup>).

En ce qui concerne le PIB par habitant, les pays d'Europe occidentale et centrale enregistrent les chiffres annuels les plus élevés, notamment le Luxembourg (101 449 dollars), la Suisse (80 945 dollars) et l'Irlande (61 133 dollars). Les pays du Caucase, d'Asie centrale et d'Europe de l'Est affichent un PIB par habitant beaucoup plus faible, notamment le Tadjikistan

(926 dollars), le Kirghizistan (1 103 dollars) et la République de Moldova (1 848 dollars).

Dans la région de la CEE, le climat varie de méditerranéen dans le sud à arctique dans le nord.

En matière d'approvisionnement énergétique, certaines sous-régions sont importateurs nets d'énergie, comme l'Europe occidentale, alors que d'autres, à l'instar de l'Amérique du Nord et de la Fédération de Russie, sont exportateurs nets d'énergie.

Cette diversité dans la région de la CEE se traduit par des priorités politiques nationales différentes en fonction de la richesse et de la perception de l'accessibilité des options politiques, du climat, de la disponibilité des ressources énergétiques et du stade de développement économique.

Le tableau A.1 de l'annexe I présente un ensemble plus complet de données socioéconomiques pour la région.

### États membres de la région de la CEE regroupés en sept sous-régions

#### Caucase

Arménie, Azerbaïdjan, Géorgie

#### Asie centrale

Kazakhstan, Kirghizistan, Ouzbékistan, Tadjikistan, Turkménistan, Turquie

#### Europe orientale

Bélarus, Israël, République de Moldova, Ukraine

#### Amérique du Nord

Canada, États-Unis d'Amérique (États-Unis)

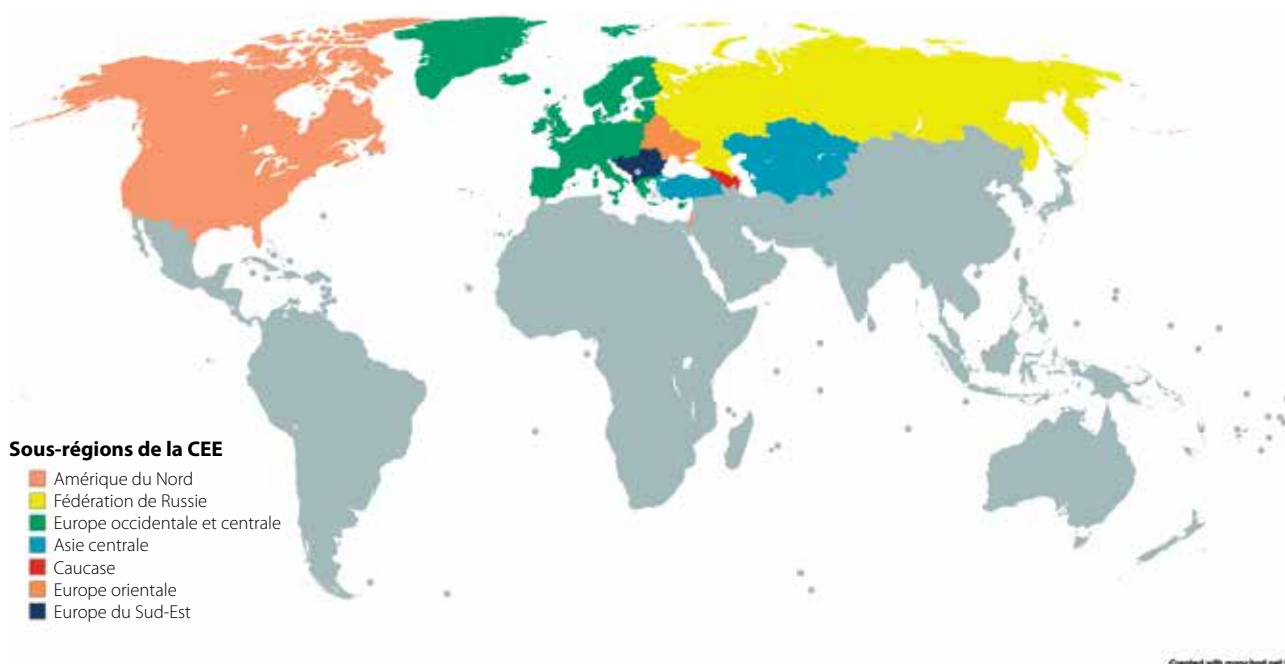
#### Fédération de Russie Europe du Sud-Est

Albanie, Bosnie-Herzégovine, Bulgarie, Croatie, ex-République yougoslave de Macédoine, Monténégro, Roumanie, Serbie

#### Europe occidentale et centrale

Allemagne, Andorre, Autriche, Belgique, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Liechtenstein, Lituanie, Luxembourg, Malte, Monaco, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République slovaque, République tchèque, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord (Royaume-Uni), Saint-Marin, Slovénie, Suède, Suisse

**FIGURE 1.3** Carte des 56 États membres et sous-régions de la CEE utilisée dans le présent rapport





# II. Suivi des progrès en matière d'énergie durable dans la CEE

## 2.1. Vue d'ensemble

À l'échelle mondiale, le rythme actuel des progrès accomplis dans la réalisation des cibles de l'ODD 7 (accès universel à l'électricité, augmentation de la part des énergies renouvelables et amélioration de l'intensité énergétique) ne permettra pas d'atteindre les objectifs du Programme 2030<sup>8</sup> :

- **Le rythme auquel les gens accèdent à l'électricité ralentit.** Si la CEE est officiellement parvenue à un taux de 100% en matière d'accès aux réseaux électriques, d'importants problèmes de qualité et d'abordabilité subsistent. Les questions liées à l'accès aux réseaux d'énergie de remplacement, comme le gaz naturel, doivent également être prises en compte.
- **Les investissements annuels dans les énergies renouvelables devraient doubler, voire tripler, pour atteindre la cible de 2030.** Bien que la région de la CEE soit la seule où la part des énergies renouvelables dans la consommation finale totale d'énergie augmente, les sous-régions affichant des taux d'investissement extrêmement faibles et en baisse continuent de poser problème.
- Seules les améliorations de l'intensité énergétique ont progressé vers la réalisation des objectifs, les économies d'énergie mondiales au cours de la période d'examen 2012-2014 du Cadre mondial de suivi étant suffisantes pour approvisionner le Brésil et le Pakistan réunis. **Cela étant, les investissements dans l'amélioration de l'efficacité énergétique devront être multipliés par 3 à 6 pour atteindre l'objectif de 2030.**

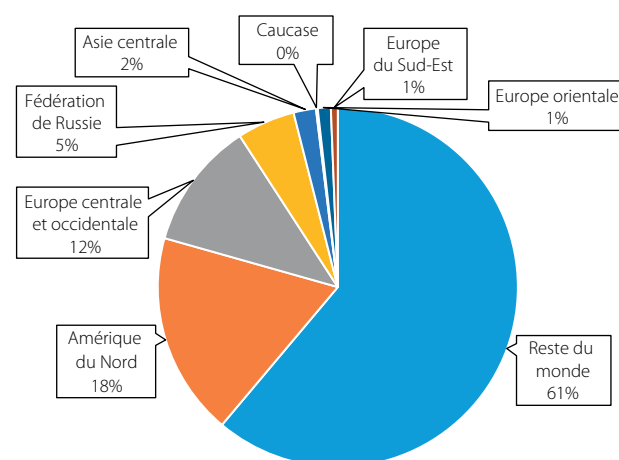
Les résultats 2017 du Cadre mondial de suivi sont un signal d'alarme et doivent nous amener à redoubler d'efforts sur un certain nombre de fronts, y compris des financements accrus, des engagements politiques plus audacieux et une volonté d'adopter plus rapidement et à plus grande échelle les nouvelles technologies<sup>9</sup>.

### 2.1.1. L'énergie dans la région de la CEE

Les sections suivantes donnent un aperçu de la situation énergétique dans la région de la CEE, y compris des informations sur le bouquet énergétique, le commerce de l'énergie et les infrastructures<sup>10</sup>.

La figure 2.1 montre la part de l'approvisionnement total en énergie primaire dans les sous-régions<sup>11</sup>. La figure 2.1 reflète la part de l'approvisionnement total en énergie primaire dans les sous-régions de la CEE par rapport au reste du monde en 2014. La région de la CEE consomme 39% de l'approvisionnement total en énergie primaire. L'Amérique du Nord a la part la plus importante (18% au niveau mondial), suivie par les 33 pays d'Europe occidentale et centrale avec 12%.

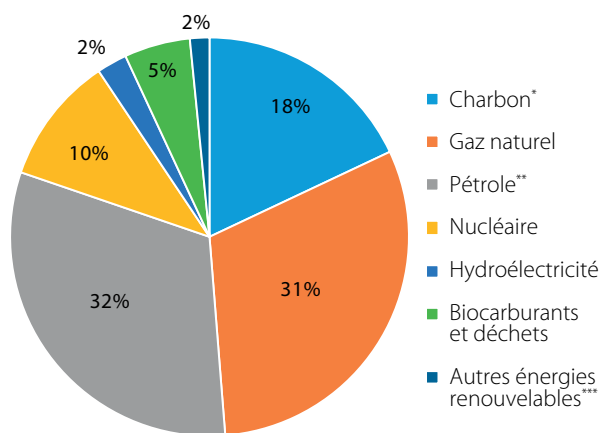
**FIGURE 2.1** Part régionale de la CEE dans l'approvisionnement total en énergie primaire au plan mondial (En pourcentage, 2014)



Source : World Energy Balances, Agence internationale de l'énergie (AIE).

Au plan mondial, les combustibles fossiles représentent 81% de l'approvisionnement total en énergie primaire, et la région de la CEE est parfaitement en phase avec une quote-part de 80% de combustibles fossiles, dont 18% pour le charbon, 31% pour le gaz naturel et 32% pour le pétrole. La figure 2.2 donne un aperçu de l'ensemble du bouquet énergétique de la région de la CEE.

**FIGURE 2.2** Bouquet énergétique de la région de la CEE (En pourcentage de l'approvisionnement total en énergie primaire, 2014)



\* Inclut le charbon, la tourbe et le schiste bitumineux.

\*\* Inclut le pétrole brut, les liquides de gaz naturel (LGN), les matières premières et produits pétroliers secondaires.

\*\*\* Chaleur et électricité d'origine géothermique, solaire/éolienne/autre.

Source : World Energy Balances, Agence internationale de l'énergie (AIE).

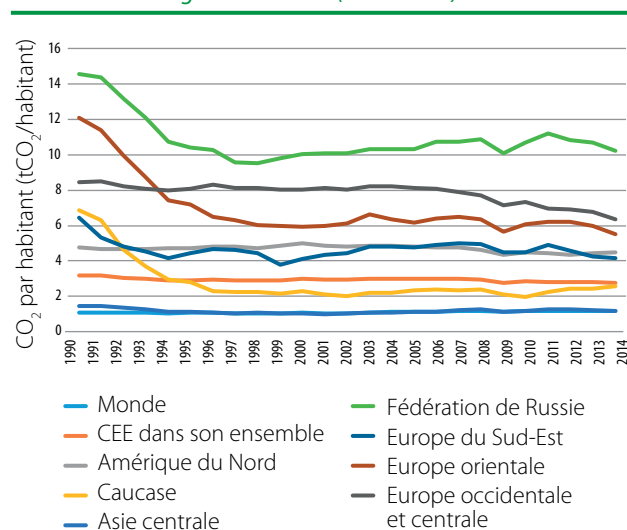
L'approvisionnement total en énergie primaire de chaque pays, son intensité énergétique (approvisionnement total en énergie primaire/habitant) et son « indice de production propre » figurent à l'annexe II, tableau A.2. L'indice de production propre est calculé en divisant l'énergie totale consommée dans un pays par celle produite à partir de l'approvisionnement total en énergie primaire. Il s'agit d'une simple indication du bilan énergétique national : avec une valeur inférieure à 1, le pays est importateur net d'énergie et au-dessus de 1, il est exportateur net d'énergie. Le pays peut améliorer son indice en réduisant sa consommation d'énergie grâce à une amélioration de l'efficacité énergétique ou à une restructuration économique ou en augmentant sa production d'énergie. On trouvera ci-après une synthèse des pays dont l'indice de production propre est le plus élevé et le plus bas dans les sous-régions de la CEE (tableau 2.1). Ce tableau montre que les différentes sous-régions de la CEE diffèrent considérablement les unes

des autres, oscillant entre importateurs et exportateurs nets d'énergie. La Norvège affiche un indice élevé de 6,2, en raison de sa forte consommation intérieure d'hydroélectricité et de ses importantes exportations de pétrole. Elle est suivie par l'Azerbaïdjan, avec un indice de 4,1 grâce aux exportations de pétrole.

Les sous-régions de l'Europe orientale, l'Europe occidentale et centrale et l'Europe du Sud-Est sont des importateurs nets d'énergie. Au cours de la dernière décennie, l'Amérique du Nord a progressivement développé ses exportations, de sorte qu'elle devrait devenir un exportateur net d'ici à 2025, principalement en raison de la réduction des importations de pétrole liquide et de l'augmentation des exportations de gaz naturel<sup>12</sup>. La Fédération de Russie et la sous-région de l'Asie centrale sont des exportateurs nets d'énergie.

La sous-région du Caucase est devenue exportateur net d'énergie en 1998, principalement grâce aux exportations de pétrole et de gaz d'Azerbaïdjan. La Géorgie et l'Arménie ont un indice inférieur à 1.

**FIGURE 2.3** Indice de production propre pour les sous-régions de la CEE (1990-2014)



Source : World Energy Balances, AIE.

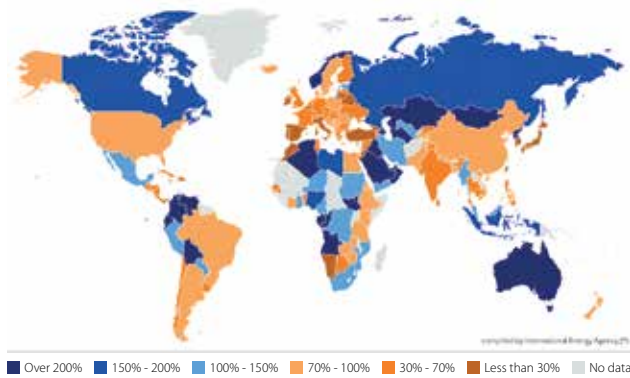
**TABEAU 2.1** Fourchettes régionales de la CEE pour les indices de production propre

2014	Caucase	Asie centrale	Europe orientale	Europe du Sud-Est	Europe centrale et occidentale
Moyenne	2,81	1,22	0,55	0,73	0,60
Valeur haute	Azerbaïdjan (4,10)	Turkménistan (2,29)	Ukraine (0,73)	Albanie (0,86)	Norvège (6,83)
Valeur basse	Arménie (0,29)	Turquie (0,26)	Moldova (0,10)	Ex-République yougoslave de Macédoine (0,48)	Moyenne des cinq plus bas (0,11)

Source des données : World Energy Balances, AIE.

La figure 2.4 met en évidence les valeurs de l'indice de production propre. Les pays dont l'indice est supérieur à 1 sont présentés en bleu, tandis que les pays dont l'indice est inférieur à 1 sont en orange<sup>13</sup>. Les pays d'Europe occidentale, centrale, orientale et du Sud-Est sont tous des importateurs nets, à l'exception de la Norvège. En Asie centrale, le Kirghizistan et le Tadjikistan sont des importateurs nets, même si la sous-région est globalement exportatrice d'énergie.

**FIGURE 2.4** *Indice national de la production propre pour le monde entier (2014)*



Source : IEA (2017c).

### Infrastructures énergétiques régionales

Les États membres de la CEE disposent d'un réseau complexe d'infrastructures et d'échanges commerciaux énergétiques

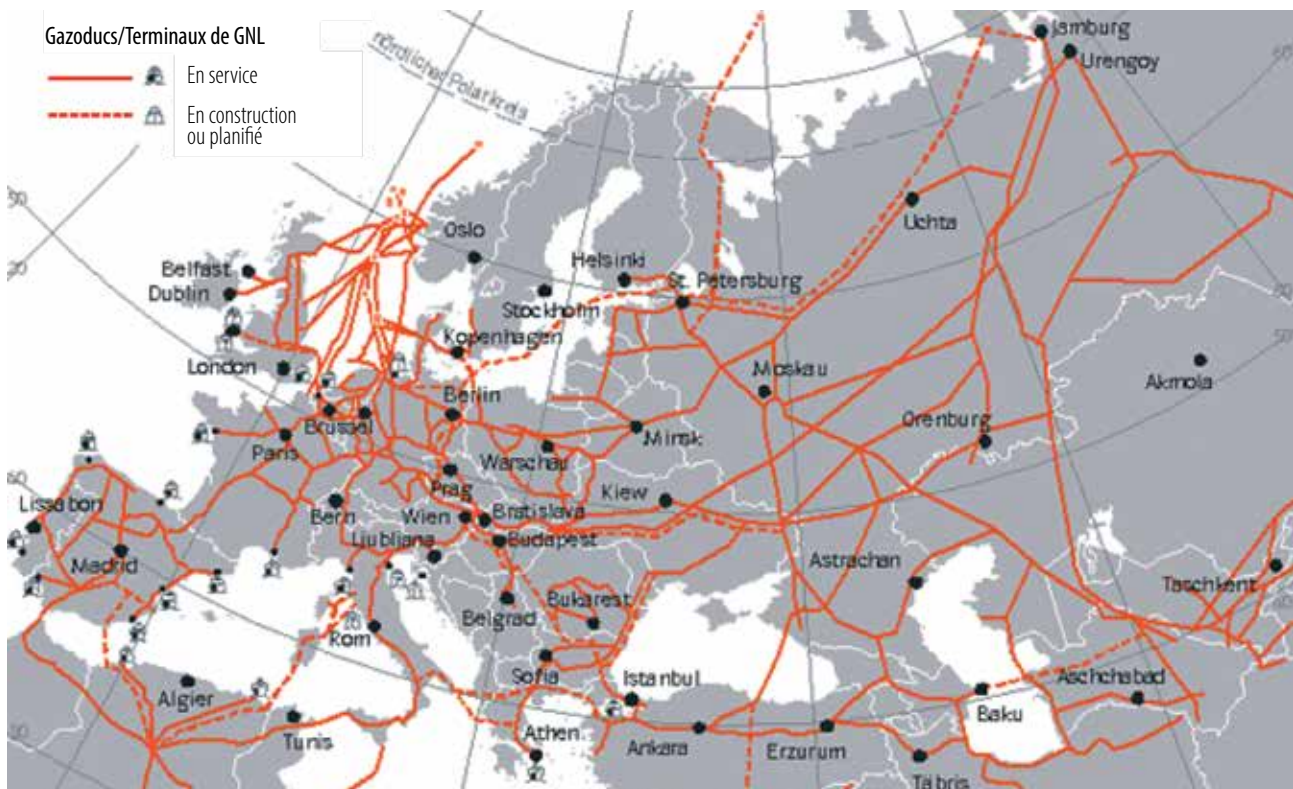
interconnectés. La figure 2.5 montre le système de distribution de gaz naturel en Europe, notamment l'infrastructure commerciale gazière à travers la région de la mer Caspienne et de la mer Noire. La carte met en évidence les problèmes des voies commerciales qui traversent de multiples frontières, avec des flux de gaz importants de la Fédération de Russie vers l'Europe. En 2013, 39% des importations de gaz des pays de l'Union européenne provenaient de Russie et 31% de la Norvège (année 2012)<sup>14</sup>.

Pour diversifier les approvisionnements en gaz des pays d'Europe centrale et du Sud-Est, il a été construit un corridor gazier sud-européen dont l'exploitation devrait débuter en 2019-2020. Ce projet vise à étendre les infrastructures d'approvisionnement en gaz de l'UE à partir du bassin de la mer Caspienne, de l'Asie centrale, du Moyen-Orient et de l'est du bassin méditerranéen. Il devrait permettre l'acheminement de 80 à 100 milliards de m<sup>3</sup> de gaz par an<sup>15</sup>.

Avec la croissance du commerce de l'énergie avec l'Asie, l'infrastructure énergétique de la région s'étend vers l'est. La figure 2.6 montre l'infrastructure des gazoducs et oléoducs qui partent de l'Asie centrale vers l'est.

Le gazoduc Asie centrale–Chine, long de 3 666 km et construit en plusieurs phases entre 2003 et 2014, achemine le gaz du Turkménistan, mais aussi du Kazakhstan et de l'Ouzbékistan vers la Chine. En 2015, le Turkménistan a exporté 40 milliards de m<sup>3</sup> par an vers la Chine, un volume qui devrait passer à 65 milliards de m<sup>3</sup> par an. La Chine reçoit en outre 10 milliards de m<sup>3</sup> par an de l'Ouzbékistan et 5 milliards de m<sup>3</sup> du Kazakhstan. De 2009 à 2015, le Turkménistan a déjà livré 125 milliards de m<sup>3</sup> de gaz à la Chine<sup>16</sup>.

**FIGURE 2.5** *Réseau de distribution de gaz naturel en Europe et dans la Communauté d'États indépendants (CEI)*



Source : SManalysis (2009).



FIGURE 2.6 Infrastructures gazières entre l'Asie centrale et la Chine



Source : Strafor (2013).

La majeure partie du gaz naturel qui était auparavant exportée vers la Fédération de Russie est désormais acheminée vers l'est. En conséquence, les infrastructures construites entre 1960 et 1980 pour relier l'Asie centrale à la Fédération de Russie, le gazoduc «Asie centrale Centre» de 4 495 km de long, est aujourd'hui largement sous-utilisé<sup>17</sup>.

Les infrastructures énergétiques existantes dans les parties orientales de la région datent en majorité du début de l'ère soviétique. En Asie centrale, la plupart des infrastructures énergétiques en place, notamment les réseaux de production et de transport, sont en mauvais état ou exploitées de manière inefficace. Plus de 77 % des actifs de production énergétique du Kazakhstan et 87 % de ceux du Kirghizistan datent d'au moins vingt ans. La part des équipements de plus de vingt ans est de 86 % pour le Tadjikistan et de 88 % pour l'Ouzbékistan<sup>18</sup>.

## 2.2. Progrès réalisés dans l'atteinte des cibles de l'ODD 7

Les sections suivantes font état d'indicateurs et de données pour les trois cibles de l'ODD 7 en matière d'efficacité énergétique, d'énergies renouvelables et d'accès à l'énergie<sup>19</sup>. Les indicateurs et données du rapport 2017 sur le Cadre mondial de suivi inclus dans cette présentation sont complétés d'informations additionnelles<sup>20</sup>.

Ces données portent sur la période 1990-2014 et sont accompagnées d'une interprétation de la période 2012-2014. De nombreux développements sont intervenus depuis 2014 et de nouvelles tendances ont pu émerger au cours des trois dernières années. L'interprétation des données dans un contexte régional a conduit à l'introduction de données supplémentaires dans le présent rapport dans le but d'enrichir l'analyse des progrès réalisés dans l'atteinte de l'ODD 7

et d'engager une discussion sur un ensemble plus large d'indicateurs permettant de suivre l'évolution de l'énergie au service du développement durable dans les 17 ODD.

Un résumé des indicateurs utilisés dans le rapport 2017 sur le Cadre mondial de suivi, en particulier des éléments méthodologiques, figure en annexe III. La liste est complétée par les recommandations formulées à l'issue des consultations des parties prenantes pour servir de base aux discussions ultérieures sur les indicateurs de suivi de l'énergie au service du développement durable figurant à l'annexe V.

### 2.2.1. Efficacité énergétique

Selon l'initiative «L'énergie durable pour tous», lancée au plan mondial par le Secrétaire général Ban Ki-moon en 2011 pour promouvoir l'énergie durable, l'efficacité énergétique peut permettre d'atteindre les cibles de l'ODD 7 en matière d'énergies renouvelables et d'accès, à condition de stabiliser la consommation d'énergie aux niveaux actuels grâce à des gains d'efficacité<sup>21</sup>.

L'efficacité énergétique est définie comme la relation entre l'énergie consommée et la production (service énergétique) générée par cette énergie. Le renforcement de l'efficacité énergétique consiste soit à utiliser moins d'énergie pour obtenir le même rendement, soit à utiliser la même quantité d'énergie pour produire davantage<sup>22</sup>. À titre d'exemple, cette efficacité énergétique est utilisable au niveau microéconomique pour un secteur particulier, par exemple le secteur de l'acier, ou au niveau d'un produit, ou encore en termes d'efficacité énergétique de la production d'électricité, par exemple à partir du charbon, du gaz et des énergies renouvelables.

L'efficacité énergétique est le catalyseur de nombreuses politiques : la réduction de l'énergie nécessaire à la production économique dans le contexte du capital, de la main-d'œuvre

et des autres ressources matérielles d'une économie améliore la productivité énergétique. Depuis un rapport de McKinsey, elle a été reconnue comme une solution à portée de main pour atteindre des cibles et objectifs mondiaux, même si la mise en œuvre des mesures d'efficacité énergétique pourrait être améliorée<sup>23</sup>.

Une mesure de l'efficacité énergétique couramment utilisée est l'intensité énergétique, bien que les deux ne soient pas équivalentes et que l'intensité énergétique, en soi, ne prenne pas en compte les différences de structures économiques, de disponibilité des ressources, de niveaux d'activité ou de facteurs climatiques pour l'utilisation de l'énergie. L'intensité énergétique est une indication de la quantité d'énergie nécessaire pour obtenir une unité de production économique. Un ratio inférieur indique que l'énergie nécessaire pour produire une unité d'extrait est moindre. Il s'agit généralement d'un indicateur utilisé au niveau macroéconomique et défini en termes d'énergie plutôt qu'en termes de production<sup>24</sup>.

Ainsi, une intensité énergétique élevée peut résulter directement du fait de l'extraction et de l'exportation de produits minéraux très énergivores dans un climat froid (par exemple, au Canada, en Suède ou en Fédération de Russie), alors qu'une intensité faible découle d'industries de services de haut niveau (par exemple, en Suisse). Dans aucun des deux cas, l'intensité énergétique ne permet de juger de l'efficacité sous-jacente de l'économie, des voies de développement historique, des améliorations de l'efficacité énergétique ou des possibilités d'amélioration de cette efficacité.

**Indicateur pour l'ODD 7 : Intensité énergétique de l'approvisionnement total en énergie primaire par rapport au PIB ; Taux composé de croissance annuelle (TCCA) de l'intensité énergétique primaire<sup>25</sup>.**

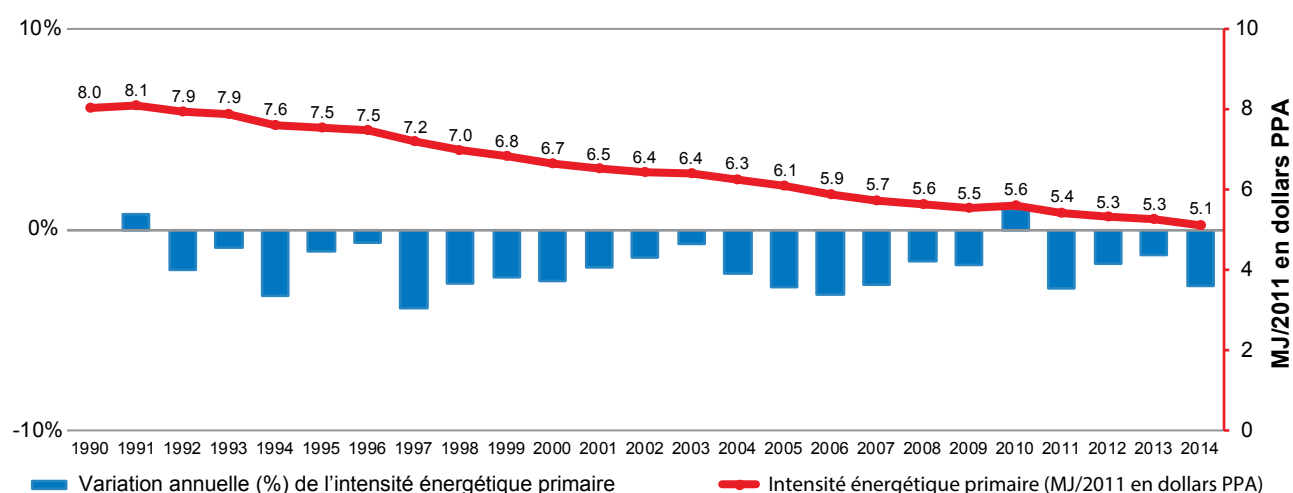
L'intensité énergétique primaire est le rapport entre l'approvisionnement total en énergie primaire et le PIB, mesuré en parité de pouvoir d'achat (PPA) en dollars constants 2011 (MJ/2011 en dollars PPA). L'intensité énergétique dans la région de la CEE s'améliore depuis 1990. Au cours de la période 1990-2014, l'intensité énergétique primaire<sup>26</sup> a diminué le plus rapidement au plan mondial (1,9% (TCCA)), passant de 8,0 MJ/dollar à 5,1 MJ/dollar en 2014 (voir fig. 2.7)<sup>27</sup>. De 2012 à 2014, la région de la CEE a économisé 3,9 exajoules (EJ)<sup>28</sup> de consommation finale totale d'énergie, soit environ un tiers des économies d'énergie au niveau mondial, et presque autant que la consommation finale totale d'énergie 2014 de l'Espagne et de la République tchèque réunies. La baisse de l'intensité énergétique au cours de la période considérée a été de 2,01%, un taux presque égal au taux global de 2,1%, mais inférieur aux 2,6% requis au cours de la période 2010- 2030 pour atteindre les objectifs de l'ODD 7.

### Intensité énergétique par secteur économique

Dans la région de la CEE, l'intensité énergétique a diminué dans tous les secteurs. Dans l'industrie, elle a baissé de manière continue au cours de toutes les périodes. Dans le secteur agricole, elle s'est améliorée au cours des dernières années, diminuant de 6,4% par an. Dans le secteur des services et le secteur résidentiel, elle a chuté de façon significative de 2010 à 2012, avant de revenir à des variations plus modestes de 2012 à 2014.

La décomposition des tendances de l'utilisation finale de l'énergie examine trois composantes principales au fil du temps : le changement d'activité, l'évolution de la structure sectorielle et les améliorations de l'efficacité énergétique. Dans la région de la CEE, nous avons assisté à un découplage relatif entre la consommation d'énergie et la croissance du PIB, qui a commencé au début des années 1990, le PIB progressant alors que la demande d'énergie restait stable (voir fig. 2.8).

**FIGURE 2.7** Amélioration continue de l'intensité énergétique primaire de la CEE entre 1990 et 2014



Source : AIE et UN Statistics, citation dans World Bank et al. (2017a).

La structure économique globale de la région a peu changé, à l'exception des pays de l'ex- Union soviétique<sup>29</sup>. Certains d'entre eux ont connu une transition importante, passant de l'industrie lourde à l'industrie légère, à l'agro-industrie et aux services. À titre d'exemple, la part de l'industrie manufacturière du Bélarus dans le PIB total est tombée de 42 % en 1991 à 32 % en 2000, et à 24 % en 2014, tout comme en Ukraine, où elle a diminué de 44 % en 1992 à 19 % en 2000<sup>30</sup>.

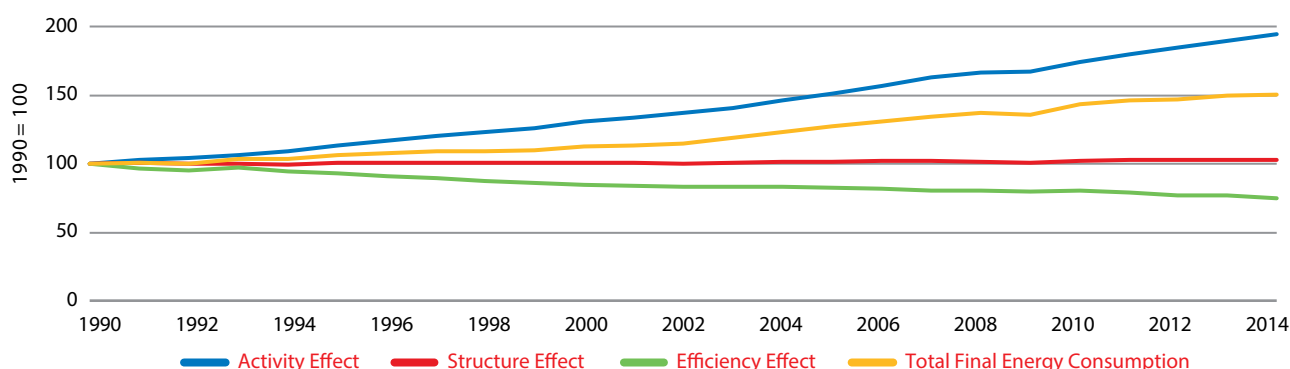
### Tendances de l'intensité énergétique au niveau sous-régional<sup>31</sup>

L'intensité énergétique a diminué dans toutes les sous-régions entre 1990 et 2014, et les baisses se sont accélérées au cours de la période de suivi 2012-2014, sauf en Amérique du Nord (voir fig. 2.9) où le déclin s'est récemment ralenti. Les intensités énergétiques varient considérablement dans la région, allant de 18 MJ/dollar en Islande, pays fortement dépendant à l'énergie géothermique<sup>32</sup>, à environ 2 MJ/dollar pour la Suisse,

pays doté d'une importante industrie des services et d'une forte production hydroélectrique.

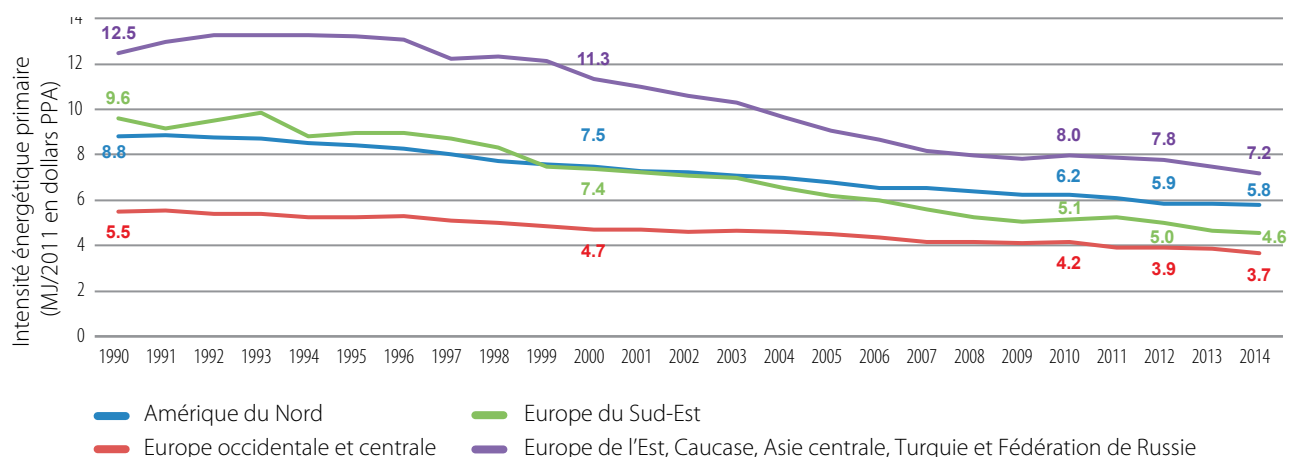
**L'Amérique du Nord** se classait au troisième rang en 1990 en termes d'intensité énergétique, avec 8,8 MJ/dollar, un chiffre qui est tombé à 5,8 MJ/dollar en 2014, la croissance économique étant dé耦lée de la demande d'énergie. En 2010-2012, le rythme de l'amélioration s'est accéléré sous l'effet de prix de l'énergie reflétant les coûts et de politiques en faveur de l'efficacité énergétique. Dans le secteur de l'électricité, le passage au gaz naturel a permis de réaliser des gains d'efficacité dans les nouvelles centrales électriques et thermiques qui ont remplacé les anciennes centrales au charbon. Pourtant, l'activité des industries extractives a enregistré une croissance significative. Le climat froid et l'industrie minière du Canada se sont traduits par une intensité énergétique de 7,7 MJ/dollar, un chiffre supérieur à celui des États-Unis (5,6 MJ/dollar).

FIGURE 2.8 La région de la CEE est parvenue à un découplage relatif entre l'énergie et la croissance du PIB



Sources : IEA et UN Statistics, citation dans World Bank et al. (2017a).

FIGURE 2.9 Les sous-régions de la CEE sont parvenues à une baisse continue de l'intensité énergétique entre 1990 et 2014



Sources : IEA et UN Statistics, citation dans World Bank et al. (2017a).

En **Europe occidentale et centrale**, l'intensité énergétique n'a cessé de diminuer entre 1990 et 2014, passant de 5,5 MJ/dollar, le chiffre le plus bas de la région, à 3,7 MJ/dollar. Ce résultat est attribuable à une combinaison de prix de l'énergie reflétant les coûts et de politiques et engagements cohérents, globaux et dynamiques en matière d'efficacité énergétique.

La Directive 2009/28/CE du Parlement européen et du Conseil relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables a fixé comme objectif d'efficacité énergétique pour 2020 une réduction de 20% de la demande d'énergie par rapport à une projection de maintien du statu quo. Tous les pays membres de l'Union européenne sont tenus d'élaborer des plans d'action nationaux en faveur de l'efficacité énergétique imposant des améliorations durables tout au long de la chaîne de valeur énergétique. Ces plans devraient permettre d'atteindre largement les objectifs de 2020, en raison notamment de la crise financière mondiale<sup>33</sup>. L'objectif de l'Union européenne pour 2020 était initialement fixé à 18,6% en dessous de la consommation d'énergie primaire prévue de 1 542 millions de tonnes d'équivalent pétrole (Mtep), soit 64 EJ, mais la consommation d'énergie primaire a été révisée à la baisse à 1 527 Mtep (63 EJ)<sup>34</sup>.

Les pays à plus forte productivité d'Europe occidentale et centrale ont fait état d'une intensité énergétique très faible, sachant que celle de l'Islande était la plus élevée en 2014 du fait de ses fonderies d'aluminium très énergivores et d'une énergie géothermique de qualité inférieure avec d'importantes pertes de transformation.

En **Europe du Sud-Est**, l'intensité énergétique s'est nettement améliorée dans les années 1990, lorsque le conflit en Croatie et en Bosnie-Herzégovine a fait chuter la demande d'énergie plus rapidement que la production économique. Au cours des années 2000, les innovations en termes de productivité ont contribué à de nouvelles améliorations.

Le rythme des améliorations de l'intensité énergétique en Europe du Sud-Est s'est accéléré en 2012-2014, pour atteindre une valeur de 4,6 MJ/dollar en 2014 grâce aux changements structurels sous-jacents des services à plus faible intensité énergétique et à un PIB qui a retrouvé ses niveaux de 2008. Néanmoins, l'ampleur des variations annuelles de l'intensité énergétique suggère que la sous-région n'a pas encore mis en œuvre des politiques fermes en matière de prix de l'énergie reflétant les coûts et d'efficacité énergétique.

Les voisins du nord de la sous-région ont à faire face à des climats plus difficiles, mais affichent souvent une intensité énergétique plus faible, ce qui laisse entrevoir de nouvelles possibilités d'action en matière d'efficacité énergétique en Europe du Sud-Est. L'intensité énergétique dans cette sous-région converge lentement vers les niveaux du reste de l'Europe.

Dans le **Caucase, en Asie centrale, en Europe orientale et en Fédération de Russie**, l'intensité énergétique a diminué

entre 1990-2014, passant de 12,5 MJ/dollar – chiffre le plus élevé de la région – à 7,2 MJ/dollar.

Comme en Europe du Sud-Est, les variations laissent entrevoir que les prix et les politiques n'ont pas encore atteint une maturité suffisante pour être des moteurs durables. Les changements structurels ne sont pas au niveau des changements signalés dans de nombreux pays. Au Tadjikistan, par exemple, la tendance à la baisse a été interrompue en 2011, et l'intensité énergétique a augmenté à mesure que les industries se développaient après une longue stagnation qui a fait suite à la guerre civile de 1992-1997. L'intensité énergétique d'Israël était faible en 2014 (3,7 MJ/dollar), tout comme celle de la Turquie (3,5 MJ/dollar), les deux pays ayant bénéficié d'industries peu gourmandes en énergie et de climats doux.

La plupart des pays de la sous-région affichent encore des intensités énergétiques supérieures à 5 MJ/dollar. Le peu d'action politique, de suivi et d'évaluation, de données et de respect de la conformité, conjugué au subventionnement des prix de l'énergie, a freiné les gains après 1998.

### Indicateur supplémentaire : Efficacité du côté de l'offre dans la production d'électricité

L'efficacité du côté de l'offre (calculée en tant que ratio de l'énergie produite par rapport à l'énergie primaire fournie) dans la production d'électricité s'est améliorée dans la région, passant de 36% en 1990 à 41% en 2014 – mais en dépit de cette amélioration, plus de la moitié de l'énergie fossile primaire servant à produire de l'électricité est gaspillée. L'amélioration est principalement due aux investissements dans des turbines à gaz à cycle combiné à haut rendement, qui ont permis d'augmenter le rendement global de la production d'électricité au gaz de 37 à 49% au cours de la période. Les pertes dues au transport et à la distribution ont chuté de 8,2% en 1990 à 7,2% en 2014, pour atteindre ainsi les niveaux les plus bas au plan mondial. Les pertes de transport et de distribution de gaz naturel ont diminué de 1,2% à 0,6% au cours de la même période.

### 2.2.2. Énergies renouvelables

#### Indicateur pour l'ODD 7 : Part des énergies renouvelables dans la consommation finale totale d'énergie<sup>35</sup>

La région de la CEE est la seule région de l'ONU ayant constamment augmenté sa part des énergies renouvelables dans le bouquet énergétique au cours de la période 2012-2014, et ce phénomène s'est récemment accéléré. Elle a également été la seule région à afficher une croissance nulle de la consommation finale totale d'énergie sur la période 1990-2014. La part des énergies renouvelables dans cette consommation est passée de 6% en 1990 à 11% en 2014, l'augmentation étant la plus rapide en Europe du Sud-Est

(voir fig. 2.10). La part des énergies renouvelables modernes a atteint 11 %, la deuxième plus élevée au plan mondial, la consommation traditionnelle de biomasse étant négligeable dans la région<sup>36</sup>.

Au départ, le développement de l'énergie hydroélectrique a favorisé un fort taux d'accès à l'électricité dans la région. Plus récemment, les progrès en matière d'énergies renouvelables se sont surtout concentrés sur les grands parcs éoliens et solaires, reflétant l'importance accordée à l'approvisionnement central et à la baisse des coûts de production.

Dans la région de la CEE, la plupart des investissements dans les énergies renouvelables ont été réalisés en Europe occidentale et en Amérique du Nord, grâce à un fort soutien des prix et à des politiques telles que les tarifs de rachat garantis, les enchères et les incitations fiscales.

En ce qui concerne les sources d'énergie renouvelables, les biocarburants solides modernes ont représenté la part la plus élevée de la consommation en 2014 avec 38 %, suivie par l'hydroélectricité (28 %) et des biocarburants liquides modernes (14 %). En 2012-2014, la production d'énergie éolienne et solaire a augmenté le plus rapidement, pour atteindre respectivement des parts de 9,5 % et 4,3 %.

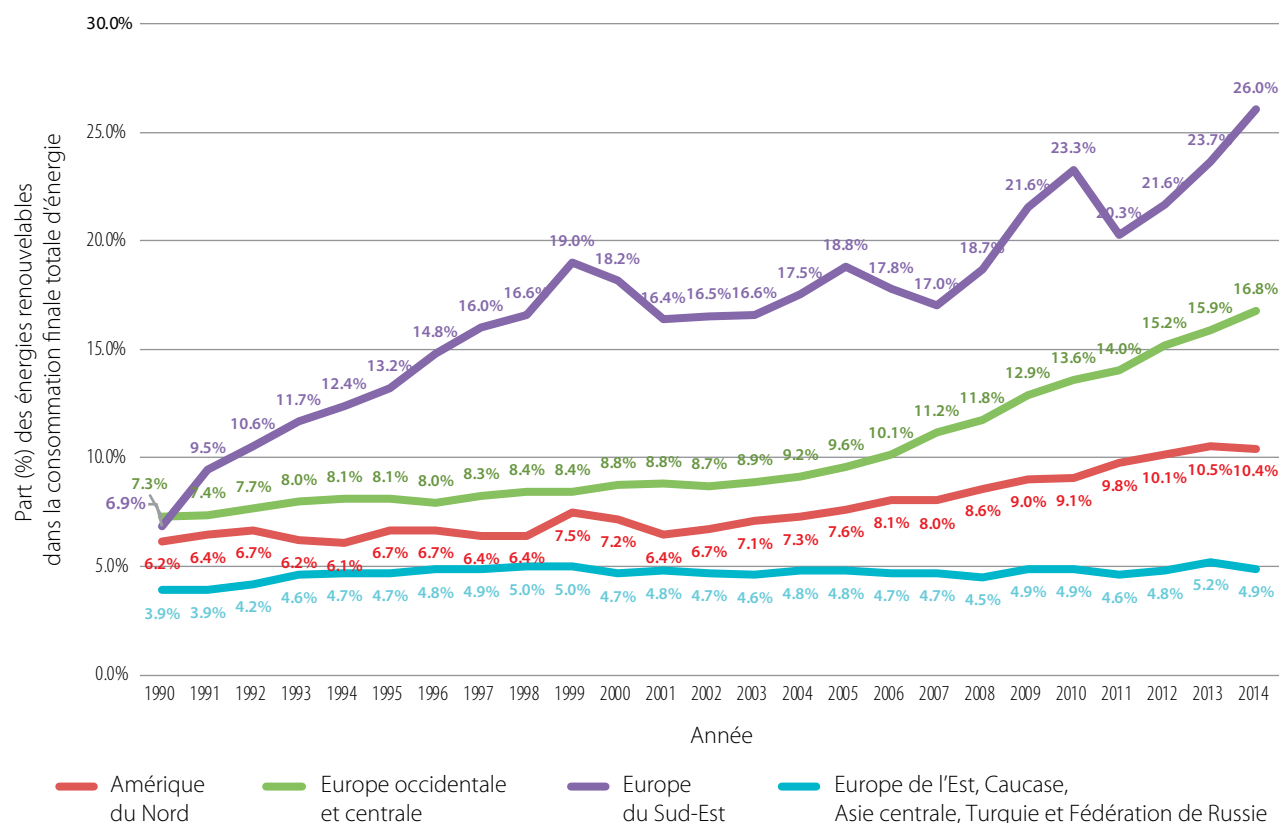
### Tendances sous-régionales en matière d'énergies renouvelables<sup>37</sup>

Comme le montre la figure 2.9, toutes les sous-régions ont affiché une hausse de la part des énergies renouvelables, même si elles sont parties d'un niveau très bas.

L'Amérique du Nord a fait état de la deuxième plus faible part d'énergies renouvelables en 2014 dans la région, soit 10 %. En 2014, plus de la moitié de l'énergie renouvelable provenait des biocarburants modernes et 26 % de l'hydroélectricité. Entre 2012 et 2014, l'éolien et le solaire ont connu la plus forte croissance, atteignant respectivement des quotes-parts de 9,2 % et 2,5 %.

En Europe occidentale et centrale, la part des énergies renouvelables dans la consommation finale totale d'énergie est passée de 7,3 % en 1990 à 17 % en 2014. Les divers programmes nationaux de tarification préférentielle de l'électricité provenant de sources d'énergie renouvelables et la directive 2009/28/CE de l'Union européenne relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables ont appuyé la forte croissance de la capacité installée d'énergie renouvelable. La directive 2009/28/CE impose un objectif global contraignant aux États membres de l'Union, à savoir 20 % de la consommation d'énergie doit

**FIGURE 2.10** Croissance des énergies renouvelables dans toutes les sous-régions de la CEE (part des énergies renouvelables dans la consommation finale totale d'énergie, en pourcentage)



Sources : IEA et UN Statistics, citation dans World Bank et al. (2017a).



provenir de sources d'énergie renouvelables d'ici à 2020. Elle fixe également un objectif de 10% pour l'utilisation des énergies renouvelables dans les transports d'ici à 2020.

Les objectifs doivent être atteints par l'entremise de politiques et d'objectifs nationaux mesurables fixés par chaque pays. Certains pays ont établi des objectifs individuels, certains optant pour des objectifs nationaux plus ambitieux pour 2020, à l'instar du Danemark (30%), de la France (23%) et du Portugal (31%), tandis que d'autres restent en deçà de l'objectif de 20% de la directive, comme le Royaume-Uni (15%), l'Allemagne (18%) et les Pays-Bas (14%). Dans l'ensemble, les objectifs se situent dans une fourchette allant de 10% (Malte) à 49% (Suède)<sup>38</sup>.

Selon les dernières données d'EuroStat, en 2015, les 28 pays membres de l'Union européenne sont parvenus à une part de 16,7% d'énergies renouvelables dans la consommation finale totale d'énergie, contre 8,5% en 2004<sup>39</sup>. D'après des évaluations de l'Agence européenne pour l'environnement, l'Union européenne est en voie d'atteindre son objectif global pour 2020. Dans la sous-région de l'Europe occidentale et centrale, la République tchèque (13%), l'Estonie (25%), la Finlande (38%), l'Italie (17%), la Lituanie (23%) et la Suède (49%) ont déjà atteint les objectifs qu'ils s'étaient fixés<sup>40</sup>.

Pour l'ensemble de la sous-région de l'Europe occidentale et centrale, plus de la moitié de la consommation d'énergie renouvelable en 2014 provenait des biocarburants modernes et 23% de l'hydroélectricité. Depuis 2010, les énergies éolienne et solaire ont connu la plus forte croissance, atteignant respectivement une quote-part de 11% et 5,6% en 2014. L'Islande, la Norvège et le Liechtenstein ont déclaré les quotes-parts les plus élevées, avec 76%, 62% et 57% respectivement. L'Islande et la Norvège ont une longue tradition en matière d'énergie hydroélectrique et géothermique, et le Liechtenstein est champion mondial de l'énergie solaire photovoltaïque par habitant.

Dans chaque cas, la part importante des énergies renouvelables est liée à la disponibilité de ressources, à l'engagement du gouvernement et à la volonté de la société dans son ensemble de supporter les coûts de la transformation. L'expérience de la Norvège montre que la fixation d'objectifs nationaux ambitieux peut favoriser une part élevée d'énergies renouvelables (l'objectif 2020 est de 67,5%).

En Europe du Sud-Est, l'énergie renouvelable représente 26% de la consommation finale totale d'énergie en 2014, la plus grande part de la région, dont plus de la moitié trouve son origine dans la biomasse traditionnelle. Le Monténégro, la Bosnie-Herzégovine et l'Albanie ont déclaré les quotes-parts les plus élevées d'énergies renouvelables dans la consommation finale totale, avec respectivement 46%, 42% et 39%. L'Europe du Sud-Est affiche également la plus grande part d'hydroélectricité dans la région, avec en tête la Roumanie, la Croatie et la Serbie. En 2012-2014, la production d'énergie éolienne et solaire a

connu la plus forte croissance, atteignant respectivement 8,0% et 3,3% de la consommation finale totale d'énergie. Comme en Europe occidentale et centrale, certains pays de la sous-région sont stimulés par la Directive 2009/28/CE de l'Union européenne, notamment la Bulgarie (16%), la Croatie (20%) et la Roumanie (24%). Les trois pays ont déjà atteint en 2015 les objectifs qu'ils s'étaient fixés pour 2020.

Les sous-régions du Caucase, de l'Asie centrale, de l'Europe orientale et de la Fédération de Russie affichent les parts les plus faibles d'énergies renouvelables dans la consommation finale totale d'énergie de la région, avec 4,9% en 2014, et leurs investissements dans la sous-région ont été largement axés sur l'hydroélectricité. Les biocarburants solides modernes représentaient 20%, à l'issue d'une forte baisse entre 1990 et 2014. L'hydroélectricité a dominé le bouquet des énergies renouvelables, avec une part de 62% en 2014, le Tadjikistan arrivant en tête. En 2012-2014, les biocarburants liquides et l'énergie éolienne ont enregistré la plus forte croissance, atteignant respectivement 0,7% et 7,0%. L'Ukraine a annoncé la croissance la plus rapide de l'énergie éolienne dans la sous-région, avec un quasi-doublement de la part de l'éolien dans la consommation finale totale d'énergie, passant de 16% en 2010 à 29% en 2014<sup>41</sup>.

La figure 2.11 synthétise la part des énergies renouvelables modernes et traditionnelles pour chaque pays, ainsi que les taux de variation entre 2012-2014<sup>41</sup>.

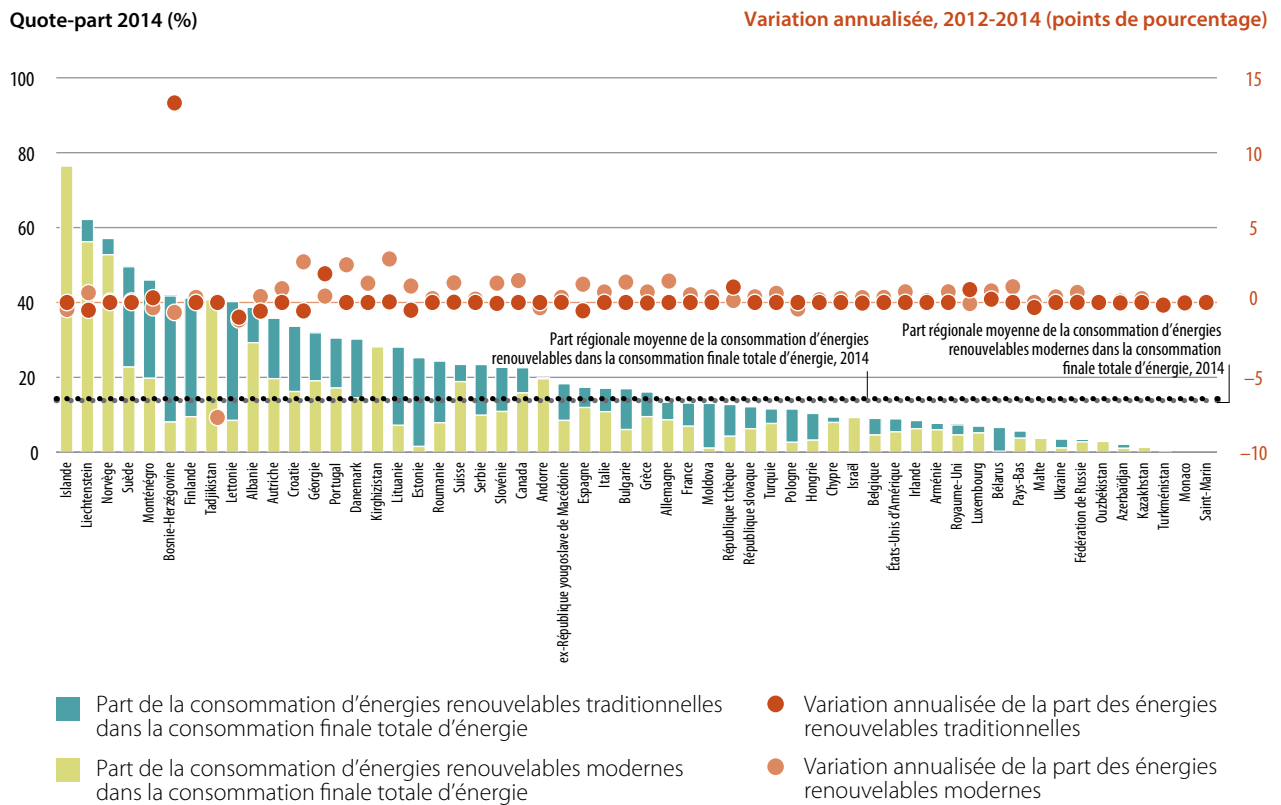
### Indicateur supplémentaire : Part des énergies renouvelables dans l'approvisionnement total en énergie primaire

La part des énergies renouvelables dans l'énergie est un indicateur des progrès accomplis dans la réduction des émissions mondiales de GES et des sources locales de pollution, des avancées du pays sur la voie du développement et de l'utilisation de manière durable des ressources disponibles, ainsi qu'un signe de l'amélioration de la durabilité dans l'ensemble de la chaîne de valeur de l'énergie.

Deux mesures sont envisageables. La part des énergies renouvelables dans la consommation finale totale d'énergie peut être une information utile, mais elle ne tient pas compte des pertes d'acheminement de l'ordre de 6 à 8% subies par le biais du réseau de transport et de distribution. La seconde option est un indicateur exprimant la part des énergies renouvelables dans l'approvisionnement total en énergie primaire, mais elle ne tient pas compte des pertes subies lors de la combustion de combustibles fossiles. Bien que les deux indicateurs aient chacun des avantages, il est important de comprendre les options et les implications de l'énergie primaire. Ces mesures doivent donc être interprétées avec prudence.

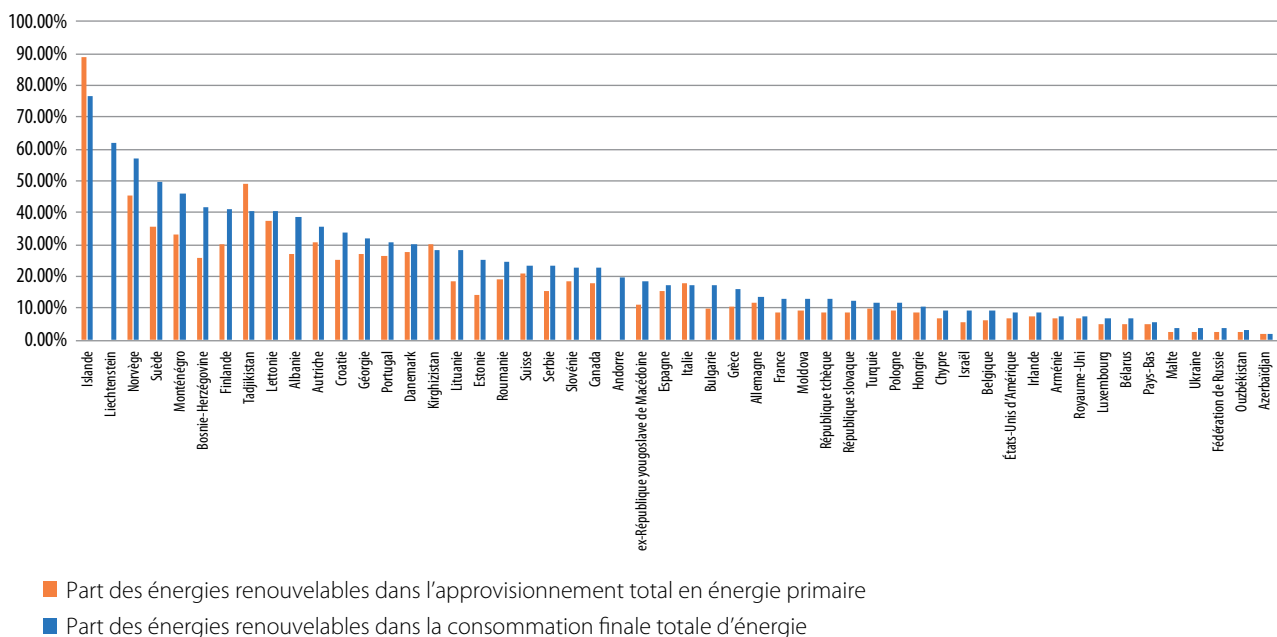
Pour l'ensemble de la région de la CEE, l'énergie renouvelable d'origine éolienne, solaire et géothermique ne représentait que 1,6% de l'approvisionnement total en énergie primaire en 2014.

FIGURE 2.11 Proportion d'énergie renouvelable traditionnelle et moderne des divers pays, selon la consommation finale totale d'énergie et les taux de variation



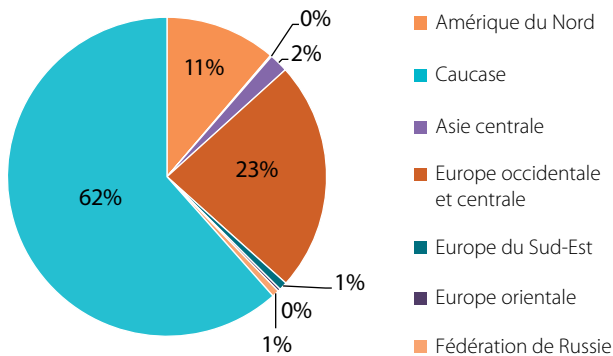
Sources : IEA et UN Statistics, citation dans World Bank et al. (2017a).

FIGURE 2.12 Part des énergies renouvelables dans la consommation finale totale d'énergie et l'approvisionnement total en énergie primaire dans les pays de la CEE (2014)



Sources : World Energy Balances, AIE ; UN Statistics.

**FIGURE 2.13** Extension des capacités en énergies renouvelables (2000-2015)

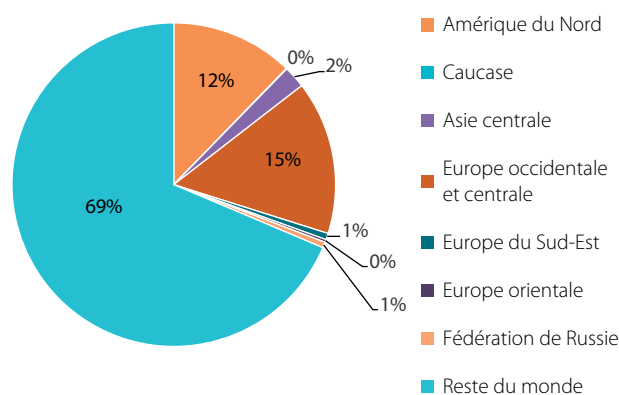


Sources : World Energy Balances, AIE ; World Bank et al. (2017).

En incluant l'hydroélectricité, les biocarburants et les déchets, les énergies renouvelables représentent 9% de l'approvisionnement en énergie primaire, alors qu'ils comptent pour 14% au niveau mondial<sup>42</sup>.

La figure 2.12 montre la part des énergies renouvelables dans l'approvisionnement total en énergie primaire et la consommation finale totale d'énergie pour chaque pays, en 2014. Les pays où la part des énergies renouvelables est forte (par exemple, l'Islande, la Norvège, la Suède et le Monténégro) « souffrent ». Il existe un écart évident en matière d'efficacité de transformation pour les énergies renouvelables. Cet effet de la transformation est moindre au Kirghizistan et en Suisse car le « rendement de conversion » de l'énergie hydroélectrique est de 100%.

**FIGURE 2.14** Extension des capacités de production d'énergies renouvelables (2013-2015)



Source : IRENA (2016).

**Indicateur supplémentaire : Extension des capacités de production d'énergies renouvelables**

Entre 2000 et 2015, la région de la CEE a vu sa capacité de production d'énergies renouvelables<sup>43</sup> passer de 434 gigawatts (GW) à 860 GW. Cette croissance a représenté 38% des extensions mondiales totales de la capacité installée d'énergies renouvelables, ce qui correspond à la part de la région dans la capacité mondiale. Les adjonctions autres qu'hydroélectriques représentaient 86% de la capacité totale de production d'énergies renouvelables, soit 372 GW, laissant entrevoir un passage progressif de l'hydroélectricité à l'investissement dans le photovoltaïque, l'éolien et la bioénergie. La part de l'hydroélectricité reste cependant élevée, avec 57% de la capacité totale installée d'énergies renouvelables<sup>44</sup>.

Au cours de la période 2000-2015, l'Europe occidentale et centrale était en tête de la croissance de la capacité de production d'énergies renouvelables, avec 23% des extensions, suivie par l'Amérique du Nord avec 11%. Les autres adjonctions se répartissaient entre l'Asie centrale (2%), l'Europe du Sud-Est (1%) et la Fédération de Russie (1%) (voir fig. 2.13). Ces derniers pays ne représentent qu'une infime partie de la population totale et de la base de PIB de la CEE. Idéalement, les progrès devraient être mesurés à l'aune de la capacité potentielle de production d'énergies renouvelables économiquement réalisable dans un pays ou une région.

Si l'on compare le premier graphique avec la période plus récente (2013-2015), les sous-régions de la CEE qui ont le plus contribué à l'augmentation de la capacité installée dans le secteur des énergies renouvelables sont à nouveau l'Europe occidentale et centrale (15%) et l'Amérique du Nord (12%) (voir fig. 2.14). L'augmentation des capacités nord-américaines est principalement le fait des États-Unis, qui sont passés de 192 GW en 2013 à 219 GW en 2014, ce qui en fait le pays au plus fort taux d'augmentation de la région de la CEE en 2015.

**Indicateur supplémentaire : Investissements dans les capacités de production d'énergies renouvelables**

Le suivi des investissements dans les capacités de production d'énergies renouvelables permet de mieux comprendre le succès de ces énergies. À l'échelle mondiale, les nouveaux investissements dans les énergies renouvelables (hors grands investissements hydroélectriques) ont chuté de 23% à 241,6 milliards de dollars, le chiffre le plus bas depuis 2013. En 2015, ce chiffre était de 258,9 milliards de dollars, soit une augmentation de 5% par rapport à 2014<sup>45</sup>. Dans le même temps, les capacités de production d'énergies renouvelables ont connu un record d'installations au cours des deux années, avec 134 GW en 2015 et 138,5 GW en 2016. Ces chiffres sont deux fois plus élevés que ceux des investissements dans la production d'électricité à partir de combustibles fossiles.

La diminution des investissements s'explique en partie par la baisse des coûts des capacités de production d'énergies



renouvelables, mais aussi par un ralentissement marqué des financements, principalement en Chine, au Japon et dans certains marchés émergents. Les États-Unis ont enregistré une réduction de 10% à 46,4 milliards de dollars, tandis que l'ensemble de l'Europe occidentale et centrale a connu une légère augmentation, malgré le Royaume-Uni avec 24 milliards de dollars et l'Allemagne avec 13,2 milliards de dollars, en baisse de 1% et 14% respectivement.

Le rapport de situation 2017 sur les énergies renouvelables pour la région de la CEE fournit en outre les données 2015 pour 17 pays du Caucase, d'Asie centrale, d'Europe orientale, de la Fédération de Russie et d'Europe du Sud-Est<sup>46</sup>. Les chiffres des investissements sont moins optimistes : le total des investissements dans les 17 pays est tombé à 400 millions de dollars en 2015, contre 700 millions de dollars en 2014. Les données pour 2016 laissent entrevoir une nouvelle réduction. Les pays de cette région ne représentaient que 0,2% du total des investissements mondiaux en 2015, contre 0,5% en 2014.

Seuls trois pays, le Kazakhstan (100 millions de dollars), la Fédération de Russie (200 millions de dollars) et l'Ukraine (100 millions de dollars), ont procédé à de nouveaux investissements dans les énergies renouvelables.

Divers donateurs internationaux et des banques de développement sont actifs dans le secteur des énergies renouvelables dans ces pays. Ils fournissent une assistance technique et financière sous forme de financement par l'emprunt et de subventions pour des projets liés aux énergies renouvelables dans la région. Toutefois, il existe un fossé manifeste entre le potentiel en termes de production d'énergies renouvelables et les investissements réalisés dans ces pays, d'où la nécessité d'une évaluation plus approfondie des obstacles et des moyens de les surmonter.

Des mesures complémentaires sont indispensables pour permettre à ces pays de bénéficier de la part mondiale prévue des énergies renouvelables, soit près des trois quarts de l'investissement total de 10,2 billions de dollars dans les nouvelles technologies de production d'électricité jusqu'en 2040<sup>47</sup>.

### 2.2.3. Accès à l'énergie

**Indicateur pour l'ODD 7 : Part de la population bénéficiant d'un accès physique à l'électricité**

L'énergie est essentielle au développement durable et à l'éradication de la pauvreté. Selon l'ONU, en 2015, environ 2,8 milliards de personnes ne disposaient pas d'un accès à des services énergétiques modernes et plus de 1,1 milliard n'avaient pas l'électricité<sup>48</sup>. Historiquement, des niveaux élevés d'industrialisation ont permis un accès physique à l'électricité dans tous les pays de la région de la CEE. Le taux d'électrification y était de 99% en 1990 et a atteint quasiment 100% en 2010.

En 2014, tous les pays ont annoncé des taux d'électrification supérieurs à 99,9%. Dans les zones rurales, l'accès quasi universel au niveau régional a été atteint en 2010. Tous les pays ont affiché un taux d'électrification rurale supérieur à 99,7% en 2014.

L'Amérique du Nord et l'Europe occidentale et centrale sont parvenues à l'accès universel en 1990. Le Caucase, l'Asie centrale, l'Europe de l'Est, la Fédération de Russie et l'Europe du Sud-Est ont collectivement atteint un accès à 100% entre 2007 et 2010. En 2014, 2 500 personnes au Kirghizistan et au Tadjikistan n'avaient pas encore accès à l'électricité.

**Indicateur supplémentaire : Abordabilité et fiabilité de l'accès à l'électricité**

Malgré un accès physique de 100% à l'électricité, de nombreux pays de la région de la CEE sont confrontés à des problèmes d'abordabilité (accessibilité financière), de qualité d'accès et de service. Bon nombre des infrastructures commencent à être vétustes, et d'importants travaux de renouvellement et de réaménagement sont nécessaires pour améliorer la fiabilité et la qualité de l'approvisionnement. On estime par exemple que plus de 60% des infrastructures énergétiques du Kirghizistan, du Tadjikistan et de l'Ouzbékistan ont plus de 60 ans<sup>49</sup> (voir les informations complémentaires au chapitre 2). L'approvisionnement en électricité dans le Caucase et en Asie centrale souffre de la maintenance et de l'âge des infrastructures, qui pèsent sur la fiabilité de l'approvisionnement. Au Tadjikistan, par exemple, 70% de la population sont fréquemment confrontés à des coupures de courant. En 2012, les pénuries d'électricité en hiver étaient estimées à 2 700 GWh, et devraient atteindre plus de 6 800 GWh d'ici à 2020 si aucune mesure n'est prise<sup>50</sup>.

Dans l'ensemble de la région de la CEE, cinq zones ont été signalées comme mal desservies par le réseau. Il s'agit de villages en Krajina et Bosnie orientale en Bosnie-Herzégovine ; 130 résidences en grande partie saisonnières dans des communes rurales de Géorgie ; 20 communes dans la région de Batken au Kirghizistan, où l'électricité était traditionnellement importée de l'étranger ; 1 500 communes éloignées d'Ouzbékistan et du Tadjikistan, où le réseau électrique couvre 96% du pays, mais où 10% de la population des régions montagneuses reculées n'ont pas accès à l'électricité. Ces exemples présentent des contraintes d'approvisionnement liées à l'éloignement, à l'occupation saisonnière ou à des conflits. Dans chaque cas, des efforts sont déployés pour régler les problèmes d'accès<sup>51</sup>.

L'indispensable mise à niveau des infrastructures vieillissantes représente à la fois un défi et une opportunité pour les pays concernés. La planification de nouvelles infrastructures énergétiques peut intégrer les aspects de durabilité dans le contexte des objectifs de développement durable et, en particulier, de l'ODD 7.

L'accessibilité financière est également un problème au sein de la CEE et pas seulement dans les pays orientaux de la région. L'Union européenne affiche certains des tarifs d'électricité pour le consommateur final les plus élevés (29,8 centimes d'euro par kWh au second semestre 2016)<sup>52</sup>, et il semble que les fournisseurs allemands aient coupé l'électricité à 130 000 ménages en 2015 en raison de factures d'impayées<sup>53</sup>. L'Espagne a enregistré plus de 7 000 décès liés à la pauvreté énergétique en 2014, et la Grande-Bretagne plus de 15 000 en 2015. Ces chiffres concernent principalement des personnes âgées qui ne chauffent ou ne refroidissent pas suffisamment leur logement<sup>54</sup>. L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) estime que 40 % des mortalités hivernales évitables sont causées par des conditions de vie inadéquates dans la région européenne<sup>55</sup>.

**Indicateur supplémentaire : Demande de chauffage, abordabilité du chauffage et qualité des services de chauffage**

De nombreux pays de la région sont proches de l'Arctique et les climats continentaux froids dans la plus grande partie de la région créent la plus forte demande de services de chauffage au monde. La région se caractérise par des bâtiments anciens, souvent mal isolés et dotés de vieux systèmes de chauffage central ou unitaire inefficaces. L'accessibilité financière et la qualité des services de chauffage constituent un défi particulier, la dépendance à l'égard d'anciennes infrastructures de chauffage à combustibles fossiles et la mauvaise isolation demeurant un problème important dans tous les pays.

L'abordabilité des services de chauffage est un problème de plus en plus aigu. Dans tous les pays, une partie au moins des ménages vit dans la pauvreté énergétique, les dépenses énergétiques représentant pour eux plus de 10 % du revenu. Par exemple, en Fédération de Russie, 29 % des ménages consacrent plus de 10 % de leur revenu à l'énergie, tandis que dans quatre autres pays, plus de 40 % des ménages consacrent plus de 10 % de leur revenu à l'énergie (Albanie 46 %, Moldova 52 %, Serbie 49 % et Tadjikistan 60 %)<sup>56</sup>.

La sécurité de l'exploitation continue de reposer sur des infrastructures vieilles de plusieurs décennies, qu'il s'agisse des réseaux électriques, des réseaux de chauffage urbain et du réseau de gaz naturel, avec un faible rendement et des pertes élevées.

Parmi les autres obstacles, on peut mentionner le manque de transparence et de confiance dans l'établissement des tarifs, la médiocrité du recouvrement des coûts et des systèmes de mesure, et l'abordabilité.

**Indicateur pour l'ODD 7 : Part de la population ayant accès aux combustibles de cuisson propres**

La région de la CEE a atteint un taux d'accès aux combustibles et technologies de cuisson propres de 98 % en 2014, contre

95 % en 2000. Avec 75,8 %, l'Europe du Sud-Est est la principale sous-région n'ayant pas atteint l'accès universel. L'Albanie a connu la croissance la plus rapide en Europe du Sud-Est et atteint 67,1 %, tandis que la Bosnie-Herzégovine a enregistré l'accès le plus faible, 39,8 %, et la croissance la plus lente en 2012-2014. En dehors de l'Europe du Sud-Est, seuls la Géorgie (55 %) dans le Caucase, le Kirghizistan (76 %) et le Tadjikistan (72 %) en Asie centrale n'ont pas atteint des taux d'accès supérieurs à 90 %.

En résumé, 23,4 millions de personnes, dont 12 millions en Europe du Sud-Est, 2 millions dans le Caucase, 8 millions en Asie centrale (à l'exclusion de la Turquie) et 1,4 million en Europe orientale (à l'exclusion d'Israël qui a un taux d'accès de 100 %) dépendaient encore des combustibles traditionnels pour la cuisine en 2014 dans la région de la CEE. Ils vivaient pour la plupart dans des régions éloignées et dépendaient du bois de chauffage ramassé localement. Il est généralement brûlé dans un poêle à bois à combustion contrôlée ou dans un appareil de chauffage combiné traditionnel à masse élevée et/ou un four de cuisson. Les poêles traditionnels offrent aux utilisateurs une chaleur fiable à partir de ressources locales à faible coût ou gratuites avec un rendement raisonnable<sup>57</sup> et constituent donc une option privilégiée dans les situations où l'accès aux sources d'énergies commerciales est peu pratique ou coûteux.

## 2.3. Au-delà de l'ODD 7 : L'énergie au service du développement durable

Comme noté ailleurs dans le présent rapport, l'énergie est le fil conducteur du Programme à l'horizon 2030. Il est essentiel de s'attaquer à l'intensité nette en carbone du système énergétique pour relever le défi climatique et, par conséquent, atteindre l'ODD 13. L'accès à l'énergie et son abordabilité sont directement connectés à la pauvreté, la faim, la santé, l'éducation, l'égalité des sexes, l'eau, le développement économique et l'emploi, l'infrastructure, les inégalités et les villes durables.

Pour atteindre les objectifs du Programme 2030, l'industrie devra s'engager pleinement dans la transformation de l'énergie. En conséquence, il est essentiel de suivre les progrès en matière d'énergie au service du développement durable et ce d'une manière qui reflète les interconnexions transversales entre les divers objectifs de développement durable.

### 2.3.1. Productivité énergétique

Le concept de productivité énergétique peut être appliqué en lieu et place de l'efficacité énergétique et de l'intensité énergétique. Il est le reflet d'un changement de paradigme consistant à passer de la réduction de l'énergie utilisée à

l'optimisation de l'utilisation de l'énergie, par exemple en produisant plus avec la même quantité d'énergie, voire moins.

La productivité énergétique exprime le volume de services ou de produits susceptibles d'être générés par unité d'énergie. Elle mesure la quantité de valeur ajoutée ou de PIB susceptible d'être produite avec une unité d'énergie. Elle peut être calculée au niveau macroéconomique, en divisant le PIB par l'approvisionnement total en énergie primaire, ou au niveau microéconomique, par exemple pour des secteurs, des entreprises ou des processus, etc. C'est donc l'inverse du concept d'intensité énergétique, une augmentation de valeur équivaut à une amélioration de la productivité. Néanmoins, en tant qu'indicateur, la productivité énergétique offre une série d'avantages par rapport à l'intensité énergétique.

Le concept de productivité énergétique est généralement perçu comme plus positif, alors que l'intensité énergétique a souvent une connotation négative évoquant une utilisation moindre d'énergie. Comme la plupart des gouvernements sont plus enclins à améliorer le bien-être social, la productivité économique et les impacts environnementaux du pays plutôt qu'à «économiser l'énergie», l'amélioration du PIB par unité de productivité énergétique du pays est une priorité pour un certain nombre de pays. Intuitivement, nous adoptons plus volontiers les concepts lorsqu'une amélioration mène à une augmentation de la valeur plutôt qu'à une diminution<sup>58</sup>.

Le concept de productivité énergétique est davantage aligné sur l'efficacité énergétique, les deux mesures divisant la production par les intrants, ce qui conduit à un emploi quasiment synonyme lorsqu'elles sont appliquées à l'échelle du secteur ou du processus<sup>59</sup>.

La productivité énergétique présente aussi un certain nombre d'avantages mathématiques. Alors que les pays dotés initialement d'une intensité énergétique élevée réalisent des gains importants en termes absolus et relatifs au fil du temps, le PIB augmente généralement plus vite que la consommation d'énergie. À l'inverse, les pays qui ne présentaient pas une image positive en termes d'amélioration de l'intensité énergétique réalisent en fait des gains de productivité énergétique plus importants en termes absolus.

Tout comme l'intensité énergétique, la productivité énergétique n'est pas un concept parfait car elle ne reflète pas les différences entre les pays, telles que leur structure économique, leur taille ou leur climat.

Il est nécessaire de toute urgence d'appliquer plus largement le concept de productivité énergétique, y compris dans les objectifs d'amélioration des entreprises, si nous voulons réaliser les objectifs de développement durable de l'ONU en matière d'amélioration du bien-être mondial et de l'environnement. Cela étant, l'efficacité énergétique en tant qu'indicateur conserve tout son intérêt, elle contribue notablement à la productivité énergétique en évaluant les

améliorations physiques réelles à apporter pour optimiser ou réduire la consommation d'énergie.

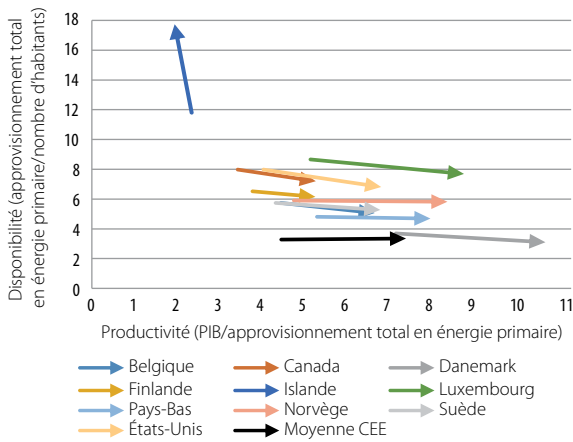
### Indicateur supplémentaire : Productivité énergétique du PIB par rapport à l'offre totale d'énergie primaire

La productivité énergétique peut fournir des informations utiles lorsqu'elle est comparée à la disponibilité énergétique mesurée en termes d'approvisionnement total en énergie primaire par habitant. Le fait de ramener la consommation d'énergie au niveau de l'individu permet d'établir des comparaisons entre pays malgré les différences démographiques. La consommation énergétique par habitant reflète la richesse d'un pays, la structure de l'économie et l'efficacité de l'utilisation de l'énergie. Toutefois, des pays à la structure similaire peuvent diverger en termes de consommation d'énergie par habitant en raison de différences de taille ou de climat. Le suivi de l'évolution de la productivité et de la disponibilité de l'énergie au fil du temps peut donner des indications utiles sur la consommation énergétique en fonction de la structure économique et des zones climatiques. Des pays similaires suivent au fil du temps des trajectoires similaires en termes de productivité et de consommation par habitant, qui indiquent à quelle vitesse ils pourraient progresser vers une productivité et une efficacité accrues.

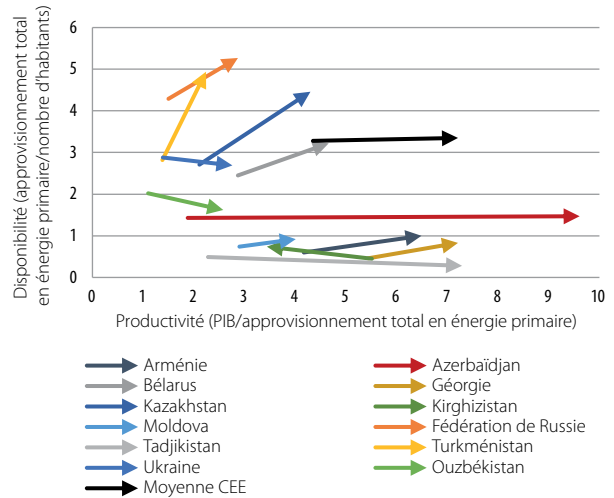
Entre 2001 et 2012, la plupart des États membres de la CEE ont amélioré leur productivité énergétique malgré les variations de la disponibilité de l'énergie (voir fig. 2.15a à d). Les pays à forte consommation par habitant ont tendance à réduire la demande énergétique tout en améliorant la productivité énergétique. De nombreux pays européens enregistrent une forte baisse de la consommation par habitant et une amélioration de la productivité au cours de cette période.

La plupart des pays des Balkans sont encore en train de développer leur disponibilité énergétique. Certains comme l'Azerbaïdjan ou le Tadjikistan ont enregistré des progrès notables en termes de productivité, mais leur intensité ou disponibilité énergétiques restent faibles. En revanche, d'autres pays tels que le Kazakhstan ou le Turkménistan, ont massivement augmenté la consommation par habitant mais n'ont enregistré qu'une amélioration modérée de la productivité.

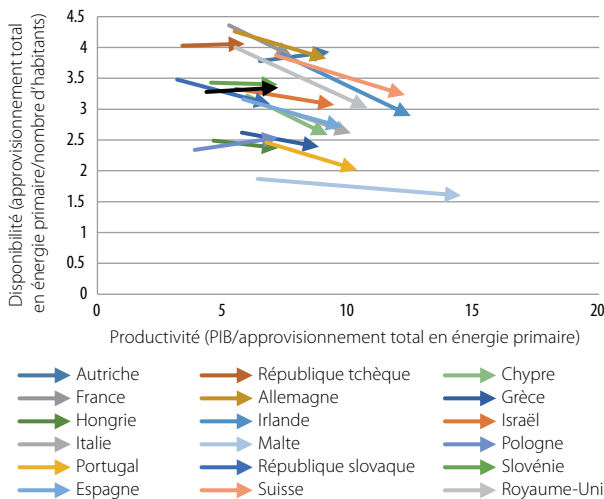
**FIGURE 2.15A** Tendances de la productivité de 2001 à 2012 en Amérique du Nord et en Europe du Nord-Ouest



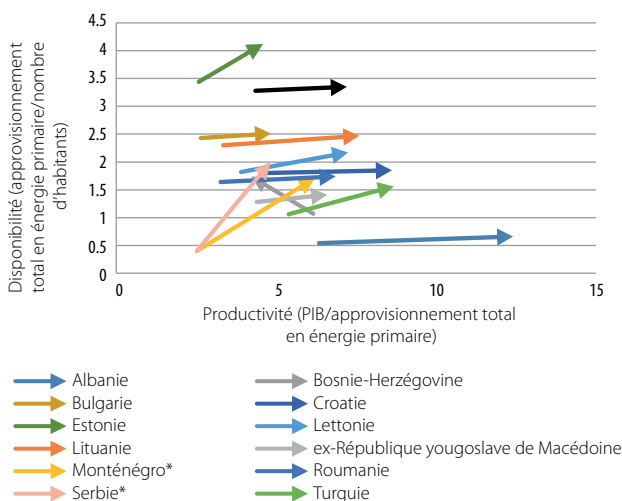
**FIGURE 2.15D** Tendances de la productivité de 2001 à 2012 dans le Caucase, en Asie centrale, en Europe de l'Est et en Fédération de Russie



**FIGURE 2.15B** Tendances de la productivité de 2001 à 2012 en Europe occidentale et centrale



**FIGURE 2.15C** Tendances de la productivité de 2001 à 2012 en Europe du Sud-Est



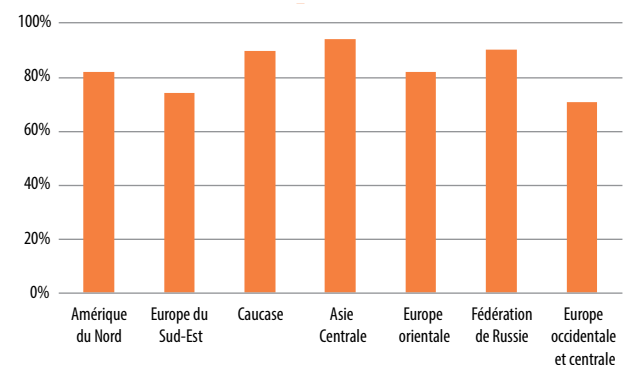
Note : En raison d'un manque de données, les pays suivants n'ont pas été inclus dans le calcul : Andorre, Liechtenstein, Monaco et Saint-Marin. Les données pour 2001 sont fournies pour la Serbie et le Monténégro en tant que pays unique.

Source : World Energy Balances, AIE.

### 2.3.2. Combustibles fossiles

Comme la part des combustibles fossiles dans l'approvisionnement total en énergie primaire est de 80% dans la région de la CEE et qu'elle restera probablement supérieure à 50% au cours de la période considérée, le passage à un système énergétique propre, abordable et à faible émission de carbone nécessitera des solutions pour l'utilisation des combustibles fossiles. Pour atteindre l'objectif d'un niveau zéro d'émission de GES d'ici la seconde moitié de ce siècle, il conviendra de réduire la dépendance historique de la région à l'égard des combustibles fossiles et de placer un accent fort sur le captage et le stockage du carbone.

**FIGURE 2.16** Part des combustibles fossiles dans l'approvisionnement total en énergie primaire des sous-régions de la CEE (2014)



Source : World Energy Balances, AIE.

Pour suivre les progrès dans la réalisation de cet objectif, la part des combustibles fossiles dans le système énergétique doit être l'un des indicateurs de mesure de l'avancée vers un avenir à faible émission de carbone. D'autres indicateurs pourraient intervenir, notamment l'efficacité des capacités de production d'électricité à partir de combustibles fossiles et les émissions de méthane (CH<sub>4</sub>) tout au long de la chaîne de valeur énergétique. Certaines données sont fournies ci-dessous.

**Indicateur supplémentaire : Part des combustibles fossiles dans l'approvisionnement total en énergie primaire**

En 2014, 80% de l'approvisionnement total en énergie primaire de la CEE provenaient de combustibles fossiles, alors que ce taux est de 81% à l'échelle mondiale. Le reste était composé de 10% d'énergie nucléaire et de 9% d'énergie renouvelable, y compris l'hydroélectricité, les biocarburants et les déchets, ainsi que la géothermie, le solaire et l'éolien. La figure 2.16 donne un aperçu de la part des combustibles fossiles dans chaque sous-région.

Les chiffres varient d'une sous-région de la CEE à l'autre, allant de 71% en Europe occidentale et centrale à 94% en Asie centrale. Pour une analyse plus détaillée du rôle joué par les combustibles fossiles dans la région de la CEE, voir la question 1 de la section 3.5.

**2.3.3. Engagements climatiques**

Les ODD 7 et 13 sont interconnectés par l'Accord de Paris sur les changements climatiques, qui vise à limiter le réchauffement de la planète à un niveau bien inférieur à 2 °C. Pour concrétiser ces objectifs, il faut bien comprendre que l'énergie a des effets sur le climat et qu'elle offre des opportunités pour le développement. Relever le défi des changements climatiques implique nécessairement une mutation fondamentale de la production, de la transformation, de l'acheminement et de l'utilisation de l'énergie.

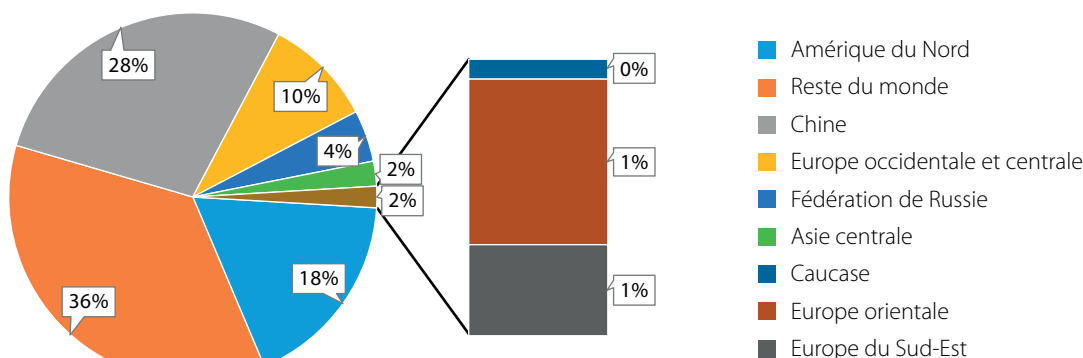
Selon le cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), les scénarios d'atténuation visant à limiter l'augmentation de la température mondiale en dessous de 2 °C au cours du XXI<sup>e</sup> siècle englobent des réductions substantielles des émissions anthropiques de GES d'ici le milieu du siècle. Ces réductions devront être réalisées à la fois par des changements à grande échelle dans les systèmes énergétiques et potentiellement dans l'utilisation des terres. Les scénarios d'atténuation se caractérisent par des améliorations plus rapides de l'efficacité énergétique et un triplement, voire un quadruplement de la part de l'offre énergétique n'émettant pas ou fort peu de carbone et provenant de sources renouvelables, du nucléaire et de l'énergie fossile ou de la bioénergie avec captage et stockage du dioxyde de carbone d'ici à 2050<sup>60</sup>.

Le rapport du GIEC confirme que l'énergie joue un rôle crucial dans la lutte contre les changements climatiques. Les émissions de CO<sub>2</sub> provenant de la combustion de combustibles fossiles et des procédés industriels ont représenté environ 78% de l'augmentation totale des émissions de GES entre 1970 et 2010<sup>61</sup>. Selon l'AIE, 80% des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> proviennent du secteur de l'énergie, alors qu'il contribue pour un tiers aux émissions mondiales de GES<sup>62</sup>. Les deux principaux gaz à effet de serre sont le CO<sub>2</sub>, provenant principalement de la combustion de combustibles fossiles, et le méthane tout au long de la chaîne de valeur énergétique. Trois indicateurs sont suggérés pour suivre les progrès vers un secteur énergétique à intensité carbone moindre : l'intensité en GES de l'approvisionnement total en énergie primaire, l'intensité en GES de la consommation finale totale d'énergie et l'intensité en GES de l'énergie par habitant. La région de la CEE ne dispose pas non plus de ces indicateurs pertinents.

**Indicateur supplémentaire : Émissions de CO<sub>2</sub> provenant de la combustion de carburants**

Au cours de la période 1990-2010, les émissions totales de CO<sub>2</sub> provenant de la combustion de combustibles fossiles ont

**FIGURE 2.17** Part des émissions de CO<sub>2</sub> provenant de la combustion des énergies fossiles à l'échelle mondiale et à l'échelle de la CEE (2014)



Source : World Energy Balances, AIE.

augmenté d'environ 45 % à l'échelle mondiale. En 2010, le CO<sub>2</sub> a contribué à 76% des émissions mondiales de GES (un tiers pour le secteur de l'énergie), le CH<sub>4</sub> (méthane) à environ 16%, le N<sub>2</sub>O à environ 6% et les gaz fluorés combinés à environ 2%<sup>63,64</sup>.

La région de la CEE a contribué à hauteur de 36% aux émissions mondiales de CO<sub>2</sub> provenant de la combustion de combustibles fossiles en 2014 (voir fig. 2.17)<sup>65</sup>, soit environ 11 gigatonnes de dioxyde de carbone (GtCO<sub>2</sub>) sur un total de 32 GtCO<sub>2</sub> émis à l'échelle mondiale. Alors que dans le monde, les émissions ont légèrement augmenté, de moins de 1% par rapport à 2013, les émissions de CO<sub>2</sub> dans la région de la CEE ont accusé une baisse en 2014 par rapport à l'année précédente. La part la plus importante revient à l'Amérique du Nord, avec 18%, l'Europe occidentale et centrale représentant 10%, la Fédération de Russie 5%, l'Asie centrale 2%, l'Europe orientale et l'Europe du Sud-Est 1% chacun, contre 28% pour la Chine.

Compte tenu des engagements souscrits dans le cadre de l'Accord de Paris sur les changements climatiques, il est impératif que les pays de la CEE s'attaquent aux émissions de GES générées par le secteur énergétique. La taille des pays varie considérablement, et si les émissions doivent être traitées à un niveau absolu, leur normalisation par des facteurs comme la population, la zone géographique ou l'activité économique donne un aperçu utile des perspectives et capacités de changement.

Par habitant, l'intensité en carbone de l'énergie produite à base de carburants fossiles<sup>66</sup> (en tCO<sub>2</sub>/habitant) varie considérablement dans les sous-régions de la CEE. Avec 9,1 tCO<sub>2</sub>/habitant en 2014, la moyenne de la CEE est deux fois plus élevée que la moyenne mondiale (4,5 tCO<sub>2</sub>/habitant). La figure

2.17 montre l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> par habitant pour les sous-régions de la CEE.

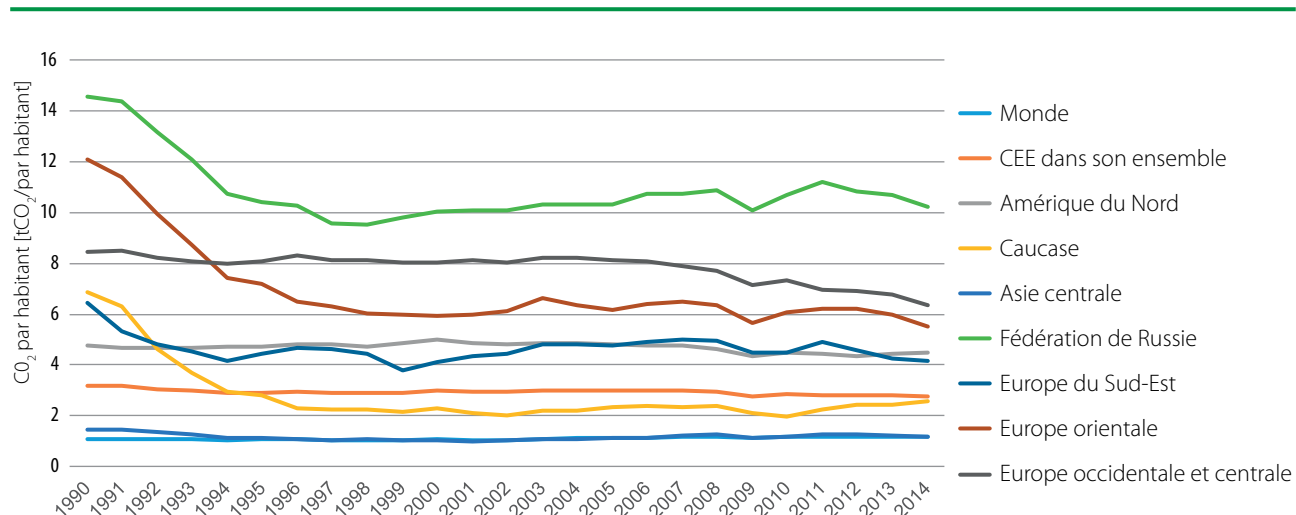
Depuis 1990, la plupart des sous-régions ont convergé vers la moyenne mondiale des émissions par habitant, en particulier les pays de l'ex-Union soviétique, du Caucase, de l'Asie centrale, de l'Europe orientale et la Fédération de Russie. L'Asie centrale a suivi de près la moyenne mondiale, tandis que l'Europe occidentale et l'Amérique du Nord ont progressé plus tard avec l'entrée en vigueur après 2000 de leurs politiques en faveur de l'efficacité énergétique, sur les énergies renouvelables et le climat. La figure 2.18 montre les importantes émissions de CO<sub>2</sub> par habitant auxquelles les pays de la CEE ont à remédier pour parvenir à une énergie durable.

En plus des données de l'AIE, l'Energy Information Administration (EIA) des États-Unis publie des données sur les émissions totales de CO<sub>2</sub> provenant de la consommation d'énergie<sup>67</sup>. La figure 2.19 donne un aperçu des émissions au sein de la CEE, les nuances les plus foncées représentant les émetteurs les plus importants.

**Indicateur supplémentaire : Intensité en carbone de la consommation d'énergie primaire et d'énergie finale**

L'intensité en carbone de l'énergie primaire est calculée en divisant toutes les émissions nettes de CO<sub>2</sub> provenant de la combustion de combustibles par l'approvisionnement total en énergie primaire (tCO<sub>2</sub>/TJ). L'intensité en carbone de la consommation finale d'énergie est calculée en divisant toutes les émissions nettes de CO<sub>2</sub> provenant de la combustion de combustible par la consommation finale totale d'énergie (tCO<sub>2</sub>/TJ).

**FIGURE 2.18 Émissions de CO<sub>2</sub> par habitant liées à la combustion de combustibles fossiles pour les sous-régions de la CEE (2014)**



Source : World Energy Balances, AIE.



FIGURE 2.19 Émissions totales de CO<sub>2</sub> générées par la consommation d'énergie (2014)



Source : United States Energy Information Administration.

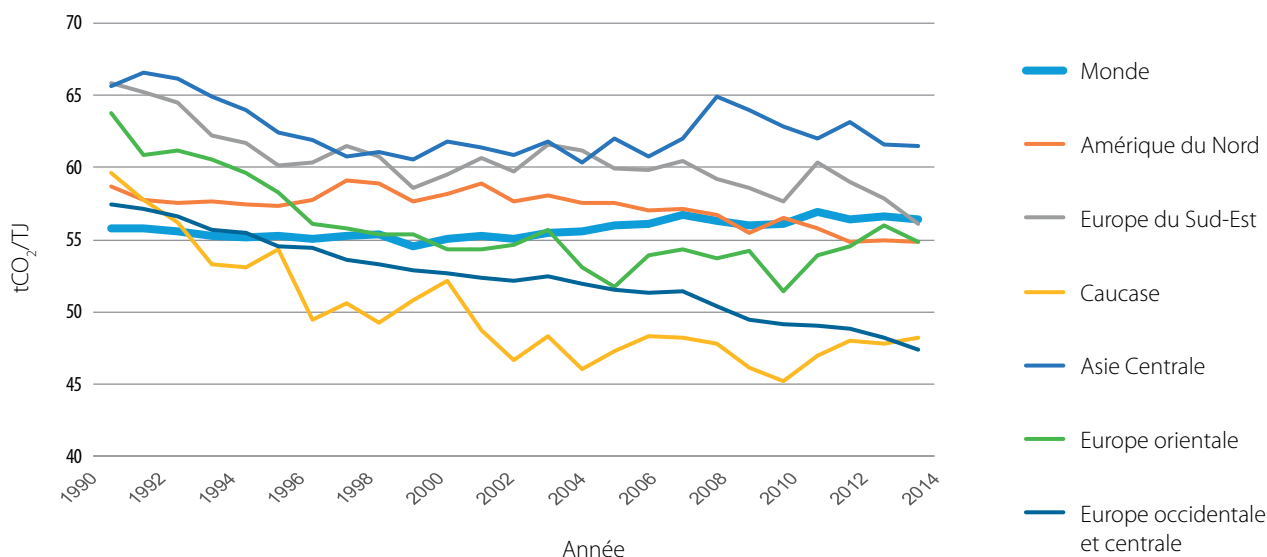
Selon les données de l'AIE, l'intensité en carbone globale de l'énergie primaire en 2014 s'est élevée à 56,6 tCO<sub>2</sub>/TJ, en moyenne pour toutes les sources d'énergie, y compris les énergies fossiles, nucléaires et renouvelables. La figure 2.20 montre l'évolution de cet indicateur pour les différentes sous-régions de la CEE, entre 1990 et 2014.

L'intensité en carbone des sources d'énergie primaire varie considérablement d'une région à l'autre. L'Asie centrale et l'Europe du Sud-Est affichent une tendance à la hausse jusqu'en 2012.

En Europe occidentale et centrale, l'intensité en carbone a baissé sans cesse. En 2014, la sous-région a fait état de 47 tCO<sub>2</sub>/TJ, bien en dessous du chiffre mondial de 56 tCO<sub>2</sub>/TJ.

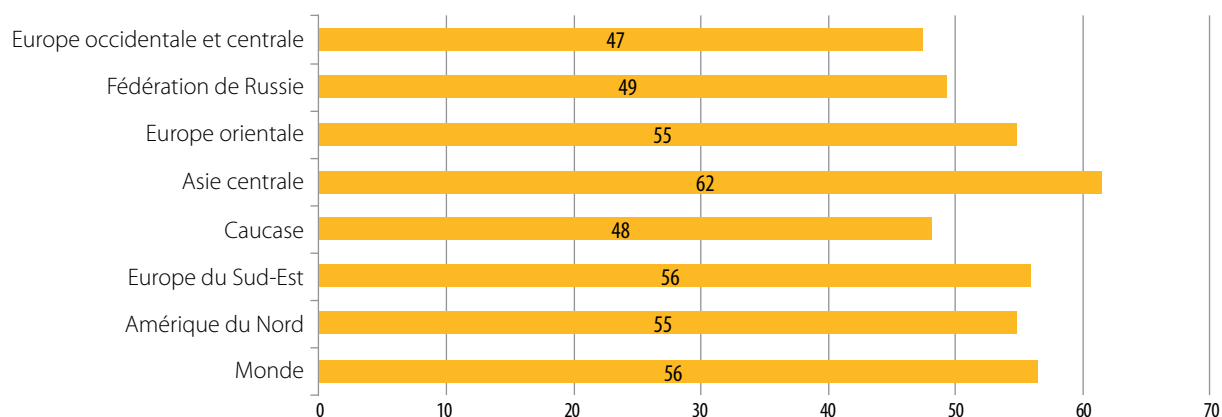
La figure 2.21 donne un aperçu détaillé des intensités d'émission de carbone de 2014 au niveau sous-régional. Malte, la Pologne, l'Estonie et le Kazakhstan affichent les chiffres nationaux les plus élevés pour l'approvisionnement total en énergie primaire dans la région, avec respectivement 72, 71, 70 et 70 tCO<sub>2</sub>/TJ.

FIGURE 2.20 Émissions de CO<sub>2</sub> provenant de la combustion de combustibles fossiles en fonction de l'approvisionnement total en énergie primaire dans la CEE (1990-2014, en tCO<sub>2</sub>/TJ)



Source : World Energy Balances, AIE.

**FIGURE 2.21** Émissions de CO<sub>2</sub> provenant de la combustion de carburants en fonction de l'approvisionnement total en énergie primaire pour les sous-régions de la CEE (2014, en tCO<sub>2</sub>/TJ)

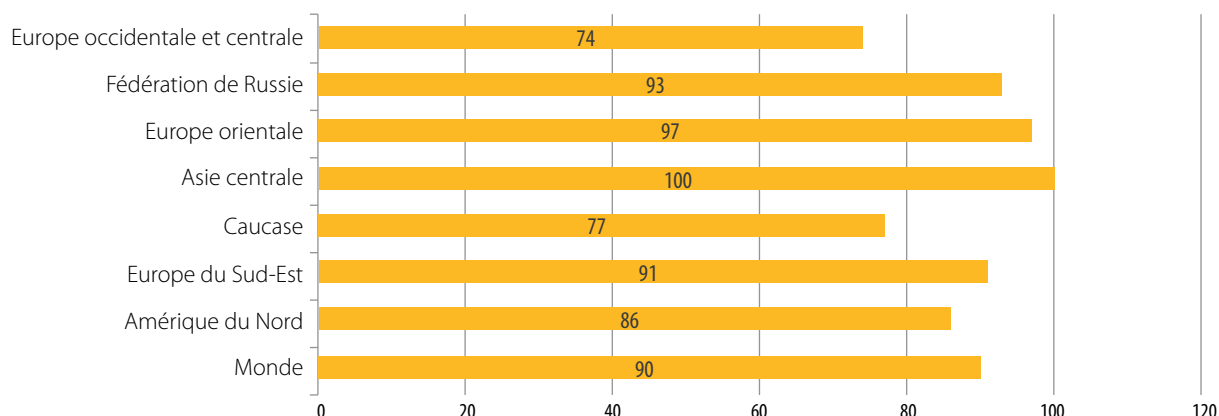


Source : World Energy Balances, AIE.

Les chiffres de 2014 pour la consommation finale totale d'énergie sont représentés à la figure 2.22 et les tendances de l'intensité carbone pour 1990-2014 à la figure 2.23. Seules les sous-régions du Caucase, d'Amérique du Nord et d'Europe

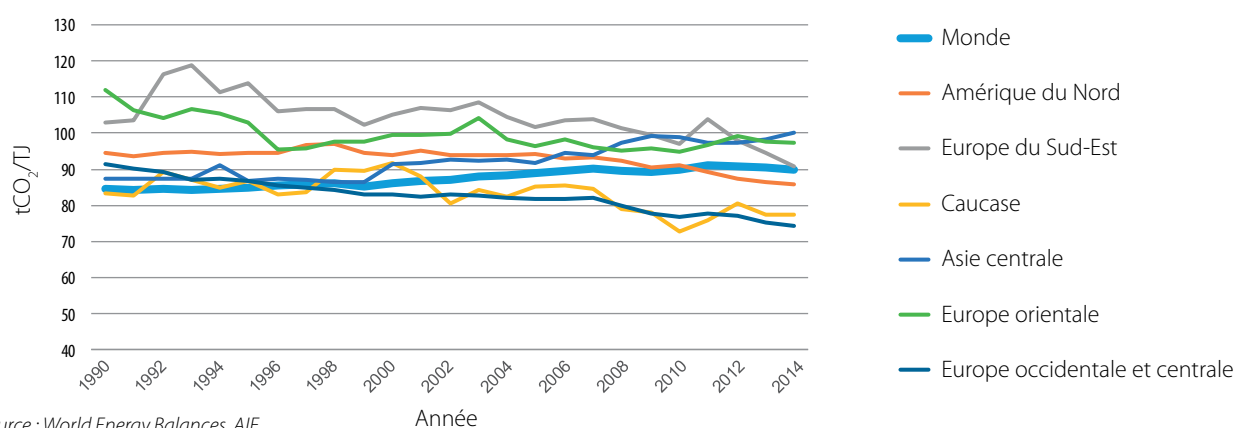
occidentale et centrale sont en dessous du chiffre mondial de 90 tCO<sub>2</sub>/TJ. L'Estonie et le Kazakhstan affichent les intensités nationales en carbone les plus élevées pour l'énergie finale, avec respectivement 150 et 149 CO<sub>2</sub>/TJ.

**FIGURE 2.22** Émissions de CO<sub>2</sub> provenant de la combustion de combustibles en fonction de la consommation finale totale d'énergie pour les sous-régions de la CEE (2014, en tCO<sub>2</sub>/TJ)



Source : World Energy Balances, AIE.

**FIGURE 2.23** Émissions de CO<sub>2</sub> provenant de la combustion de carburants en fonction de la consommation finale totale d'énergie pour les sous-régions de la CEE (1990-2014, en tCO<sub>2</sub>/TJ)



Source : World Energy Balances, AIE.

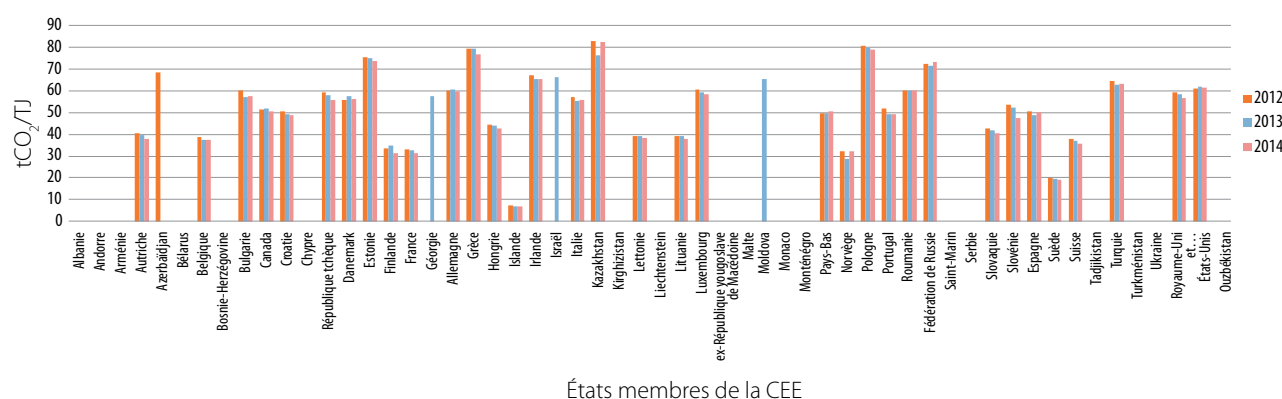


Indicateur supplémentaire : Intensité en gaz à effet de serre du secteur de l'énergie

En 2010, les émissions de CO<sub>2</sub> du secteur de l'énergie représentaient 76 % des émissions mondiales de GES. D'autres gaz à effet de serre tels que le CH<sub>4</sub>, le N<sub>2</sub>O et les gaz fluorés combinés représentaient environ 16 %, 6 % et 2 % des émissions mondiales, respectivement<sup>68</sup>. Pour calculer l'intensité des gaz à effet de serre du secteur de l'énergie, des sources de données supplémentaires<sup>69</sup> sont indispensables. Les émissions liées

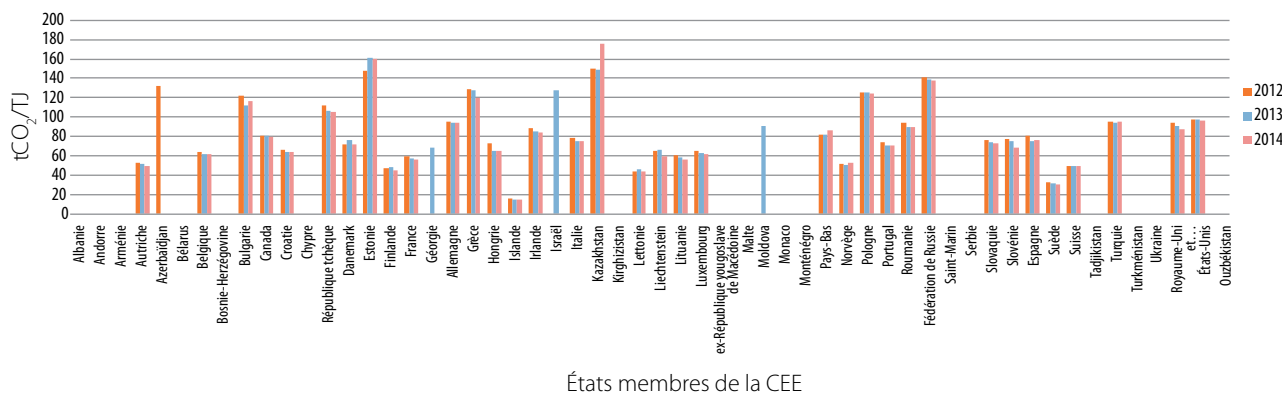
à l'énergie<sup>70</sup> sont publiées dans le cadre des processus de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques par le biais des inventaires nationaux officiels des émissions. La figure 2.24 présente les données sur les émissions de GES en fonction de l'approvisionnement total en énergie primaire, exprimées en tCO<sub>2</sub>/TJ, pour les pays dont les données étaient disponibles auprès de la CCNUCC. Étant donné que les dates de présentation des rapports varient considérablement, nous présentons la période 2012-2014, avec des résultats nationaux de différentes années.

FIGURE 2.24 Intensité des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur de l'énergie en fonction de l'approvisionnement total en énergie primaire dans les pays de la CEE (2012-2014, en tCO<sub>2</sub>/TJ)



Sources : UNFCCC (2017a) ; World Energy Balances, AIE.

FIGURE 2.25 Intensité des émissions de gaz à effet de serre dans la consommation finale totale d'énergie dans les pays de la CEE (2012-2014, in tCO<sub>2</sub>/TJ)

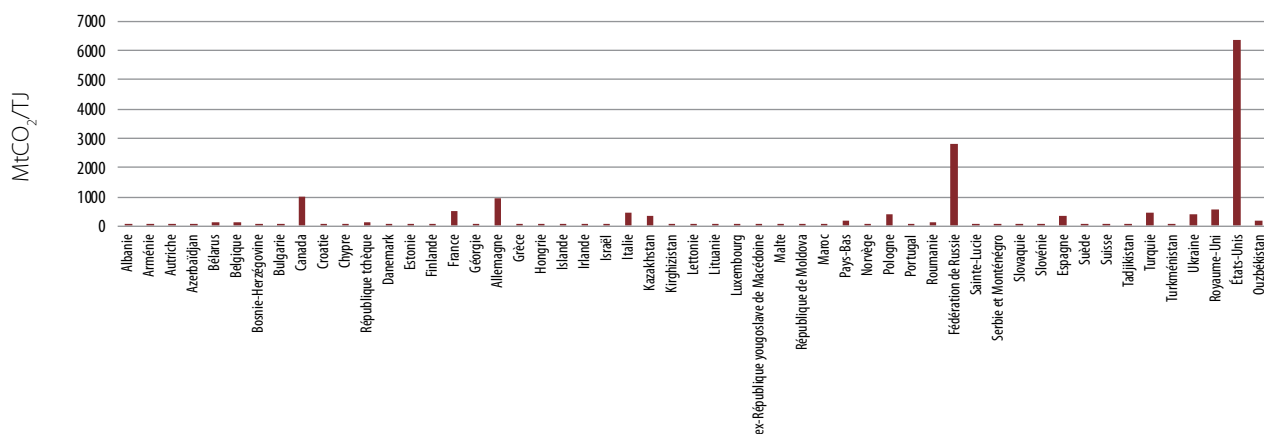


Sources : UNFCCC (2017a) ; World Energy Balances, AIE.

La figure 2.25 montre les émissions de GES en fonction de la consommation finale totale d'énergie. Les pays ayant une part importante de combustibles fossiles dans leur bouquet énergétique, par exemple la Fédération de Russie et la Pologne, affichent des intensités plus élevées que les pays disposant d'une part importante de solutions énergétiques à faible émission de carbone, telles que le nucléaire et les énergies renouvelables, comme la France et la Norvège. Par rapport à l'intensité carbone de l'approvisionnement total en énergie

primaire, l'intensité carbone de la consommation finale totale d'énergie reflète les rendements de conversion ainsi que les émissions de GES et le contenu énergétique provenant de la production d'énergie. À titre de comparaison, les émissions totales de GES par pays (et pas seulement du secteur de l'énergie) pour 2012 sont présentées ci-dessous dans la figure 2.26. D'après cette source de données, la région de la CEE a contribué à 32 %, soit 17 GtCO<sub>2</sub>eq des émissions mondiales totales de GES en 2012, contre 54 GtCO<sub>2</sub>eq au niveau mondial.

FIGURE 2.26 Total des émissions de gaz à effet de serre des pays de la CEE (2012, en Mt CO<sub>2</sub> eq)



Source : Centre commun de recherche (CCR) de la Commission européenne (2014).

# III. L'énergie durable au sein de la CEE : Questions choisies et études de cas par pays

Cette partie du rapport détaille les expériences de certains pays qui viennent à l'appui des données présentées dans la section 2. Comme indiqué au chapitre 1, l'objectif est de mettre en évidence les problèmes systémiques et de reconnaître que tous les éléments d'un système énergétique sont connectés, au même titre que les ODD sont interdépendants : les besoins des hommes stimulent la demande de services, qui à son tour dynamise la demande de technologies énergétiques et suscite des investissements dans l'offre et la demande de ressources.

## 3.1. Vue d'ensemble des questions examinées dans le présent rapport

Le système énergétique illustré à la figure 1.2 du chapitre 1 ci-dessus constitue la base d'une logique de système influençant les moteurs politiques destinés à renforcer la durabilité du système énergétique.

Le tableau 3.1 donne une vue d'ensemble des questions et des études de cas. Les sous-chapitres suivants analysent les enjeux, les potentialités et les perspectives de chaque élément du système énergétique.

## 3.2. Améliorer les services énergétiques requis

La nécessité d'améliorer le service aux consommateurs est un défi de taille. Malgré les niveaux élevés d'accès signalés par les indicateurs du Cadre mondial de suivi, pour de nombreux consommateurs la connexion à un réseau public de distribution n'a que peu de rapport avec les services effectivement obtenus par le biais de la connexion.

Comme indiqué au chapitre 2, une bonne part de l'infrastructure de la région de la CEE date du milieu du XX<sup>e</sup> siècle, elle est ancienne, peu fiable et connaît d'importants problèmes de qualité. Il reste des poches isolées composées de localités éloignées ne disposant que d'un accès limité au réseau électrique.

### 3.2.1. Questions sélectionnées et réponses des pays

Le niveau de qualité de service dont bénéficient les ménages et les entreprises est une combinaison de trois aspects de l'utilisation finale par le consommateur.

#### L'accès à l'énergie

Dans une perspective naïve, l'accès à l'énergie est matérialisé par les raccordements aux réseaux électrique, gazier ou thermique. Mais la capacité, la cohérence et la qualité ou fiabilité de l'approvisionnement peuvent varier considérablement, même si 100% des ménages et des entreprises sont connectés.

#### L'abordabilité de l'énergie

Dans tous les pays, les groupes socioéconomiques les moins favorisés connaissent des difficultés pour acheter l'énergie dont ils ont besoin. Généralement, les ménages et les entreprises moins bien nantis sont amenés à faire des compromis, sacrifiant par exemple la qualité et la quantité de nourriture, de vêtements ou de soins de santé tout en optimisant l'utilisation limitée de services et en maintenant un niveau sanitaire basique.

**Question 1 : Chauffage – Un service essentiel confronté à de graves problèmes de qualité et de durabilité**

Si les consommateurs ont besoin de diverses ressources énergétiques, le chauffage constitue dans la région de la CEE une ressource critique en raison du climat particulièrement froid.

Les pays de la région entourent l'Arctique et les climats continentaux froids de la majeure partie de celle-ci sont à l'origine de la demande de services de chauffage la plus forte au plan mondial dans presque tous les pays de la CEE, à l'exception de ceux qui bordent la Méditerranée et des États du sud des États-Unis (voir fig. 3.1).

Bien que les consommateurs et les décideurs puissent influencer sur un certain nombre de variables, les conditions météorologiques et climatiques échappent à leur contrôle.

TABLEAU 3.1 Questions et études de cas dans le présent rapport

Élément du système	Questions choisies	Réponses des pays	Page
Services énergétiques requis	<b>Question 1 :</b> Chauffage — Un service essentiel confronté à de graves problèmes de qualité et de durabilité	<b>Étude de cas n° 1 :</b> Le grand problème du chauffage dans la CEE <b>Étude de cas n° 2 :</b> Le chauffage urbain <b>Étude de cas n° 3 :</b> Mesures prises par l'Union européenne en matière de chauffage	31 32 33
	<b>Question 2 :</b> La qualité de l'approvisionnement reste un défi, malgré l'accès universel à l'électricité	<b>Étude de cas n° 4 :</b> Relation entre services inadéquats, consommateurs vulnérables et changements climatiques	33
	<b>Question 3 :</b> Abordabilité énergétique et accès universel	<b>Étude de cas n° 5 :</b> Programmes en faveur des énergies durables menés au plan local au Royaume-Uni	34
Efficacité énergétique au stade des utilisations finales	<b>Question 1 :</b> Pollution et gaspillage énergétiques provoqués par des systèmes de chauffage peu efficaces et une mauvaise isolation	<b>Étude de cas n° 6 :</b> Nuisances à l'échelon local et global dues à des chauffages à combustibles fossiles et des constructions de qualité médiocre en Pologne	36
	<b>Question 2 :</b> Absence de code de rendement énergétique des constructions et lenteur de l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments		
	<b>Question 3 :</b> Améliorer l'efficacité de l'utilisation finale des appareils et des équipements	<b>Étude de cas n° 7 :</b> Efficacité des appareils et équipements : la Directive 2009/125/CE de l'Union européenne, relative à l'écoconception <b>Étude de cas n° 8 :</b> Processus de transformation du marché de l'efficacité énergétique des appareils électroménagers en Turquie	39 40
	<b>Question 4 :</b> Améliorer la durabilité et la qualité de service de transports	<b>Étude de cas n° 9 :</b> Activités de l'Initiative mondiale pour les économies de carburant en Géorgie, en ex-République yougoslave de Macédoine et au Monténégro	41
	<b>Question 5 :</b> Améliorer la productivité industrielle grâce à l'efficacité énergétique	<b>Étude de cas n° 10 :</b> Accords industrie-pouvoirs publics en faveur de l'efficacité énergétique dans l'industrie — Exemples de la Finlande et des Pays-Bas <b>Étude de cas n° 11 :</b> La norme ISO 50001:2011 - Systèmes de management de l'énergie	42 43
Intégration de la production décentralisée	<b>Question 1 :</b> Intégration des énergies renouvelables variables : la nécessité d'une offre flexible et d'une meilleure conception du marché	<b>Étude de cas n° 12 :</b> Intégration des énergies renouvelables variables dans les réseaux de distribution d'électricité existants <b>Étude de cas n° 13 :</b> La responsabilité de la gestion de la variabilité croissante de l'offre	50 51
	<b>Question 2 :</b> Énergies renouvelables distribuées pour les communautés éloignées	<b>Étude de cas n° 14 :</b> Coopératives d'éoliennes au Danemark <b>Étude de cas n° 15 :</b> Énergies renouvelables distribuées : la forte quote-part d'énergies renouvelables traditionnelles de la Croatie	51 52
Durabilité du côté de l'offre dans la production et le transport	<b>Question 1 :</b> Une dépendance forte, non viable et persistante, à l'égard des combustibles fossiles		
	<b>Question 2 :</b> Progrès insuffisants de l'efficacité du secteur de l'approvisionnement dans la production énergétique à partir de combustibles fossiles		
	<b>Question 3 :</b> Élaboration de nouvelles politiques à l'appui de l'adoption des énergies renouvelables	<b>Étude de cas n° 16 :</b> Passage des tarifs de rachat garantis pour les énergies renouvelables à un système d'enchères ? Exemple de l'éolien offshore en Allemagne	58
	<b>Question 4 :</b> Concepts divergents de la sécurité énergétique : l'autosuffisance énergétique par opposition à l'interdépendance énergétique	<b>Étude de cas n° 17 :</b> Sécurité énergétique européenne : réduire la dépendance à l'égard des importations	58
	<b>Question 5 :</b> La difficulté d'un changement de paradigme de transition énergétique	<b>Étude de cas n° 18 :</b> Vers les énergies renouvelables via le gaz : la transition à partir des combustibles fossiles en Amérique du Nord <b>Étude de cas n° 19 :</b> Expériences de réforme du secteur de l'énergie en Fédération de Russie	61
Durabilité des ressources énergétiques	<b>Question 1 :</b> Engagements de réduction des émissions de gaz à effet de serre du secteur de l'énergie	<b>Étude de cas n° 20 :</b> Les contributions de l'Union européenne déterminées au niveau national	64
	<b>Question 2 :</b> Gestion des émissions de méthane provenant des industries d'extraction de combustibles fossiles	<b>Étude de cas n° 21 :</b> Récupération du méthane des filons de charbon : exemples polonais et ukrainien	66
	<b>Question 3 :</b> Les interactions entre l'énergie, l'eau et les terres	<b>Étude de cas n° 22 :</b> Évaluation des solutions aux interactions entre énergie, alimentation et eau dans le bassin de la rivière Drina	66

Les climats froids imposent une consommation énergétique plus forte pour assurer la santé et le bien-être des hommes. L'ampleur de la demande de chauffage peut être décrite en degrés-jours de chauffe – le nombre cumulé de degrés sur une année où les températures moyennes quotidiennes sont inférieures à 18°C, température reconnue en dessous de laquelle les bâtiments doivent être chauffés. Les pays de la région de la CEE sont confrontés à une demande de services de chauffage plus forte que dans toute autre région.

La dépendance historique des services de chauffage centralisés à l'égard des combustibles fossiles et la pénurie de capitaux d'investissement créent une dépendance implacable à l'égard des combustibles fossiles. Cette situation est souvent associée à des rendements médiocres et à une perception de la sécurité de chauffage basée sur les ressources énergétiques locales (typiquement fossiles). Les possibilités d'amélioration de l'adéquation des services de chauffage dans la région sont

considérables, y compris au niveau de leur efficacité et de leur abordabilité.

Les services de chauffage dans les bâtiments et l'industrie représentent plus de 40% de la consommation finale d'énergie dans la région de la CEE (voir l'étude de cas n° 1). En revanche, en Europe de l'Ouest, en Fédération de Russie et aux États-Unis, l'énergie nécessaire pour la cuisson représente moins de 4% du total des services de chauffage. En général, la cuisson des aliments est réalisée à l'aide de combustibles commerciaux (gaz et électricité). Cependant, dans certaines régions éloignées, les poêles à bois à combustion contrôlée continuent d'assurer les services de chauffage et de cuisson. Treize millions de personnes dans 17 pays dépendent encore des combustibles solides pour la cuisine. La Bosnie-Herzégovine et la Géorgie se distinguent, avec respectivement 42% et 54% d'accès aux combustibles non solides pour la cuisson<sup>72</sup>.

**FIGURE 3.1** Répartition des degrés-jours de chauffe



Source : KAPSARC (2016).

#### Étude de cas n° 1 : Le grand problème du chauffage dans la CEE

Dans la région de la CEE, la part moyenne de l'énergie finale consommée pour les services de chauffage s'élève à 40%, avec cependant des variations significatives autour de cette moyenne. L'Union européenne consacre 23 EJ (56%) de sa consommation finale totale d'énergie pour les services de chauffage, la Fédération de Russie 18,5 EJ (56%) et les États-Unis 22 EJ (35%)<sup>73</sup>.

L'Ouzbékistan se caractérise par une forte consommation d'énergie pour le chauffage des locaux. Les bâtiments résidentiels, commerciaux et publics représentent 65% de la consommation finale de gaz naturel, et la majeure partie de cette consommation est consacrée au chauffage des locaux. La consommation moyenne de chauffage spécifique des bâtiments résidentiels en Ouzbékistan est d'environ 290 kWh/m<sup>2</sup>. Ce chiffre est à comparer aux 95 kWh/m<sup>2</sup> des Pays-Bas, un pays qui dépend également du gaz naturel pour la consommation d'énergie primaire et finale, de chaudières à gaz individuelles pour le chauffage des locaux et qui connaît une saison hivernale légèrement plus froide et plus longue qu'en Ouzbékistan<sup>74</sup>.

En Fédération de Russie, 70% des besoins de chauffage de la population sont couverts par le chauffage urbain et local<sup>75</sup>. Le réseau est étendu mais très ancien et 60% des infrastructures nécessiteraient des réparations majeures ou un remplacement<sup>76</sup>. Les inefficacités qui en résultent se traduisent par de fréquentes interruptions de service pour certaines populations urbaines<sup>77</sup> et 29% des ménages consacrent plus de 10% de leur revenu à l'énergie<sup>78</sup>.

Les questions de qualité de vie sont au cœur de bon nombre de ces systèmes fondés sur des politiques collectivistes aujourd'hui abandonnées. Grâce à l'efficacité de l'énergie distribuée et aux options des énergies renouvelables, il est possible de repenser en profondeur les systèmes d'alimentation en chauffage et en électricité.

Quatre aspects clefs de l'accès au service de chauffage et de la qualité du service mobilisent l'attention.

**I. Les systèmes hérités :** De nombreux bâtiments et systèmes énergétiques en Europe orientale et Asie centrale datent de la reconstruction d'après guerre. La modernisation ou le remplacement des infrastructures pour améliorer la qualité de service dans les sous-régions de l'est est une tâche beaucoup plus vaste que la fourniture d'un accès aux autres zones mal desservies. Les deux sont prioritaires et nécessitent une base politique adéquate garantissant une allocation efficace des investissements pour améliorer la qualité de service et l'accès et engager une transition économique simultanée pour distribuer l'énergie renouvelable. L'abordabilité et l'accès à la qualité du service méritent un examen plus approfondi.

**II. L'adéquation des services :** L'adéquation des services de chauffage, leur efficacité et leur accessibilité financière restent problématiques dans la plupart des pays. Un large accès à l'énergie, mesuré à l'aune des raccordements aux systèmes énergétiques finaux, ne donne pas la mesure de la qualité du service. Les pays qui ont conscience de la pauvreté énergétique de leurs habitants (l'incapacité des ménages à maintenir des températures intérieures correctes sans impacter indûment leurs revenus) et souhaitent y remédier se heurtent à des

obstacles complexes : inefficacités chroniques, solvabilité et accès à des technologies modernes et efficaces.

**III. La dépendance à l'égard des combustibles fossiles :**

Alors que les générateurs et les moteurs indispensables pour la production de l'énergie et les flottes de transport requièrent des combustibles fossiles liquides ou gazeux, les services de chauffage restent très dépendants des combustibles fossiles. L'infrastructure institutionnelle et technologique a été conçue pour utiliser les combustibles fossiles historiquement disponibles, créant ainsi une dépendance figée. Les processus de transformation primaire dans la production d'électricité ainsi que la fourniture d'énergie sont également tributaires des combustibles fossiles, alors que leur efficacité est souvent médiocre. La transition n'est ni évidente ni facile, mais lorsque la modernisation des infrastructures est entreprise dans le cadre de stratégies énergétiques nationales solides, elle fait naître de vastes potentialités.

**IV. La sécurité énergétique :** La plupart des pays de la région se concentrent sur une sécurité énergétique fondée sur les ressources énergétiques locales (typiquement fossiles). Alors que beaucoup de pays de la CEE sont d'importants exportateurs de ressources énergétiques vers les marchés mondiaux, des comportements régionaux et culturels bien

### Étude de cas n° 2 : Le chauffage urbain

À l'échelle mondiale, 15,8 EJ ont été utilisés en 2010 (2,6% de l'approvisionnement total en énergie primaire au plan global) pour produire près de 14,3 EJ de chauffage urbain destinés à la vente, soit par cogénération (combinaison de chaleur et d'électricité, 44%) soit par des chaudières à chaleur seule (56%). Après un long déclin dans les années 1990, le chauffage urbain est revenu à une trajectoire croissante au cours de la dernière décennie, dépassant d'environ 21% le niveau de l'an 2000 (AIE, 2012a). Ce marché est dominé par la Fédération de Russie avec une part de 42% de la production mondiale de chaleur, suivie de l'Ukraine, des États-Unis, de l'Allemagne, du Kazakhstan et de la Pologne. Le gaz naturel domine dans le bilan énergétique de la production de chaleur (46%), suivi du charbon (40%), du pétrole (5%), des biocarburants et des déchets (5%), de la géothermie et des autres énergies renouvelables (2,4%) et d'une petite contribution du nucléaire.

Le développement de réseaux urbains intelligents de chauffage et de refroidissement, combiné au stockage de chaleur (saisonnier), permet davantage de flexibilité et de diversité (combinaison de la production éolienne et de la cogénération au Danemark) et offre des possibilités supplémentaires pour les technologies à faible émission de carbone (cogénération, utilisation de chaleur résiduelle, pompes à chaleur, chauffage et refroidissement solaires)<sup>79</sup>. De plus, l'électricité renouvelable excédentaire peut être convertie en chaleur et remplacer ce qui aurait autrement été produit par les combustibles fossiles<sup>80</sup>.

Selon les statistiques, le rendement global moyen de la production de chaleur par les chaudières de chauffage exclusivement est de 83%, alors qu'il est possible de l'améliorer à 90-95% en jouant sur le combustible utilisé. Environ 6,9% de la chaleur produite à l'échelle mondiale à titre commercial est perdue dans les réseaux de chauffage. Dans certains systèmes municipaux russes et ukrainiens, ces pertes s'élèvent à 20-25% en raison de la centralisation excessive de nombreux systèmes de chauffage urbain et de systèmes d'approvisionnement en chaleur vétustes et mal entretenus<sup>81</sup>.

La promotion des systèmes urbains de chauffage et de refroidissement devrait également tenir compte des développements technologiques futurs susceptibles d'influer sur le secteur (baisse de la demande de chauffage urbain, chaudières à haut rendement pour habitations individuelles, technologie des pompes à chaleur, moteurs à mouvement alternatif de cogénération ou piles à combustible, etc.), ce qui peut permettre de passer à des systèmes décentralisés plus efficaces<sup>82</sup>. Les systèmes urbains de chauffage et de refroidissement pourraient être plus efficaces sur le plan énergétique et économique si la densité de chaleur ou de charge à froid était plus élevée grâce au développement de la trigénération, à l'utilisation de la chaleur gaspillée par les collectivités ou les sites industriels, à des modèles similaires pour la chaleur (refroidissement) et les charges électriques et à une bonne conception et gestion des systèmes de contrôle des pertes de chaleur<sup>83</sup>.

ancrés restent figés dans une dépendance permanente à l'égard des ressources locales. Si la demande croissante d'énergie doit être satisfaite, elle sera probablement couverte par les ressources fossiles existantes, car les sources d'énergie renouvelables et les infrastructures adéquates ne sont pas encore suffisamment développées.

Une approche intégrée de l'efficacité énergétique dans les bâtiments pourrait ouvrir la voie à d'autres secteurs. Répondre aux besoins de chauffage et optimiser économiquement les investissements dans l'efficacité énergétique finale et les énergies renouvelables pourraient permettre le développement d'autres approches. Les cadres politiques de soutien nécessitent une perspective à long terme : intégrer les propriétaires immobiliers, le secteur de la construction et les bailleurs de fonds dans des rénovations importantes. Les services de chauffage demeurent un impératif pour la santé, la sécurité et la productivité dans la région. Les systèmes de chauffage urbain au gaz sont généralement l'apanage des grandes villes. Les agglomérations plus petites et les zones rurales dépendent davantage des combustibles solides pour les services de chauffage et la cuisine.

### L'occasion de repenser la viabilité du chauffage ?

La baisse des coûts des énergies renouvelables distribuées et des maisons mieux isolées et le coût élevé de la modernisation des systèmes vieillissants de chauffage urbain central favorisent

l'abandon des systèmes subventionnés et non durables sur le plan économique d'approvisionnement en chaleur. De nombreux systèmes de chauffage urbain fonctionnent dans le cadre d'un mandat municipal exigeant un raccordement. Ils ont été installés sans compteur et ont eu beaucoup de mal, du fait du contrôle économique central, à se moderniser au fur et à mesure de l'évolution des exigences sociétales. Voir plus d'informations dans l'étude de cas n° 2.

L'énergie renouvelable distribuée est maintenant en concurrence directe avec les combustibles fossiles et prend des parts de marché dans la construction de nouvelles usines. Utilisée en conjonction avec les techniques modernes de construction à faible consommation d'énergie, l'énergie renouvelable distribuée commence également à concurrencer les installations de chauffage urbain, en particulier les systèmes plus petits et plus anciens à la rentabilité opérationnelle souvent marginale.

La question est de savoir si les options d'énergie renouvelable distribuée offrent aux consommateurs et aux pouvoirs publics un coût du cycle de vie inférieur à celui du système de chauffage urbain existant, par exemple les coûts de remplacement des parties les moins rentables d'un système de chauffage urbain.

L'étude de cas n° 3 fournit des informations sur les mesures prises par l'Union européenne en matière de chauffage<sup>84</sup>.

### Étude de cas n° 3 : Mesures prises par l'Union européenne en matière de chauffage<sup>85</sup>

L'article 14 de la Directive 2012/27/UE relative à l'efficacité énergétique propose des directives détaillées sur : l'identification et la mise en œuvre de mesures adéquates pour des infrastructures urbaines de chauffage et de refroidissement efficaces, le développement de la cogénération à haut rendement, l'utilisation du chauffage et du refroidissement à partir de la chaleur résiduelle et des sources d'énergie renouvelables, lorsque les avantages dépassent les coûts. Il détaille les procédures à suivre par les exploitants d'installations de production d'électricité, d'installations industrielles ou d'installations urbaines de chaleur et de froid pour s'assurer qu'ils effectuent une analyse coûts-avantages au niveau de l'installation sur la cogénération à haut rendement et/ou l'utilisation de la chaleur résiduelle et/ou le raccordement à un réseau urbain de chauffage et de refroidissement lorsqu'ils envisagent de construire ou de rénover des installations d'une capacité supérieure à 20 MW de puissance thermique ou un nouveau réseau urbain de chauffage et de refroidissement.

### Question 2 : La qualité de l'approvisionnement reste un défi, malgré l'accès universel à l'électricité

Les taux d'électrification (rapport entre le nombre de branchements électriques et celui des ménages) dans l'ensemble de la région de la CEE sont de 100% depuis 2012. Seuls l'Arménie, l'Azerbaïdjan, la Bosnie-Herzégovine, le Kazakhstan, l'ex-République yougoslave de Macédoine, la Moldova et l'Ukraine affichaient des taux d'électrification inférieurs à 95% en 1990<sup>86</sup> et ils sont depuis lors parvenus

aux 100%. Les pays de la région de la CEE atteignent l'objectif d'accès à l'électricité au sens du raccordement aux réseaux, mais certains aspects de cet objectif méritent toutefois qu'on s'y attarde. Il y reste des « poches » de villages éloignés pour lesquelles l'accès à l'électricité reste problématique<sup>87</sup> :

- Les petits villages de Bosnie-Herzégovine font face à des coûts anormalement élevés pour remettre en état les systèmes de distribution d'électricité endommagés pendant le conflit des années 1990. Les autorités, avec l'appui du Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD), sont en train de mettre au



- point des projets de distribution d'énergie renouvelable pour ces collectivités.
- Un programme d'électrification rurale en Géorgie pour les années 2012-2016, soutenu par l'Agence des États-Unis pour le développement international (US AID), a procédé à l'électrification de 29 villages hors réseau.
- Le Gouvernement kirghize et la Banque islamique de développement sont en train de redévelopper l'approvisionnement électrique de 20 localités de la région des Balkans, notamment à partir du Tadjikistan.
- En Ouzbékistan, 1 500 localités (principalement dans la République du Karakalpakistan) ne sont pas approvisionnées en électricité commerciale. Les solutions envisagées englobent les systèmes solaires à l'échelle résidentielle et les mini-centrales hydroélectriques promues par le gouvernement.
- Au Tadjikistan, le réseau électrique couvre 96 % du pays, mais les localités éloignées ne sont toujours pas reliées au réseau. Les pannes d'électricité liées à la réduction des apports d'eau en hiver constituent un problème important affectant 70 % de la population.

### Étude de cas n° 4 : Relation entre services inadéquats, consommateurs vulnérables et changements climatiques

Des synergies entre les politiques visant à promouvoir le bien-être social, à atténuer la pauvreté énergétique et à lutter contre les changements climatiques sont possibles, mais non réalisées dans la pratique. Un certain nombre d'études mettent en garde contre le fait qu'à moins de mesures résolues en faveur de l'efficacité énergétique, la politique en matière de changements climatiques peut accroître le risque de pauvreté énergétique, notamment en raison du financement de programmes de réduction des émissions de carbone par le truchement d'une hausse des prix des services publics. Les experts ont souligné le caractère régressif de ce mode de financement de la transition énergétique, une augmentation des prix de l'énergie affectant davantage les pauvres que les habitants mieux lotis. En outre, les personnes défavorisées font face à une « double peine », puisqu'elles financent les subventions pour les énergies renouvelables par le biais de leur facture énergétique, mais ne peuvent bénéficier elles-mêmes de la production d'énergie renouvelable en raison des coûts d'investissement initiaux élevés. Une solution pourrait consister à améliorer l'efficacité énergétique de leurs maisons et appareils ménagers, mais il est clair que sans aide financière, ces améliorations ne sont généralement pas à leur portée.

Dans sa Résolution du 14 mars 2013 sur la feuille de route pour l'énergie à l'horizon 2050, un avenir avec de l'énergie, le Parlement européen a prévenu que l'adoption d'une stratégie de décarbonisation pourrait entraîner « une augmentation spectaculaire du phénomène de la précarité énergétique » dans certains États membres, et que cette situation devait être prise en compte dans ces pays. Le Parlement a ainsi demandé aux États membres de protéger les ménages contre toute hausse de la facture énergétique et a suggéré, comme un moyen de lutter contre la pauvreté énergétique, de combiner des mesures d'efficacité énergétique et des solutions basées sur des énergies renouvelables pour le chauffage et le refroidissement<sup>88</sup>.

### Question 3 : Abordabilité énergétique

La région de la CEE pose des problèmes particulièrement délicats s'agissant des services de chauffage. À titre exemple, en Fédération de Russie, 29 % des ménages consacrent plus de 10 % de leur revenu à l'énergie et dans quatre pays de la CEE, plus de 40 % des ménages consacrent plus de 10 % de leur revenu à l'énergie (Albanie 46 %, Moldova 52 %, Serbie 49 % et Tadjikistan 60 %)<sup>89</sup>.

En réalité, toutes ces questions se combinent, les personnes ayant des difficultés à acheter leur énergie rencontrant également des difficultés pour acquérir des appareils électroménagers efficaces susceptibles d'atténuer leur dépendance et de diminuer leurs coûts énergétiques.

### Un problème d'abordabilité des services de qualité

Six pays membres de la CEE font état d'intensités énergétiques globales inférieures à 0,06 EJ/habitant (ou 1,5 million de tonnes d'équivalent pétrole par habitant) : la Bosnie- Herzégovine, le Tadjikistan, le Turkménistan, l'Ouzbékistan, le Kirghizistan, le Monténégro et la Géorgie. Si ces pays parviennent à améliorer

leur efficacité énergétique et à accroître la production actuelle d'énergie renouvelable, de nouvelles perspectives de productivité et de développement pourraient s'ouvrir à eux grâce à l'amélioration de la qualité de leur accès à l'énergie. Ces pays justifient l'attention des initiatives en faveur d'un meilleur accès à l'énergie.

Il n'existe aucune étude exhaustive sur la pauvreté énergétique dans l'ensemble de la CEE, mais les données recueillies dans l'Union européenne et d'autres pays montrent à la fois l'universalité de cette pauvreté énergétique et la grande diversité des expériences. Dans tous les pays, une partie de la population a du mal à payer ses factures d'énergie ou à chauffer sa maison. En voici quelques exemples :

- L'organisation Building Performance Institute Europe estime que 54 millions de personnes n'ont pas les moyens de chauffer leur maison en hiver et qu'entre 50 et 125 millions de personnes vivent dans la pauvreté énergétique dans l'Union européenne<sup>90</sup>.
- La pauvreté énergétique est plus répandue en Europe centrale et orientale, où elle a augmenté de façon spectaculaire depuis la fin des subventions publiques



pour l'énergie et l'augmentation plus générale de la pauvreté dans les années 1990. Plus de 40 % des Bulgares n'ont pas été en mesure de chauffer leur logement en 2014, et 32,9% d'entre eux accusent un retard de paiement de leurs factures. Ces situations peuvent avoir des conséquences disproportionnées. Selon le projet européen Poverty and Energy Efficiency, les groupes les plus à risque sont les retraités et les chômeurs, les travailleurs pauvres, les assistés sociaux, les personnes âgées ou handicapées et les parents isolés<sup>91</sup>.

- Le site Web primé Cold@home explore sous forme de documentaire l'impact de la pauvreté énergétique sur la vie des personnes aux prises avec ce phénomène<sup>92</sup>.
- Une étude menée au Royaume-Uni a montré que si 87 % des ménages à faible revenu sont en mesure de payer leurs factures d'énergie, ils réduisent généralement les dépenses non essentielles, la nourriture et le chauffage. Parmi ceux qui s'imposent des limitations de chauffage, 65 % économisent aussi sur la nourriture, et 59 % de ceux qui se retrignent sur la nourriture économisent sur le chauffage<sup>93</sup> (voir aussi l'étude de cas n° 5).
- Une étude sur Vienne a montré que les moyens de faire face à cette situation problématique sont très divers et que les personnes concernées suivent des stratégies différentes lorsqu'il s'agit d'inventer des solutions pour faire face aux restrictions que les factures énergétiques élevées imposent aux ménages<sup>94</sup>.

L'impact sur les populations est réel et engendre des coûts inutiles de santé et de bien-être. La pauvreté énergétique a de nombreuses conséquences : surcroît de mortalité hivernale, problèmes respiratoires, augmentation du nombre d'hospitalisations, de l'incidence des maladies mentales, ainsi que des effets négatifs sur la vie sociale, les relations et l'éducation des enfants.

### L'efficacité énergétique est au cœur de la lutte contre la pauvreté énergétique

Un certain nombre d'options permettent d'atténuer la pauvreté énergétique : prestations sociales, tarifs progressifs pour l'énergie, politiques limitant les coupures, politiques d'information et de protection des consommateurs. Elles s'attaquent aux symptômes de la médiocrité des services, mais au plan social et économique certaines sont plus efficaces que d'autres. Certaines mesures peuvent produire des résultats positifs et d'autres faire naître des distorsions ou avantager un attribut de bien-être au détriment d'un autre. Seule l'amélioration de l'efficacité énergétique s'attaque au cœur du problème : l'inefficacité sous-jacente des prestations de services. Un document de la Commission européenne daté de l'année 2010 considère l'efficacité énergétique comme l'une des mesures à long terme les plus efficaces pour sortir les gens de la pauvreté énergétique.

### 3.2.2. Opportunités et perspectives

De plus en plus, les consommateurs trouvent des moyens de coopérer et de résoudre eux-mêmes les problèmes liés aux services énergétiques et à la viabilité de la situation des ménages. De nombreuses villes ont mis en place des coopératives locales œuvrant à la durabilité et à l'intempérisation des foyers et apportant des améliorations mesurables à la situation des ménages vulnérables malgré la limitation de leurs ressources. L'action locale relève souvent plus efficacement les défis que les autorités centrales, car elle permet de développer des solutions répondant aux besoins réels des habitants. Confier aux communautés le contrôle de l'énergie qu'elles utilisent peut améliorer la sécurité énergétique, lutter contre les changements climatiques, aider les citoyens à économiser sur leurs factures d'énergie, améliorer la résilience des populations et procurer des avantages sociaux et économiques. Cependant, les actions engagées par les pouvoirs publics centraux continueront d'être nécessaires pour améliorer les services énergétiques et lutter contre la pauvreté énergétique<sup>95</sup>.

#### Étude de cas n° 5 : Programmes en faveur des énergies durables menés au plan local au Royaume-Uni

La stratégie énergétique communautaire du Gouvernement britannique permet aux collectivités locales d'agir sur les problèmes d'accès à l'énergie et de pauvreté énergétique recensés et de développer des ressources énergétiques locales durables en : produisant de l'électricité ou de la chaleur ; réduisant la consommation d'énergie grâce à l'efficacité énergétique et à un changement de comportement ; gérant l'équilibre de l'offre et de la demande d'énergie ; procurant de l'énergie dans le cadre de processus d'achat collectif ou en changeant de fournisseur pour réduire les coûts (21 000 ménages ont changé de fournisseur d'énergie dans le cadre du programme Cheaper Energy Together, économisant ainsi en moyenne 131 £).

Au moins 5 000 groupes communautaires axés sur la promotion de l'efficacité énergétique ont déployé des activités dans l'ensemble du Royaume-Uni depuis 2008. Les projets énergétiques communautaires sont actuellement axés sur la production d'électricité renouvelable, la technologie la plus répandue étant le solaire photovoltaïque et l'éolien terrestre. Au moins 60 MW de la capacité de production d'électricité renouvelable appartenant aux collectivités locales sont actuellement en exploitation. Il s'agit d'une petite fraction de la capacité de production d'électricité renouvelable installée, mais ces équipements sont situés à proximité des communautés et disposent d'un important potentiel de croissance. Les organismes de réglementation du secteur de l'énergie, les autorités locales et les promoteurs de projets énergétiques sont tenus de travailler avec la population. Le Gouvernement est en train de mettre sur pied un service dédié à l'énergie communautaire qui sera responsable de la politique ministérielle en la matière et chargé de dynamiser la mise en œuvre de la stratégie<sup>96</sup>.

### Opportunité : Impacts sur la santé et le bien-être des mesures d'efficacité énergétique

Les principaux bienfaits pour la santé associés à l'amélioration de l'efficacité énergétique englobent une diminution des symptômes des maladies respiratoires et des taux de surmortalité hivernale dans les climats froids. De même, les décès dus à la déshydratation sont moindres à l'occasion des épisodes de températures extrêmes.

Outre les réductions potentielles de la demande d'énergie, une meilleure efficacité énergétique dans les bâtiments crée des conditions propices à l'amélioration de la santé et du bien-être des occupants. Les résultats positifs sur le plan de la santé sont toujours plus marqués au sein des groupes vulnérables, notamment les enfants, les personnes âgées et les personnes ayant des antécédents médicaux.

Des données récentes montrent que la précarité énergétique et la désagréable sensation chronique de froid ont des effets négatifs sur la santé mentale ; l'amélioration de l'efficacité énergétique peut améliorer le bien-être mental.

L'amélioration de la santé au niveau individuel génère des impacts sociaux indirects et réduit la pression sur les budgets de santé publique. La modélisation d'un scénario à haute efficacité énergétique a montré qu'une réduction de la pollution de l'air intérieur pourrait permettre une économie annuelle de 99 milliards de dollars pour le budget européen de la santé publique en 2020.

La superposition de mesures et de méthodes d'évaluation éprouvées dans les disciplines épidémiologiques avec des mesures financières peut générer des valeurs de marché pour les bénéfices de santé identifiés, permettant ainsi d'intégrer ces résultats dans de solides cadres d'évaluation des politiques.

Lorsque les impacts sanitaires quantifiés et le bien-être sont inclus dans les évaluations des programmes d'amélioration de l'efficacité énergétique, le rapport avantages-coûts peut atteindre 4:1, les avantages pour la santé représentant jusqu'à 75 % des bénéfices globaux.

L'ensemble des preuves liant l'amélioration de la santé et du bien-être aux mesures d'efficacité énergétique a incité plusieurs gouvernements à faire de la lutte contre la précarité énergétique un élément central de la politique dans ce domaine, optimisant souvent les investissements en ciblant les groupes vulnérables<sup>97</sup>.

La pauvreté énergétique est importante dans un certain nombre de pays de la CEE et mérite un examen plus approfondi. Tant que l'ampleur et l'impact sur le bien-être humain des trois aspects des services énergétiques ne seront pas quantifiés, la pauvreté énergétique restera un défi politique méconnu et diffus.

La modernisation ou le remplacement des infrastructures afin d'améliorer l'accès à l'énergie des sous-régions orientales de la CEE est une tâche plus vaste que la fourniture d'un accès aux zones restantes les plus reculées. Les deux sont des priorités et exigent une base analytique et politique sous-jacente garantissant une allocation efficace des investissements à l'amélioration de la qualité et de l'accès aux services, dégageant de multiples avantages sociaux et déclenchant une transition vers les énergies renouvelables.

Le rythme d'adoption de combustibles et de technologies propres pour la cuisine reste globalement lent. La poursuite des tendances actuelles signifierait que seuls six pays supplémentaires atteindraient l'accès universel d'ici à 2030<sup>98</sup> (l'Azerbaïdjan, la Lettonie et l'Ukraine d'ici à 2020, et l'Estonie, la Croatie et la Moldova d'ici à 2030). L'Albanie, la Bulgarie, le Kazakhstan, la Roumanie et l'Ouzbékistan devraient parvenir à l'accès à 100 % d'ici à 2040, et le Kirghizistan d'ici à 2050. Les six autres pays ne disposeraient pas de l'accès universel avant 2050. Encore une fois, il s'agit d'un domaine qui mérite d'être évalué afin de mieux comprendre les obstacles et les options de progrès.

Les normes de consommation ne sont pas statiques. Les changements technologiques stimulent des modifications dans la culture énergétique : les nouveaux appareils de

chauffage et les nouvelles technologies d'isolation modifient les perceptions et les normes acceptées en matière de chaleur et de confort, ce qui induit de nouvelles cultures matérielles (rideaux thermiques, meilleure isolation, nouveaux systèmes de chauffage, éclairage LED, réfrigérateurs plus performants) et pratiques (fermeture des volets, chauffage des chambres à coucher, suivi de la consommation d'électricité).

### 3.3. Efficacité énergétique au stade des utilisations finales

L'amélioration de l'efficacité énergétique a un impact clair sur les consommateurs : elle réduit les coûts énergétiques, améliore les performances des entreprises et permet d'assurer plus de services aux ménages. L'efficacité énergétique se traduit par de meilleurs systèmes de refroidissement et de chauffage, des appareils électroménagers plus efficaces et des véhicules à la pointe de la technologie. L'investissement dans l'efficacité énergétique est crucial pour faire face à la croissance future de la demande d'énergie et atténuer les changements climatiques. Il améliore la productivité et conduit à une diminution des polluants locaux et des émissions de gaz à effet de serre.

Les améliorations de l'efficacité énergétique permettent de réduire la demande d'énergie par habitant et d'accroître l'utilité pour les consommateurs (meilleur éclairage, maisons mieux chauffées, productivité accrue, réductions des budgets publics et des coûts du côté de l'offre). Cet aspect est important et souvent sous-évalué au moment de l'élaboration des politiques et de la prise des décisions d'investissement,

mais il produit toute une série de résultats micro et macro-économiques<sup>99</sup>. Les bénéfices multiples tirés d'une meilleure efficacité énergétique peuvent être bien plus importants que la seule baisse de la demande d'énergie et représentent la valeur ajoutée résultant de l'augmentation de la productivité énergétique.

Un problème clef pour les décideurs politiques est de bien comprendre l'éventail complet des bénéfices au moment de mettre au point des options d'investissement et de concevoir des politiques d'atténuation des changements climatiques<sup>100</sup>. À titre d'exemple, l'expression « effet de rebond énergétique » décrit un phénomène par lequel l'amélioration de l'efficacité énergétique conduit à une utilisation accrue des services énergétiques fournis annihilant les économies d'énergie potentielles liées aux mesures d'efficacité énergétique<sup>101</sup>. Ces effets de rebond énergétique sont susceptibles de limiter la contribution des améliorations d'efficacité énergétique à l'atténuation des changements climatiques. Ils pourraient modifier la priorité relative des différentes politiques de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>. Les rebonds d'efficacité peuvent atteindre 60%, avec un effet probablement beaucoup plus marqué dans les pays en développement que dans les pays riches<sup>102</sup>.

### 3.3.1. Questions sélectionnées et réponses des pays

La combinaison de la croissance économique et d'une demande énergétique figée dans la région de la CEE a réduit l'intensité énergétique moyenne de 8,0 MJ/dollar en 1990 à 5,1 MJ/dollar en 2014. L'intensité énergétique est à ne pas confondre avec l'efficacité énergétique. Cette dernière décrit un concept par lequel le même service nécessite moins d'énergie, alors que l'intensité énergétique correspond, pour un pays, au ratio de son approvisionnement total en énergie primaire par rapport à son PIB. L'efficacité énergétique est un facteur contribuant à l'intensité énergétique, mais le concept comporte de nombreux autres éléments, notamment la structure de l'économie (par exemple, si elle est composée d'industries grandes consommatrices d'énergie), la taille du pays (demande du secteur des transports), son climat (demande de chauffage et de refroidissement) et le taux de change<sup>103</sup>. L'évolution des niveaux d'activité (nombre de logements, population, PIB, etc.) et de la structure (taille des logements, diversité des activités industrielles, etc.), ainsi que celle du bouquet énergétique, compliquent une mesure claire de l'efficacité énergétique et doivent être isolées par le biais de techniques de décomposition. Ainsi, bien que l'intensité énergétique soit utilisée comme indicateur principal de l'efficacité énergétique, elle n'en est qu'une approximation sujette à d'importants facteurs externes.

La réduction de l'intensité énergétique a entraîné de fortes diminutions de la consommation d'énergie. Les améliorations de l'intensité énergétique régionale de la CEE depuis 1991 ont réduit la demande d'énergie en 2014 de 131EJ par rapport à ce qui aurait été nécessaire si l'intensité énergétique avait

été maintenue aux niveaux de 1990. Il existe encore de larges marges de manœuvre pour poursuivre cette tendance.

L'intensité énergétique s'améliore, mais à un rythme insuffisant. Le taux composé de croissance annuelle (TCCA) moyen de l'intensité énergétique dans la région de la CEE était de -1,9% pour la période 1990-2014, alors que l'objectif est un taux de -2,6% pour la période 2010-2030. Bien que la région de la CEE ait collectivement réduit l'intensité énergétique dans les secteurs de l'industrie, des transports et des services, le rythme d'amélioration a ralenti depuis 1990 et est inégal, certains pays progressant plus lentement que d'autres, malgré l'intérêt de l'efficacité énergétique sur le plan économique.

#### Facteurs d'amélioration de l'efficacité énergétique

*Les principaux facteurs incitant à l'amélioration de l'efficacité énergétique sont des prix reflétant les coûts et des politiques cohérentes et durables en faveur de l'efficacité énergétique. Les deux sont censés conduire à des améliorations persistantes de l'intensité énergétique. Ils conditionnent l'efficacité de l'utilisation finale et les investissements dans l'efficacité des services publics, notamment en Amérique du Nord. Les politiques en faveur de l'efficacité énergétique en vigueur de longue date, comme les normes minimales de performance énergétique, les normes d'efficacité moyenne des parcs de véhicules d'entreprises et les codes du bâtiment, opèrent dans un contexte concurrentiel pour améliorer la productivité, éliminer les productions inefficaces et favoriser les innovations en matière d'efficacité énergétique, telles que les véhicules électriques et les systèmes informatiques de pointe.*

*Pour parvenir à des améliorations de l'efficacité énergétique en termes absolus, il faut des prix et des politiques qui redéfinissent le système énergétique pour en faire un système interconnecté reflétant les coûts, et non dominé par l'offre. L'approche fondée sur une demande axée essentiellement sur l'efficacité énergétique au niveau de la consommation finale minimise la demande pesant sur les systèmes en amont et les coûts de la transition des combustibles fossiles vers les énergies renouvelables, améliore la contribution des investissements dans ces énergies renouvelables et optimise les résultats socioéconomiques et environnementaux.*

**Question 1 : Pollution et gaspillage énergétiques provoqués par des systèmes de chauffage peu efficaces et une mauvaise isolation**

Du fait de la forte demande de chauffage et de la dépendance marquée à l'égard des combustibles fossiles, les pollutions locale et mondiale sont des problèmes majeurs dans certains pays où la dépendance au charbon, la piètre efficacité des systèmes de chauffage et la mauvaise isolation des bâtiments

engendrent des problèmes anormaux de qualité de l'air (voir l'étude de cas n° 6, ci-dessous). Le choix est difficile : fournir du chauffage pour la sécurité et le confort humains avec des niveaux dangereux de pollution de l'air, ou endurer un manque de chauffage.

La mise en œuvre du changement exige un effort coordonné en matière d'isolation, d'efficacité des appareils de chauffage et de contrôle des émissions, ainsi que l'accès à des combustibles de remplacement non polluants. L'industrie et les transports offrent d'importantes possibilités d'amélioration du bien-être, de la performance économique et de la qualité de l'air. Mais pour ce faire, les autorités centrales doivent engager des actions en faveur de l'amélioration des appareils de chauffage, de l'isolation des bâtiments, de l'efficacité énergétique dans l'industrie et d'options de transport plus propres et plus efficaces. L'étude de cas ci-dessous illustre les dommages causés par un chauffage de mauvaise qualité à base de combustibles fossiles.

**Étude de cas n° 6 : Nuisances à l'échelon local et global dues à des chauffages à combustibles fossiles et des constructions de qualité médiocre en Pologne**

Les systèmes de chauffage à combustibles propres et à bois qui prédominent dans la plupart des pays de la région de la CEE permettent de fournir de la chaleur à des niveaux de pollution relativement faibles. Cependant, lorsque les services de chauffage reposent sur le charbon, les émissions locales et mondiales constituent un problème d'envergure. Il est difficile de brûler un combustible complexe comme le charbon à un faible niveau d'émission de particules. Quelque 400 villes en Europe dépassent les normes quotidiennes pour les niveaux de particules d'un diamètre inférieur ou égal à 10 microns (PM10) (concentration de 50 mg/m<sup>3</sup> sur 24 heures), 6 des 10 villes les plus polluées étant situées en Pologne et les 4 autres en Bulgarie.

En Pologne, 70% des maisons individuelles sont chauffées au charbon, dont 60% avec des appareils de chauffage à commande manuelle. Malgré le contrôle de l'Union européenne et les amendes infligées pour dépassement des normes fixées, le problème persiste. Il n'existe aucune norme européenne pour les chauffages au charbon. Chaque année, 140 000 nouvelles chaudières au charbon sont installées et viennent s'ajouter à un parc de 3 millions de chaudières à charbon non contrôlées. Le problème est exacerbé par les 3,6 millions de logements en Pologne (70%) peu ou pas isolés, et par les 1,37 million seulement de logements dotés d'une isolation moyenne ou supérieure. Les études de marché révèlent que 51% des ménages seraient prêts à accepter des subventions et des prêts pour l'amélioration de l'efficacité énergétique<sup>104</sup>.

**Question 2 : Absence de code de rendement énergétique des constructions et lenteur de l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments**

Entre 1990 et 2014, l'intensité énergétique résidentielle est passée de 25 à 26 MJ/habitant dans l'ensemble de la région de la CEE et de 36 à 37 MJ/habitant en Amérique du Nord. Elle a augmenté de 15 à 16 MJ/habitant en Europe du Sud-Est, et de 19 à 21 MJ/habitant dans le Caucase, en Asie centrale, en Europe orientale et en Fédération de Russie. La sous-région de l'Europe occidentale et centrale est la seule à avoir enregistré une amélioration de l'intensité énergétique résidentielle, avec une baisse de 25 à 22 MJ/habitant.

La consommation d'énergie dans les bâtiments commerciaux du secteur des services est fonction des activités qui y sont menées. Dans le secteur des services, entre 1990 et 2014, l'intensité énergétique dans l'ensemble de la région de la CEE s'est améliorée, passant de 0,9 à 0,7 MJ/dollar. Elle est passée de 1,1 à 0,86 MJ/dollar en Amérique du Nord et de 0,7 à 0,59 MJ/dollar en Europe occidentale et centrale. Elle a baissé de 1,1 à 0,9 MJ/dollar dans le Caucase, en Asie centrale, en Europe orientale et en Fédération de Russie, alors qu'elle a augmenté de 0,1 à 0,57 MJ/dollar en Europe du Sud-Est.

La plupart des pays de la CEE mènent des programmes de réglementation de l'efficacité énergétique des bâtiments (voir le tableau 3.2). Bien qu'un aperçu ne puisse rendre compte de la pertinence, de la conformité ou de l'efficacité des codes, il peut mettre en évidence les différentes réponses en fonction des diverses conditions climatiques, les exigences réglementaires en place (sous la forme de codes du bâtiment, par exemple) et le rôle que jouent la labellisation, les tests de performance et les incitations dans les pays où les politiques sont arrivées à maturité. En outre, l'existence d'une réglementation n'implique pas nécessairement qu'elle soit mise en œuvre, et rares sont les pays disposant d'une gestion efficace du respect de la réglementation.

Les chaînes d'approvisionnement pour des bâtiments plus éconergétiques et les structures nécessaires pour assurer le respect de la réglementation font souvent défaut. Des normes en faveur de l'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment ont été introduites dans de nombreux pays dans les années 1990, mais elles sont insuffisamment appliquées ou ne sont efficaces que pour les grands appartements ou les bâtiments commerciaux. Dans beaucoup de pays, la mauvaise gestion des caractéristiques d'efficacité énergétique durant la phase de conception architecturale et la mise en œuvre incohérente pendant la construction rendent les réglementations en grande partie inefficaces en elles-mêmes.

Le renforcement des capacités est crucial pour développer les aptitudes à gérer le respect de la réglementation. Il est indispensable de savoir mener des contrôles de conformité et d'y consacrer les ressources nécessaires au niveau de l'organisme de réglementation.

**TABLEAU 3.2** *Résumé de la consommation finale d'énergie des bâtiments, des codes du bâtiment et des politiques connexes dans la région de la CEE*

Pays	Projets d'immeubles résidentiels en 2010	Politiques de réglementation du secteur résidentiel	Projets d'immeubles commerciaux en 2010	Politiques de réglementation du secteur commercial
<b>Allemagne</b>	2600	Certificats de performance énergétique EnEV 2012, Habitat passif. Vaste programme de constructions à consommation d'énergie zéro avec subventions de la banque KfW en faveur de l'efficacité énergétique.	1344	EnEV 2012, vaste programme de subventions de la banque KfW en faveur de l'efficacité énergétique
<b>Autriche</b>	289	Institut autrichien d'ingénierie civile (OIB) Lignes directrices 2011 de l'OIB. Mesures incitatives en faveur de l'habitat passif, constructions à consommation d'énergie zéro et haute performance, rénovations. 66kWh/m <sup>2</sup> /an	118	Institut autrichien d'ingénierie civile (OIB) Lignes directrices 2011 de l'OIB
<b>Belgique</b>	375	Réglementation sur la performance énergétique des bâtiments : EPB Flanders 2012, PEB Bruxelles, PEB Wallonie. Certificats énergétiques, subventions pour la rénovation 2007, mesures d'incitation fiscale 2009	211	EPB Flanders 2012
<b>Canada</b>	1297	Code national du bâtiment 2010 et codes des États. Programme écoÉNERGIE Rénovations (2007)	1054	Code national du bâtiment 2010 et codes des États. Certification LEED.
<b>Danemark</b>	205	Réglementation en matière de construction (2010). Certificats de performance énergétique, habitat passif. Constructions à consommation d'énergie zéro. Mesures d'incitation fiscale.	90	Réglementation en matière de construction (2010). Certificats de performance énergétique
<b>Espagne</b>	688	Codigo Tecnico de la Edificacion (2009) résidentiel, certification de performance énergétique, habitat passif.	424	Codigo Tecnico de la Edificacion (2009), non-résidentiel,
<b>Fédération de Russie</b>	4666	Performance thermique des bâtiments neufs 2003. Six zones climatiques. 2.1 – 5.6m <sup>2</sup> .K/W.	1550	
<b>Finlande</b>	241	Code national du bâtiment de Finlande 2012. Amélioration énergétique des bâtiments en rénovation ou en transformation. Certificats de performance énergétique, constructions à consommation d'énergie proche de zéro. Subventions pour la rénovation et l'amélioration énergétique.	82	Code national du bâtiment de Finlande 2012. Amélioration énergétique des bâtiments en rénovation ou en transformation. Audits énergétiques.
<b>France</b>	1844	Réglementation thermique (2012) Diverses mesures fiscales.	980	Réglementation thermique (2012)
<b>Grèce</b>	194	Certificats de performance énergétique résidentielle KENAK (2010), habitat passif constructions à consommation d'énergie zéro. Économies d'énergie à la maison 2010.	82	KENAK (2010) non résidentiel
<b>Hongrie</b>	240	Code national OTEK, certification de performance énergétique, constructions à consommation d'énergie zéro. Logements respectueux du climat (2010)	131	
<b>Irlande</b>	133	Économie de combustible et d'énergie : Logements (2011). Estimation de la consommation d'énergie, habitat passif, Bâtiments neutres en émissions de CO <sub>2</sub> . Programme national d'amélioration des performances énergétiques, et Programme « Warmer Homes scheme ».	71	Économie de combustible et d'énergie : Bâtiments autres que des logements (2008).
<b>Italie</b>	1314	Code national italien du bâtiment (2011) Certificats de performance énergétique, habitat passif, financement dans quatre régions.	710	Décret relatif à l'efficacité énergétique dans les exigences posées au secteur du bâtiment
<b>Luxembourg</b>	20	Règlement grand-ducal modifié concernant la performance énergétique des bâtiments (2008). Certification de performance énergétique, constructions à consommation d'énergie zéro. Aides financières	17	(2015) Performance énergétique des bâtiments techniques 2010 Chauffage urbain et économie d'énergie dans les bâtiments publics
<b>Norvège</b>	181	Loi relative à l'urbanisme et la construction (2016), certification de performance énergétique, Fonds Enova 2001.	127	Loi relative à l'urbanisme et la construction (2016), certification de performance énergétique, Fonds Enova 2001
<b>Pays-Bas</b>	482	Bauwbesluit 2015 Chpt 5. Meer met Minder 2008, mesures incitatives.	406	Bauwbesluit 2015 Chpt 5
<b>Pologne</b>	879	Loi du 29 août 2014. Loi relative à la performance énergétique des bâtiments	358	Loi du 29 août 2014. Loi relative à la performance énergétique des bâtiments



Pays	Projets d'immeubles résidentiels en 2010	Politiques de réglementation du secteur résidentiel	Projets d'immeubles commerciaux en 2010	Politiques de réglementation du secteur commercial
<b>Portugal</b>	120	Réglementation relative aux caractéristiques de performance thermique des bâtiments 2010. Résidentiel neuf et existant. Fonds pour l'efficacité énergétique	86	Certification énergétique des bâtiments non résidentiels 2013
<b>République slovaque</b>	97	Loi 555-2005, certification de performance énergétique du résidentiel neuf. Constructions à consommation d'énergie zéro et habitat passif 2008. Programme gouvernemental en faveur de l'isolation et facilité de financement de l'efficacité énergétique.	88	
<b>République tchèque</b>	277	Certificats de performance énergétique. Subventions à l'amélioration éconergétique des bâtiments.	131	
<b>Royaume-Uni</b>	1867	Réglementations dans le secteur du bâtiment, Angleterre et pays de Galles 2010, Écosse 2011, Irlande du Nord 2010. Appuyées par la BREEAM (« Building Research Establishment Environmental Assessment Method », ou la méthode d'évaluation de la performance environnementale des bâtiments), labels Habitat passif et Constructions à consommation d'énergie zéro. Objectif de réduction des émissions de carbone CERT, programme d'économie d'énergie communautaire. (CESP2009)	626	Réglementations dans le secteur du bâtiment, Angleterre et pays de Galles 2010, Écosse 2011, Irlande du Nord 2010. BREEAM non-domestique
<b>Suède</b>	316	Règlement de construction BBR10 (2012). certification de performance énergétique selon la directive sur la performance énergétique des bâtiments (DPEB), constructions à consommation d'énergie zéro, mesures incitatives	208	Règlement de construction 2010.
<b>Suisse</b>	270	Modèle de prescriptions énergétiques des cantons MoPEC – MuKEn, 2009, 36- 58kWh/m2/an selon le bâtiment.	153	Modèle de prescriptions énergétiques des cantons MoPEC– MuKEn, 2009, 36-58kWh/m2/an selon le bâtiment.
<b>Turquie</b>	940	Bep-TR (Réglementation de la performance énergétique du bâtiment) 2010. Quatre zones climatiques	238	Bep-TR (Réglementation de la performance énergétique du bâtiment) 2010. Quatre zones climatiques
<b>Ukraine</b>		Isolation thermique des bâtiments en Ukraine 2006, nouvelles constructions résidentielles		Isolation thermique des bâtiments en Ukraine 2006, nouvelles constructions résidentielles
<b>États-Unis d'Amérique</b>	11232	IECC (2009) Residential, édicté en tant que codes d'État, appuyé par ENERGY STAR pour les nouveaux logements, systèmes d'évaluation de la consommation énergétique domestique et labellisation dans plusieurs états	8622	IECC (2009) Commercial, et ASHRAE 90.1 (2010) édictés en tant que codes d'État, appuyés par LEED

Source : IEA (2012a).

Les codes du bâtiment ont tendance à s'appliquer aux nouveaux bâtiments, le parc existant de constructions sous-isolées n'étant pas pris en compte. Le décret finlandais (4/13) sur l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments en rénovation ou en transformation est l'un des rares codes réglementaires fixant pour les bâtiments existants des normes minimales d'amélioration de la performance énergétique lors des opérations de rénovation et de transformation. Au sein des fédérations, les codes nationaux du bâtiment fournissent un cadre, généralement complété par des codes d'État conformes au Code national que les États individuels s'engagent à adopter, mais tenant compte des facteurs climatiques et autres de mise au niveau de ces États.

La publication de la CEE « Good practices for energy-efficient housing in the UNECE region » décrit une gamme de politiques et définit des mesures visant à améliorer le confort et la santé des occupants et à réduire la demande d'énergie<sup>105</sup>. Une

initiative menée par la CEE sur des Orientations-cadres pour la définition de normes relatives à l'efficacité énergétique dans les bâtiments vise à diffuser des conseils transformationnels et fondés sur des principes pour l'élaboration de normes énergétiques dans les bâtiments<sup>106</sup>. L'efficacité des mesures réglementaires peut être améliorée par des dispositions complémentaires. Certains pays membres de la CEE appliquent des mesures non réglementaires réparties en trois catégories :

- Information contrôlée du consommateur : certificats de performance énergétique, systèmes d'évaluation énergétique des habitations, labellisation volontaire (par exemple, évaluations ENERGY STAR pour l'efficacité énergétique des nouvelles maisons) ;
- Outils de conception : application de codes volontaires fixant des exigences relatives à l'habitat passif et à énergie zéro ;

- Incitations fiscales et financières : allègements fiscaux pour les maisons à haut rendement énergétique, déductions fiscales pour les équipements d'efficacité énergétique, fonds ou subventions pour les programmes d'amélioration de l'efficacité énergétique.

D'autres domaines méritent un examen plus approfondi : le suivi et l'évaluation de la conformité, la certification et les objectifs en matière d'émissions de carbone dans le secteur immobilier (comme les Carbon Emission Reduction Targets (Objectifs de réduction des émissions de carbone, CERT) du Royaume-Uni), et l'évaluation comparative de différents programmes d'aide financière et de subventions pour identifier les meilleures pratiques.

### Question 3 : Améliorer l'efficacité de l'utilisation finale des appareils et des équipements

Avec les systèmes d'information actuels, il n'est pas possible d'évaluer l'efficacité des appareils et des équipements, car

la consommation et les coûts énergétiques ne sont pas comptabilisés séparément des coûts de construction.

Les normes nationales d'efficacité énergétique et les programmes de labellisation, y compris les normes minimales de performance énergétique, existent depuis les années 1970 et interviennent maintenant dans plus de 80 pays à travers le monde, couvrant plus de 50 types différents d'appareils et d'équipements dans les secteurs commercial, industriel et résidentiel. Le tableau 3.3 résume les programmes de réglementation des appareils et équipements dans la région de la CEE. L'étude de cas n° 7 fournit des informations complémentaires sur la directive de l'Union européenne relative à l'écoconception.

La conception et le champ d'application des normes d'efficacité énergétique et des programmes de labellisation varient selon les contextes nationaux. Sur la base de données provenant d'un large éventail de pays dotés de ces normes et programmes, l'efficacité énergétique des gros appareils s'est améliorée trois fois plus vite que les progrès technologiques sous-jacents.

**TABEAU 3.3** Programmes de réglementation des appareils et équipements dans les pays de la CEE

Pays	Nombre d'appareils/ d'équipements	Politiques de réglementation des appareils
<b>Canada</b>	54 normes minimales de performance énergétique 69 labels	Normes minimales de performance énergétique et labellisation alignées sur le marché des États-Unis et les processus de normalisation internationaux. Energuide, lancé en 1978, est le plus ancien label énergétique. Le Canada est un pays partenaire d'ENERGY STAR.
<b>États-Unis d'Amérique</b>	47 normes minimales de performance énergétique 40 Labels	Le programme américain « Appliance and Equipment Standards » vise une réduction de 30 % de l'intensité énergétique par pied carré de superficie de bâtiment d'ici à 2030. Le Department of Energy et l'Environmental Protection Agency des États-Unis appliquent ENERGY STAR à l'échelle internationale.
<b>Fédération de Russie</b>	normes minimales de performance énergétique Labels	La loi fédérale sur l'efficacité énergétique impose aux producteurs d'indiquer la classe d'efficacité énergétique. Décret N1222 sur les types et caractéristiques des biens qui doivent contenir des informations sur la classe d'efficacité énergétique et la labellisation, du Gouvernement de la Fédération de Russie, 31.12.2009, définit les classes de produits.
<b>Israël</b>	7 normes minimales de performance énergétique 9 Labels	
<b>Suisse</b>		La Suisse est un pays partenaire d'ENERGY STAR.
<b>Turquie</b>	25 normes minimales de performance énergétique 24 Labels	La Directive 2009/125/CE de l'Union européenne établissant un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'écoconception applicables aux produits liés à l'énergie et la Directive 2010/30/UE concernant l'indication, par voie d'étiquetage et d'informations uniformes relatives aux produits, de la consommation en énergie et en autres ressources des produits liés à l'énergie sont transposées dans le droit turc.
<b>Ukraine</b>	3 normes minimales de performance énergétique 6 Labels	
<b>Union européenne</b>	62 normes minimales de performance énergétique 35 Labels	La Directive 2009/125/CE de l'Union européenne établissant un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'écoconception applicables aux produits liés à l'énergie et la Directive 2010/30/UE concernant l'indication, par voie d'étiquetage et d'informations uniformes relatives aux produits, de la consommation en énergie et en autres ressources des produits liés à l'énergie opèrent dans tous les États membres avec un système d'institutions supranationales indépendantes dans ce qui est un marché unique pour les appareils et équipements. L'étiquetage énergétique obligatoire de l'Union européenne prévoit des classes d'efficacité énergétique allant de A à G. Les directives entraîneront une réduction de la demande d'énergie dans toute l'Union européenne de 195 térawattheures (TWh) d'ici à 2020. L'Union européenne est partenaire d'ENERGY STAR.

Sources : IEA (2015c) et CLASP (2017).



### Étude de cas n° 7 : Efficacité des appareils et équipements : la Directive 2009/125/CE de l'Union européenne, relative à l'écoconception

La directive 2009/125/CE de l'Union européenne relative à l'écoconception fixe des normes européennes minimales de performance énergétique pour 23 classes de produits consommateurs d'énergie. La législation sur l'écoconception, qui établit des exigences minimales en matière d'efficacité énergétique, s'applique à de nombreux produits courants commercialisés dans l'Union européenne, tels que les lave-vaisselle, les réfrigérateurs et les appareils de chauffage. Certains types de produits doivent également porter des labels énergétiques attestant de leur efficacité énergétique.

En vertu de la directive relative à l'écoconception, quatre des produits industriels les plus énergivores (moteurs électriques, pompes de circulation, ventilateurs et pompes à eau) sont régis de manière à minimiser les coûts énergétiques et les impacts environnementaux sur leur cycle de vie respectif, ce qui devrait conduire à une réduction de la demande énergétique de 195 TWh dans l'UE d'ici à 2020. Cette politique s'est accompagnée d'importants développements technologiques et a initié des processus de normalisation au niveau de l'Union européenne et au plan mondial<sup>107</sup>.

D'ici à 2020, l'utilisation des labels d'efficacité énergétique et les exigences en matière d'écoconception devraient permettre de réaliser des économies d'énergie d'environ 165 Mtep (millions de tonnes équivalent pétrole) dans l'Union européenne, ce qui équivaut à peu près à la consommation annuelle d'énergie primaire de l'Italie. En termes relatifs, cela représente une économie potentielle d'énergie d'environ 9% de la consommation totale d'énergie de l'Union européenne et une réduction potentielle de 7% des émissions de carbone. En 2030, cette économie devrait atteindre 15% de la consommation totale d'énergie de l'Union européenne et 11% de ses émissions totales de carbone<sup>108, 109</sup>.

### Normes minimales de rendement énergétique et labellisation

Des améliorations exceptionnelles de plus de 30% ont été observées avec l'introduction de nouvelles normes d'efficacité énergétique et de nouveaux programmes de labellisation sur un marché dénué auparavant de programmes en faveur de l'efficacité énergétique. Ces améliorations substantielles de l'efficacité des appareils et équipements individuels se sont traduites par des économies d'énergie au niveau national et des réductions des émissions de CO<sub>2</sub>. Les normes nationales de rendement énergétique et les programmes de labellisation les plus matures couvrent un large éventail de produits et permettraient d'économiser, selon les estimations, entre 10% et 25% de la consommation d'énergie nationale ou sectorielle. Dans tous les programmes de normes d'efficacité énergétique et de labellisation examinés par l'Energy Efficient End-Use Equipment Programme de l'AIE (Programme 4E)<sup>110</sup>, les avantages pour le pays l'emportent sur les coûts supplémentaires dans un rapport d'au moins 3 pour 1. L'étude de cas n° 8 fournit des informations plus détaillées concernant la Turquie.

Les normes de rendement énergétique et les programmes de labellisation permettent de réduire la consommation d'énergie et les émissions de CO<sub>2</sub> tout en réduisant les coûts totaux. L'efficacité des appareils et équipements couverts par ces normes et programmes a notablement augmenté au cours des vingt dernières années et leur prix d'achat a baissé. Si les normes de rendement énergétique et les programmes de labellisation ont pu engendrer de légers changements de prix peu de temps après la mise en œuvre de nouvelles mesures d'efficacité énergétique, ils semblent avoir eu peu d'impact à long terme sur l'évolution des prix des appareils électroménagers<sup>111</sup>.

Il incombe aux gouvernements de soutenir les efforts en faveur de l'efficacité énergétique par des règles du jeu équitables en

matière de réglementation pour les équipements industriels. Les normes européennes de rendement énergétique et les politiques de labellisation ont un impact mondial et ciblent les équipements essentiels à forte consommation d'énergie, tels que les moteurs électriques. Le recours à la normalisation internationale assure la cohérence et l'accès aux marchés mondiaux des appareils électroménagers pour l'industrie locale. Les mesures réglementaires sont mesurables et délibérées. Une réglementation instaurant des règles du jeu équitables renforce la confiance des consommateurs et des fournisseurs pour investir dans des produits plus efficaces.

### Question 4 : Améliorer la durabilité et la qualité de services de transports

#### Intensité énergétique du transport

Entre 1990 et 2014, l'intensité énergétique des transports, y compris des sous-secteurs routier, aérien, ferroviaire et maritime, est passée dans l'ensemble de la région de la CEE de 20,4 à 12,3 MJ/dollar. L'intensité énergétique du transport a diminué de 31 à 17 MJ/dollar en Amérique du Nord et de 14 à 8,1 MJ/dollar en Europe occidentale et centrale. En Europe du Sud-Est, elle est passée de 8,8 à 8,0 MJ/dollar et de 15 à 10 MJ/dollar dans le Caucase, en Asie centrale, en Europe de l'Est et dans la Fédération de Russie.

Les comparaisons sous-régionales mettent en évidence la grande diversité de la productivité des transports d'un pays à l'autre. L'intensité énergétique en Amérique du Nord était de 17 MJ/dollar en 2014, alors qu'en Europe occidentale elle était moitié moins élevée, à 8,1 MJ/dollar. Une bonne part de cette diversité s'explique par les différences géographiques, les villes et les pays d'Europe étant plus proches et plus compacts, affichant des densités de population et des structures économiques plus fortes que leurs homologues d'Amérique

### Étude de cas n° 8 : Processus de transformation du marché de l'efficacité énergétique des appareils électroménagers en Turquie<sup>112</sup>

L'aspect le plus important et point de départ d'une transformation réussie du marché est l'amélioration du cadre réglementaire en accord avec les fabricants locaux. Dans le cas de la Turquie, l'union douanière et la présence de fabricants de renommée mondiale en Turquie ont grandement favorisé et accéléré la transformation du marché. Ces faits ont conduit la Turquie à adopter plus rapidement les normes minimales de rendement énergétique et contribué à une transformation des produits sur le marché dans un délai d'un an et demi à deux ans. En tenant compte de la durée de vie moyenne des appareils, la transformation complète du marché devrait être menée à terme dans les dix prochaines années. Les coûts et avantages de la transformation dépendent de nombreux facteurs tels que l'importance de l'industrie des appareils électriques, la taille de l'industrie manufacturière, les relations commerciales internationales, le niveau de sensibilisation de la chaîne d'approvisionnement et des consommateurs.

Les normes minimales de rendement énergétique et le cadre réglementaire en matière de labellisation, l'adoption de normes cohérentes au niveau international grâce à la transposition des directives de l'Union européenne, la surveillance proactive du marché et les projets de formation et de communication facilitent la transformation du marché. À mi-parcours, le projet a déjà permis de réaliser des économies d'énergie de l'ordre de 730 GWh, soit une réduction des émissions de GES d'environ 450 000 tonnes (t) de CO<sub>2</sub>. Ces chiffres devraient atteindre près de 3 700 GWh et 2,4 millions de tonnes (Mt) de CO<sub>2</sub> respectivement d'ici la fin du projet.

La transformation du marché des appareils à haut rendement énergétique en Turquie est un bon exemple pour d'autres pays à la législation inexistante ou peu développée en matière d'efficacité énergétique, où aucun mouvement de transformation du marché n'a été lancé jusqu'à présent.

du Nord. En Europe du Sud-Est et en Europe occidentale, les intensités énergétiques du transport par rapport au PIB sont quasiment similaires, mais les structures économiques et les systèmes de transport diffèrent grandement.

### Économie de carburant des véhicules

À l'échelle mondiale, le transport consomme 93 % de la production pétrolière, le reste de l'énergie utilisée pour le transport étant formée de rail électrique et urbain ou de systèmes de bus électriques. Outre les villes d'Europe occidentale, la plupart des pays de la région de la CEE sont tributaires de véhicules utilitaires légers classiques à carburant fossile pour le transport de voyageurs et de véhicules routiers lourds à carburant fossile pour le transport de marchandises. Même avec des niveaux élevés d'accès aux véhicules, la mobilité de certains citoyens peut être limitée. L'accessibilité financière des véhicules efficaces ou du carburant, les options et réseaux limités de transport et les extrêmes climatiques restreignent la mobilité.

Alors que la consommation moyenne de carburant des véhicules continue de s'améliorer, le rythme des progrès s'est ralenti ces dernières années. Le carburant moyen nécessaire pour parcourir 100 km a diminué de 1,1 % en 2014 et 2015, alors que ce taux était de 1,8 % entre 2005 et 2008. Cette évolution reflète la composition des ventes mondiales de voitures, sachant que les véhicules utilitaires légers vendus dans les pays d'Amérique du Nord et en Europe occidentale et centrale consomment moins que ceux vendus dans les pays de la partie orientale de la région de la CEE, y compris dans le Caucase et en Asie centrale. Elle laisse également entrevoir un écart technologique dans la conception des moteurs entre les deux régions. Toutefois, en raison de la popularité des grands véhicules lourds et puissants aux États-Unis, la consommation

totale de carburant par kilomètre parcouru dans ces pays demeure plus élevée qu'en dehors des pays de l'OCDE<sup>113</sup>.

En matière d'économies de carburant, les pays du Caucase, d'Asie centrale, d'Europe de l'Est et de la Fédération de Russie ont généralement dépassé les pays d'Amérique du Nord et d'Europe occidentale et centrale. Il s'agit d'un changement majeur par rapport aux tendances observées dans les évaluations précédentes. Deux raisons principales expliquent ce phénomène : les tendances qui se manifestent sur des marchés spécifiques et les effets attribuables aux changements de marché au sein des groupes de pays de l'OCDE et des pays non membres de l'OCDE. L'étude de cas n° 9 fournit plus d'informations à ce sujet.

### Tendances récentes

Entre 2014 et 2015, les pays de l'OCDE ont amélioré leurs consommations moyennes de carburant de 0,5 %, un taux qui était de 1,8 % en 2012 et 2013. Cette baisse de taux résulte de la combinaison d'un ralentissement de la tendance à l'amélioration en Amérique du Nord, de progrès constants en Europe et de parts de marché quasiment stables en 2015.

- Les États-Unis ne sont parvenus qu'à une faible amélioration annuelle, de l'ordre de 0,5 % de la consommation moyenne de carburant, marquant un ralentissement net par rapport à la progression moyenne de 2,3 % sur la période 2012-2013. Cette évolution traduit une tendance à l'augmentation de la puissance moyenne des véhicules neufs et est pleinement cohérente avec la chute des prix du pétrole et des carburants pétroliers.
- Certains pays d'Europe occidentale et centrale, d'Europe du Sud-Est et d'Europe orientale ont connu

**Étude de cas n° 9 : Activités de l'Initiative mondiale pour les économies de carburant en Géorgie, en ex- République yougoslave de Macédoine et au Monténégro<sup>114</sup>**

Cette initiative collabore avec les pays de la CEE du Caucase, d'Europe orientale, de l'Union européenne, d'Amérique du Nord et d'Europe du Sud-Est afin de promouvoir un renforcement des économies de carburant. Trois exemples d'activités au niveau d'un pays sont fournis ci-dessous :

**Ex-République yougoslave de Macédoine**

Un résumé des directives pertinentes de l'Union européenne relatives aux économies de carburant automobile a été rédigé et le bureau du Centre régional pour l'environnement de l'Europe centrale et orientale en ex-République yougoslave de Macédoine, le partenaire local de mise en œuvre de l'initiative, travaille avec le Ministère de l'économie en charge de l'intégration européenne. Les données de base sur la consommation de carburant automobile, recueillies et analysées à ce jour avec la faculté de génie mécanique, couvrent les années 2005, 2008 et 2013. Le parc de véhicules immatriculés en ex-République yougoslave de Macédoine a connu une croissance modeste, avec un peu plus de 350 000 véhicules en 2013. L'efficacité énergétique du véhicule moyen s'est améliorée au fil des ans, passant de plus de 200 g CO<sub>2</sub>/km en 2005 à moins de 150 g CO<sub>2</sub>/km d'ici à 2013.

**Monténégro**

Une première réunion du groupe de travail a été organisée. Les rôles et responsabilités des membres du groupe de travail ont été définis afin : a) de faire le point sur la législation nationale et les politiques actuelles (y compris la fiscalité) en matière d'économie de carburant ; b) d'identifier les principales parties prenantes et les obstacles potentiels à la mise en œuvre de la politique d'économie de carburant ; c) d'analyser les directives pertinentes de l'Union européenne qui fixent les normes d'émission des véhicules ; et d) d'établir une feuille de route pour la transposition de ces directives de l'Union européenne dans la législation nationale.

**Géorgie**

La Géorgie a achevé une base de référence (2008-2012) et un livre blanc sur la fiscalité a été soumis au Gouvernement. Ce livre blanc souligne la nécessité d'une réforme fiscale afin d'améliorer les économies de carburant du parc automobile. L'analyse du parc automobile géorgien (véhicules neufs et d'occasion importés) de 2008, 2010, 2011 et 2012 à l'aide de l'outil FEPIT (Fuel Economy Policies Impact Tool) a été réalisée et a permis d'établir une liste d'actions en vue de l'élaboration d'un plan national d'amélioration des économies de carburant automobile en Géorgie.

une amélioration moyenne annuelle de l'ordre de 2 à 3 % de la consommation de carburant, des valeurs beaucoup plus proches du taux d'amélioration de 3,6 % indispensable pour atteindre l'objectif 2030 de l'Initiative mondiale pour l'économie de carburant (GFEI)<sup>115</sup>, mais toujours insuffisantes. La poursuite de l'amélioration de la consommation de carburant en Europe en 2015 va dans le sens de l'impact plus faible des variations des prix du pétrole (en raison des régimes fiscaux élevés appliqués dans tous les pays européens, les variations des prix du pétrole se traduisent par une évolution plus faible des prix du carburant)<sup>116</sup>.

- En 2015, trois millions de nouveaux véhicules utilitaires légers ont été immatriculés en Fédération de Russie. Le parc de ces véhicules en circulation a été estimé à 34 millions pour cette même année et le pays comptait 0,24 véhicule par habitant, un chiffre beaucoup plus élevé que la moyenne des autres pays affichant des niveaux comparables de revenu personnel. Les économies de carburant ne sont pas réglementées en Fédération de Russie. Toutefois, le pays prélève auprès des propriétaires de voitures une taxe annuelle de circulation, progressive en fonction de la puissance des véhicules. À partir de 2010, la consommation spécifique de carburant des gros véhicules s'est améliorée, mais a stagné entre 2012 et 2015. Les véhicules utilitaires légers de taille moyenne ont enregistré une diminution constante de

leur consommation de carburant depuis 2005, en phase avec la consommation moyenne totale en la matière. Les petits véhicules utilitaires légers nouvellement immatriculés ont connu une détérioration de la consommation moyenne de carburant quasi constante depuis 2005. Cependant, à compter de 2012, cette tendance s'est inversée, et la situation s'est légèrement améliorée. La consommation des divers types de carburant par groupe motopropulseur a également subi des tendances contradictoires. Alors que de nouvelles économies de carburant ont été réalisées pour les diesels, la situation s'est détériorée pour les véhicules hybrides. La tendance observée pour les véhicules légers à essence se reflète dans la consommation totale des divers types de carburant, en raison de la part de marché importante que représentent ces véhicules<sup>117</sup>.

**Question 5 : Améliorer la productivité industrielle grâce à l'efficacité énergétique**

La productivité industrielle et l'efficacité énergétique sont étroitement liées. Les mesures en faveur de l'efficacité énergétique ont contribué à réduire la consommation énergétique dans le monde entier. Sans les 13 % d'amélioration de l'efficacité énergétique mondiale entre 2000 et 2016, la consommation finale d'énergie mondiale aurait été supérieure

de 12%<sup>118</sup>. Ces avancées en matière d'efficacité énergétique sont étroitement liées à l'amélioration de la productivité industrielle.

Avec la croissance démographique et celle de l'économie mondiale, la demande de matériaux à forte intensité énergétique (métaux, plastiques, ciment, pâtes et papiers) devrait progresser de 45 à 60% d'ici à 2050, par rapport aux niveaux de 2010<sup>119</sup>. De nombreux facteurs de production touchent aux limites des ressources locales ou des puits de déchets, alors que les émissions de GES limitent physiquement l'augmentation de la production mondiale sur la base des technologies et méthodes actuelles. Des améliorations de la productivité sont indispensables pour minimiser simultanément les impacts sur les ressources et l'environnement et répondre aux besoins des économies en croissance.

Le concept d'économie circulaire – par opposition à l'économie linéaire – est important à cet égard, car il vise à maintenir les matériaux et l'énergie en utilisation aussi longtemps que possible, en circuit fermé, et à récupérer et régénérer les matériaux, notamment les déchets, à la fin de leur cycle de vie. À titre d'exemple, la valeur économique de la conversion des déchets en énergie a été évaluée à 25,32 milliards de dollars en 2013 et devrait atteindre 40 milliards de dollars d'ici à 2023<sup>120</sup>. L'amélioration de la réduction, de la réutilisation et du recyclage des déchets et des matériaux contribue par ailleurs à diminuer les émissions de gaz à effet de serre (dont celles de méthane provenant des décharges) et réduire les problèmes de santé et la pollution.

Entre 1990 et 2014, l'intensité énergétique industrielle dans l'ensemble de la région de la CEE a connu une forte amélioration, passant de 7,5 à 4,9 MJ/dollar. Elle a diminué de 7,8 à 5,6 MJ/dollar en Amérique du Nord et de 4,7 à 3,5 MJ/dollar en Europe occidentale et centrale. En Europe du Sud-Est, l'intensité énergétique industrielle a baissé de 5,3 à 4,1 MJ/dollar et dans le Caucase, en Asie centrale, en Europe de l'Est et dans la Fédération de Russie, elle est passée de 10 à 6,7 MJ/dollar.

L'Institute of Industrial Productivity estime que la gestion de l'énergie peut permettre une réduction des coûts énergétiques directs des entreprises individuelles de l'ordre de 10 à 30%<sup>121</sup>. La plupart des investissements en faveur de l'efficacité énergétique engagés dans l'industrie laissent entrevoir un retour sur investissement de moins de trois ans, en grande partie parce que l'industrie se concentre sur les risques et les possibilités à court terme. Pour les économies émergentes, l'efficacité énergétique offre une voie stratégique d'amélioration de la productivité industrielle, un moteur essentiel pour accroître la richesse et le bien-être.

L'efficacité énergétique dans l'industrie représente environ 35% (144,5 EJ ou 3452 Mtep) des économies d'énergie totales estimées de 2012 à 2035 dans le scénario pour un monde efficace sur le plan énergétique («Efficient World Scenario») de l'AIE. Des investissements supplémentaires de 0,7 billions de dollars sont nécessaires au cours de cette période, et se traduiront par 2,2 billions de dollars d'économies de carburant<sup>122</sup>.

### Étude de cas n° 10 : Accords industrie-pouvoirs publics en faveur de l'efficacité énergétique dans l'industrie – Exemples de la Finlande et des Pays-Bas

#### Accords volontaires sur l'efficacité énergétique 2017-2025, Finlande

Les accords volontaires en faveur de l'efficacité énergétique pour 2017-2025 sont un moyen important de promouvoir l'efficacité énergétique en Finlande, tout en réduisant les émissions de CO<sub>2</sub> à l'origine des changements climatiques. Ces accords volontaires sont un outil, choisi conjointement par les pouvoirs publics et les associations professionnelles/municipales, pour satisfaire aux obligations en matière d'efficacité énergétique fixées par l'UE pour la Finlande. En veillant à ce que le régime de l'accord soit complet et fructueux, la Finlande peut continuer à remplir ses obligations sans avoir recours à une nouvelle législation ou à d'autres nouvelles mesures coercitives.

L'Accord en faveur de l'efficacité énergétique 2017-2025 est la suite logique de l'Accord 2008-2016. Il intervient dans la mise en œuvre de la Directive 2012/27/UE relative à l'efficacité énergétique. La Finlande a retenu d'autres mesures pour atteindre l'objectif contraignant de l'article 7 de la directive en matière d'économies d'énergie, et des accords en faveur de l'efficacité énergétique jouent un rôle important dans la mise en œuvre de la directive. L'extension des accords concerne trois des six secteurs de la première phase, dont

1) les industries (industrie, secteur privé des services, secteur de l'énergie) ; 2) le secteur municipal ; et 3) le secteur pétrolier (chauffage au mazout et distribution de combustibles liquides)<sup>123</sup>.

#### Accords industriels à long terme, Pays-Bas

Aux Pays-Bas, plus de 95% de la consommation d'énergie industrielle est désormais couverte par la troisième phase de développement des accords à long terme (LTA). La première phase était basée sur l'efficacité énergétique et la deuxième (2001-2012) sur les systèmes de gestion de l'énergie. En 2006, 90% des entreprises se sont conformées à la norme ISO 14001 (management environnemental). La 3e phase, couvrant la période 2009-2020, s'appuie sur la phase 2 et vise une amélioration de l'efficacité énergétique de 30% entre 2005-2020 (20% au sein de l'usine et 10% à l'extérieur). Les résultats pour les entreprises concernées par la phase 2 montrent qu'elles sont parvenues à une amélioration de l'efficacité énergétique deux fois plus importante que les autres entreprises. De 2001 à 2008, les gains d'efficacité énergétique réalisés par les participants à l'accord à long terme ont été de 2,4%, alors que ceux des industries qui n'en font pas partie se sont limités à 1%<sup>124</sup>.

Prenant en compte la propriété privée et les marchés concurrentiels dans lesquels la plupart des entreprises opèrent, un certain nombre de gouvernements ont développé des partenariats volontaires entre professionnels et pouvoirs publics pour réaliser le plein potentiel de l'efficacité énergétique dans l'industrie. L'étude de cas n° 10, consacrée à la Finlande et aux Pays-Bas, met en évidence la nature et les possibilités d'amélioration de l'efficacité énergétique dans le cadre des programmes de gestion de l'énergie.

### La gestion de l'énergie est déterminante pour améliorer l'efficacité énergétique dans le secteur industriel

Tous les procédés industriels peuvent améliorer leur productivité énergétique. La norme ISO 50001 (de même que les normes ISO 9001 et ISO 14001) établit un cadre pour des processus efficaces de management de l'énergie

afin que les entreprises puissent identifier, comprendre et investir dans des projets leur permettant de développer leurs activités et d'améliorer leur productivité (voir l'étude de cas n° 11). Après l'instauration de prix de l'énergie reflétant les coûts, la gestion de l'énergie est l'option politique la plus importante et la plus efficace pour le secteur industriel, car elle identifie, indépendamment des processus, les opportunités économiques pour l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables et permet de réaliser ces investissements. Le succès de tout système de gestion de l'énergie dépend en outre du contrôle et de la vérification des extrants et du suivi de la mise en œuvre des mesures potentielles.

Le Groupe d'experts de l'efficacité énergétique, de la CEE, examine actuellement les moyens d'appliquer des mesures en faveur de l'efficacité énergétique dans le cadre d'activités diverses<sup>125</sup>.

#### Étude de cas n° 11 : La norme ISO 50001:2011 – Systèmes de management de l'énergie<sup>126</sup>

Le système de management de l'énergie ISO 50001:2011 définit les exigences d'un cadre permettant aux organisations :

- De mettre en place une politique énergétique ;
- D'affecter des ressources et de créer des équipes pour mettre en œuvre un système de management de l'énergie ;
- De mener des examens énergétiques ;
- D'identifier les possibilités d'amélioration de la performance énergétique ;
- D'établir des niveaux de référence et des indicateurs de rendement énergétique pour suivre les progrès ;
- De fixer des objectifs d'amélioration du rendement énergétique ;
- Et de mettre en œuvre des plans d'action pour atteindre ces objectifs.

Les éléments centraux de la norme englobent la performance énergétique au plan opérationnel, l'approvisionnement et la conception, ainsi qu'un processus d'audit interne pour déterminer la qualité de la mise en œuvre du système par l'organisation et l'atteinte de ses objectifs. Un processus d'amélioration continue repose sur l'examen du management. Une politique énergétique et un processus de planification énergétique instaurent un mécanisme de contrôle de la mise en œuvre et des opérations. La gestion de l'énergie s'appuie sur des systèmes d'information recourant à des audits internes du système de management de l'énergie, au suivi, à la mesure et à l'analyse énergétiques pour identifier les non-conformités, les modifications à apporter et les actions correctrices et préventives en matière de consommation d'énergie et de productivité.

### Renforcement des capacités de gestion de l'énergie

Pour renforcer l'application des systèmes de gestion de l'énergie et la capacité de prise de décisions en vue des investissements en faveur de l'efficacité énergétique, de plus en plus d'organisations se concentrent sur l'amélioration des capacités de leurs gestionnaires internes ainsi que de celles des auditeurs et conseillers externes dans le domaine de l'énergie. À titre d'exemple, l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI) aide les pays à améliorer la productivité industrielle, et s'appuie sur l'efficacité énergétique comme thème central, en parallèle d'une production plus propre et de la gestion de l'environnement. Elle a élaboré un programme de formation d'experts en système de gestion de l'énergie qui établit des compétences durables en la matière dans les entreprises<sup>127</sup>. Dans le droit fil de la formation des professionnels de la gestion énergétique, il

est essentiel d'assurer le renforcement des capacités humaines des décideurs politiques, dans la mesure où ils pilotent l'élaboration et la mise en œuvre des politiques pertinentes.

En outre, l'Agence allemande de coopération internationale (GIZ) propose des formations ciblées ainsi que des séminaires de formation de formateurs à la gestion de l'énergie, l'efficacité énergétique des bâtiments et la performance énergétique, le contrôle et l'audit énergétiques, dans un certain nombre de pays, dont l'Ukraine et la Turquie<sup>128</sup>.

#### 3.3.2. Opportunités et perspectives

Transformation du marché : Rénover le secteur de la construction pour rénover les bâtiments

Le secteur de la construction tend à être fortement décentralisé et fragmenté : propriétaires de bâtiments, concepteurs,



fournisseurs et constructeurs multiples, de nombreux logements sont construits par de petites entreprises ayant peu accès à des techniques de production efficaces ou à des éléments de construction modernes favorisant l'efficacité énergétique.

Les zones rurales peuvent être le théâtre de nombreuses constructions sauvages. Les codes de la construction sont généralement peu respectés. Ces marchés complexes et non coordonnés sont intrinsèquement plus difficiles à améliorer.

Les contrôles réglementaires et les normes d'efficacité énergétique pour les bâtiments sont généralement peu efficaces lorsque la capacité d'intervention est limitée. La CEE a élaboré des orientations-cadres relatives à l'efficacité énergétique dans les bâtiments et entreprend un vaste programme d'éducation et de diffusion pour relever ces défis<sup>129</sup>.

### Opportunité : Développer les capacités de la chaîne d'approvisionnement pour la rénovation<sup>130</sup>

Le renforcement de l'innovation et de la compétitivité du secteur de la construction tout au long de la chaîne de valeur accroît la profondeur et le rythme de la rénovation énergétique. Les programmes réussis de rénovation énergétique lourde sont réalisables à grande échelle à condition d'être soutenus par des mesures politiques et une collaboration plus étroite entre les divers acteurs. Un ensemble de composants doit être réuni :

Agrégation de la demande ; facilitateurs et intégrateurs de solutions techniques globales ;

Services de conseil donnant voix aux clients ; options « à la carte » conçues pour répondre aux besoins des utilisateurs et satisfaire à des objectifs politiques ambitieux. Mise en œuvre de mesures de soutien encourageant l'innovation et l'intensification de la rénovation énergétique en profondeur ;

Fixation d'un objectif harmonisé de rénovation énergétique au niveau de l'Union européenne et subordination des financements publics aux résultats obtenus ;

Octroi aux pionniers, tels que les villes, les régions ou les initiatives privées, des moyens d'aller au-delà des objectifs fixés et de donner l'exemple, afin d'accélérer le rythme et l'ampleur de la rénovation énergétique ;

Exemplarité des autorités publiques et planification d'une approche intégrée de gestion de l'énergie, afin d'accroître la performance énergétique du parc immobilier qu'elles possèdent et occupent.

Les propriétaires immobiliers sont mal renseignés et peu enclins à s'informer sur les questions d'efficacité énergétique ou à se conformer aux normes d'efficacité énergétique des bâtiments. Il s'agit d'un problème général pour les nouveaux bâtiments résidentiels. Ce n'est que récemment que les propriétaires d'immeubles commerciaux ont commencé à reconnaître que la baisse des coûts énergétiques et d'exploitation et les loyers plus intéressants procurés par les bâtiments à haut rendement énergétique se traduisent par une augmentation de la valeur du capital. Les différents propriétaires immobiliers (publics, privés, investisseurs, commerciaux et institutionnels) ayant des intérêts divergents en matière d'efficacité énergétique, des approches différentes sont requises pour élaborer des mesures incitatives et sensibiliser toutes les parties prenantes.

Bien que l'importance des codes de construction de bâtiments à haut rendement énergétique soit largement reconnue, ces codes sont inapplicables dans de nombreux pays sans un effort délibéré pour améliorer la capacité de l'ensemble de la chaîne de valeur du bâtiment. Des programmes comme EnergieSprong aux Pays-Bas, qui mettent l'accent sur la transformation de la chaîne de valeur du bâtiment en tant que système, travaillent avec tous les décideurs du système. De nombreux programmes de modernisation des bâtiments sous-évaluent les multiples avantages des initiatives en faveur de l'efficacité énergétique. Les bénéfices pour la santé, en termes de réduction du nombre d'hospitalisations ou de consultations chez le médecin, des frais de prescription et des

jours de congé maladie, peuvent dépasser de 400 % la baisse des coûts énergétiques dans certains cas. Le problème est que ces bénéfices n'ont pas toujours été bien appréciés ou pris en compte, et que les motivations des pays en matière de confort et de bien-être dans les bâtiments sont très diverses.

L'un des principaux avantages est la réduction des budgets publics entraînée par la diminution des subventions à la santé et à l'énergie résultant de l'efficacité énergétique. Les pouvoirs publics reconnaissent que les projets d'efficacité énergétique engendrent une réduction des dépenses énergétiques en termes de coût d'approvisionnement ou de prix à l'exportation, des avantages qui viennent s'ajouter aux bénéfices privés, quel que soit le niveau des subventions à l'énergie.

### L'approche « évitement-évolution-progrès » de l'efficacité des transports

L'Initiative mondiale pour les économies de carburant a pour objectif de doubler l'efficacité mondiale en carburant automobile pour les nouveaux véhicules d'ici à 2030 et tous les véhicules d'ici à 2050.

Alors que la consommation moyenne mondiale de carburant s'est améliorée d'un pourcent par an à partir de 2014-2015, c'est 0,5 % de moins que l'amélioration moyenne des économies de carburant de 2010 à 2015 et environ un tiers du taux d'amélioration nécessaire pour atteindre l'objectif fixé par la GFEI pour 2030. Parmi l'ensemble des sous-régions de

### Opportunité : Transformer la chaîne de valeur du bâtiment : EnergieSprong<sup>131</sup>

Energiesprong utilise, dans chaque marché, le secteur du logement social comme rampe de lancement de ces solutions, en vue d'une extension ultérieure aux propriétaires privés. Les équipes indépendantes Energiesprong en charge du développement du marché regroupent les nombreuses demandes de rénovations de haute qualité (et de construction de maisons neuves) sur un marché et, en parallèle, créent les conditions de financement et de réglementation appropriées. Grâce à cette structure, les fournisseurs de solutions peuvent s'engager dans un processus d'innovation rapide et transformateur pour répondre à cette nouvelle norme.

La norme de rénovation Energiesprong implique qu'une rénovation soit achevée en une semaine, sans que les résidents n'aient à quitter la maison. De plus, elle est assortie d'une garantie de 30 (ou 40 !) ans couvrant à la fois la température intérieure et la performance énergétique. La rénovation est financée par la combinaison des économies d'énergie réalisées par les locataires et des économies de coûts d'entretien enregistrées par l'organisme de logement social. En fin de compte, les résidents jouissent d'une maison de meilleure qualité et plus confortable sans dépenses mensuelles supplémentaires.

En 2013, Energiesprong a négocié entre les entrepreneurs néerlandais du bâtiment et les associations de logement l'accord intitulé «Stroomversnelling» en vue de la rénovation de 111 000 logements pour en faire des habitats à consommation d'énergie nulle ou quasi nulle. Deux ans plus tard, le réseau Stroomversnelling regroupe des entrepreneurs, des fournisseurs de composants, des fournisseurs de logements, des administrations locales, des financiers, des gestionnaires de réseaux de transport et d'autres acteurs. Ses objectifs sont de réduire le coût des rénovations à consommation d'énergie quasi nulle, d'améliorer l'acceptation de ces rénovations par les occupants et d'accélérer l'élan et le rythme de croissance du marché de l'immobilier à consommation d'énergie quasi nulle. Des programmes Energiesprong sont actuellement en cours en France, au Royaume-Uni, en Allemagne et dans l'État de New York.

#### Enseignements tirés

Il convient de :

- Fixer un objectif clair : « zéro énergie » dans le cas d'Energiesprong.
- Veiller à ce que les interventions permettent d'atteindre l'objectif global plutôt que des changements progressifs ou partiels.
- S'assurer que les rénovations avec garantie de performance énergétique soient financièrement plus attrayantes que les options existantes.
- Employer une stratégie de transformation du marché pour structurer la demande initiale du marché de masse en utilisant le parc de logements sociaux. Le but est d'inciter :
  - Les régulateurs à lever les obstacles constatés et imprévus,
  - Les financiers à réévaluer la valeur des biens immobiliers,
  - Les constructeurs à investir dans de meilleurs concepts et la rénovation industrialisée ou de nouveaux ensembles immobiliers.
- Travailler dans le contexte de programmes de grande envergure, éviter les projets isolés à moins qu'ils ne permettent d'améliorer structurellement les conditions du marché pour les programmes à consommation énergétique nulle.
- Mobiliser des programmes de collaboration où les constructeurs et les fournisseurs partagent leurs connaissances et travaillent ensemble.

### Opportunité : Les aspects économiques de l'efficacité énergétique des bâtiments sont plus convaincants dans une perspective sociétale. Exemple de l'Ouzbékistan<sup>132</sup>

Dans les maisons individuelles et les petits bâtiments commerciaux, le remplacement des chaudières à gaz non normalisées et inefficaces (certaines sont de fabrication « maison ») par des chaudières à gaz modernes et performantes pourrait réduire la consommation de gaz d'environ 2,4 milliards de m<sup>3</sup> par an, soit 13 % de la consommation totale de gaz dans les bâtiments résidentiels, commerciaux et publics en 2013. L'application des normes actuelles d'efficacité énergétique dans la construction de maisons individuelles neuves, qui représentent 99 % des nouvelles constructions résidentielles, pourrait réduire de 50 % la demande d'énergie thermique de ces constructions, par rapport à celles qui ne les mettent pas en œuvre. Dans les écoles et les établissements de soins de santé, des projets pilotes récents ont permis de réduire de plus de 40 % la consommation d'énergie pour le chauffage des locaux grâce à une rénovation thermique complète des bâtiments. Toutes ces économies peuvent être réalisées grâce à des technologies, des produits et des matériaux disponibles dans le pays. Leur potentiel reste largement inexploité, principalement en raison d'obstacles financiers, institutionnels et du manque d'information. Le remplacement du parc actuel de chaudières à gaz non normalisées par des chaudières à gaz modernes nécessiterait un investissement d'environ 3,2 billions de soums ouzbeks, soit environ 1,2 milliard de dollars, selon les estimations et le taux de change officiel à la fin de 2015. Les durées d'amortissement financier simple pour les consommateurs résidentiels et commerciaux sont d'environ 6,6 et 5,2 ans, respectivement, en fonction du prix de détail du gaz à la fin de 2015. Les durées d'amortissement simple sont raccourcies à environ 3,4 et 2,7 ans, respectivement, sur la base du prix du gaz à l'exportation à la fin de 2015.



la CEE, seule l'Europe occidentale se rapprochait de cette fourchette (2 à 3 %). La plupart des pays ont enregistré une progression inférieure à 0,5 %. Les petits véhicules utilitaires légers ont connu une détérioration de la consommation de carburant, tandis que les modèles moyens ont vu leur consommation moyenne s'améliorer. Les gros véhicules utilitaires légers nouvellement immatriculés ont encore grossi entre 2010 et 2015, mais leur consommation moyenne de carburant n'a pas changé.

Une combinaison de trois stratégies est susceptible de limiter la croissance énergétique des transports à 5 % au-dessus des niveaux de 1990 et de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> des transports de 28 % : 1) éviter les déplacements ; 2) ralentir la croissance de la demande énergétique pour les déplacements grâce à une meilleure planification urbaine, une meilleure gestion de la demande et l'adoption de véhicules et de modes de transport plus économes en carburant ; et 3) passer à des modes de transport moins énergivores, comme les transports publics et les transports actifs.

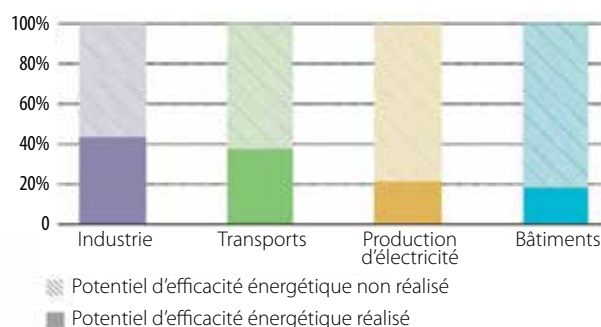
Le passage au transport électrique pourrait améliorer considérablement l'efficacité des groupes motopropulseurs et ouvrir la voie aux énergies renouvelables en réponse à la demande d'énergie dans le secteur des transports. La plupart des pays sont des « consommateurs » plutôt que des « constructeurs » de véhicules, et comme ils achètent ce qui est produit, les normes mondiales d'économie de carburant obligent à produire des véhicules plus efficaces. Le ralentissement récent des progrès en matière d'économie de carburant montre à quel point les prix à la consommation et les choix politiques peuvent influencer sur l'intensité de transports. Parmi les secteurs d'utilisation finale, le transport est généralement le plus négligé. Alors que les secteurs résidentiel, commercial et industriel disposent généralement de politiques raisonnablement bien développées, les Ministères des transports sont souvent éloignés des actions de renforcement de l'efficacité énergétique stationnaire.

### Élaborer des politiques performantes en matière d'efficacité énergétique

L'efficacité énergétique a encore un long chemin à parcourir. Aucun secteur n'a même atteint 50 % de son potentiel d'efficacité. Entre 60 % et 80 % du potentiel économique mondial en matière d'efficacité énergétique ne sont pas réalisés (voir fig. 3.2).

Diverses politiques ont été élaborées et mises en œuvre dans la région de la CEE. En particulier, la directive de l'Union européenne de 2006 relative à l'efficacité énergétique dans les utilisations finales et aux services énergétiques (directive sur les services énergétiques) exige des États membres qu'ils soumettent des plans d'action nationaux en matière d'efficacité énergétique en 2007, 2011 et 2014. Ces plans établissent une estimation de la consommation d'énergie, les mesures d'efficacité énergétique prévues et les améliorations

FIGURE 3.2 Potentiel d'efficacité énergétique sectorielle mondiale



Note : Potentiels basés sur des scénarios d'efficacité énergétique jusqu'en 2035. Source : IEA (2012b).

que chaque pays membre de l'Union européenne s'attend à réaliser. Dans le premier plan, chaque État membre était tenu d'adopter un objectif indicatif national global d'économies d'énergie pour les secteurs d'utilisation finale de 9 % ou plus, à atteindre en 2016, avec un objectif intermédiaire pour 2010<sup>133</sup>.

L'ENOVA (Agence nationale norvégienne de l'énergie), créée en 2001, travaille sur l'amélioration de l'efficacité énergétique, la production d'énergie à partir de sources renouvelables, la promotion des nouvelles technologies et l'amélioration des connaissances générales sur les possibilités d'utilisation de solutions énergétiques efficaces et respectueuses de l'environnement<sup>134</sup>.

Le tableau 3.4 récapitule les travaux réalisés à ce jour pour l'examen et l'élaboration de politiques et d'objectifs en matière d'efficacité énergétique dans les États membres de la CEE<sup>135</sup>.

Comme l'indique le tableau 3.4, une série de mesures a été mise en œuvre à ce jour. Cependant, il reste un énorme fossé à combler pour parvenir à réaliser tout le potentiel de la productivité énergétique.

Par exemple, on estime que le doublement de la productivité énergétique réduirait les dépenses mondiales en combustibles fossiles de plus de 2 billions d'euros d'ici à 2020. Il contribuerait en outre à la création de plus de six millions d'emplois<sup>141</sup>.

Le tableau 3.5 résume les multiples avantages de l'augmentation de la productivité à différents niveaux.

**TABLEAU 3.4** Examen indépendants et politiques en faveur de l'efficacité énergétique dans les pays de la CEE

Pays	Examen de la politique d'efficacité énergétique	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique ou équivalent/Objectif d'efficacité énergétique
<b>Allemagne</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2013	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2014
<b>Albanie</b>	Examen au titre du Protocole de la Charte de l'énergie sur l'efficacité énergétique et les aspects environnementaux connexes <sup>137</sup> 2013 <sup>138</sup> Examen de la Charte de l'énergie 2008	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2011
<b>Andorre</b>		
<b>Arménie</b>	Examen au titre du Protocole de la Charte de l'énergie sur l'efficacité énergétique et les aspects environnementaux connexes 2005 Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2015	Programme national pour les économies d'énergie et l'utilisation d'énergies renouvelables, 2010
<b>Autriche</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2014	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2017
<b>Azerbaïdjan</b>	Examen au titre du Protocole de la Charte de l'énergie sur l'efficacité énergétique et les aspects environnementaux connexes 2013 Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2015	Pas de stratégie. Objectif d'amélioration de 20 % de l'efficacité énergétique d'ici à 2020.
<b>Bélarus</b>	Examen au titre du Protocole de la Charte de l'énergie sur l'efficacité énergétique et les aspects environnementaux connexes 2013 Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2015	37 % de réduction de la part de la consommation d'énergie dans le PIB d'ici à 2035 à partir de 2010 (d'ici à 2020, cette part devrait être réduite d'au moins 13 %)
<b>Belgique</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2016	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2017
<b>Bosnie-Herzégovine</b>	Examen au titre du Protocole de la Charte de l'énergie sur l'efficacité énergétique et les aspects environnementaux connexes 2012 Examen régulier de l'efficacité énergétique au titre de la Charte de l'énergie 2008	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2012
<b>Bulgarie</b>	Examen au titre du Protocole de la Charte de l'énergie sur l'efficacité énergétique et les aspects environnementaux connexes 2008	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2017
<b>Canada</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2015	Loi relative à l'efficacité énergétique 2009
<b>Chypre</b>		Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2014
<b>Croatie</b>	Examen régulier de l'efficacité énergétique au titre de la Charte de l'énergie 2010	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2014 (2017 à l'examen)
<b>Danemark</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2011	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2017
<b>Espagne</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2015	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2017
<b>Estonie</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2013	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2017
<b>États-Unis</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2014	Plan d'action national pour l'efficacité énergétique 2006
<b>Ex- République yougoslave de Macédoine</b>	Examen régulier de l'efficacité énergétique au titre de la Charte de l'énergie 2006 Examen au titre du Protocole de la Charte de l'énergie sur l'efficacité énergétique et les aspects environnementaux connexes 2007	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2014
<b>Fédération de Russie</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2014 Examen régulier de l'efficacité énergétique au titre de la Charte de l'énergie 2007	Programme fédéral de réduction de l'intensité énergétique de 13,5 % d'ici à 2020
<b>Finlande</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2013	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2017
<b>France</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2016	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique 2017
<b>Géorgie</b>	Examen au titre du Protocole de la Charte de l'énergie sur l'efficacité énergétique et les aspects environnementaux connexes 2012 Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2015	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2017 En attente de l'approbation du Gouvernement
<b>Grèce</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2011	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique 2014
<b>Hongrie</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2011	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique 2015
<b>Irlande</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2012	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique 2017

Pays	Examen de la politique d'efficacité énergétique	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique ou équivalent/Objectif d'efficacité énergétique
<b>Israël</b>		
<b>Islande</b>		
<b>Italie</b>	Examen régulier de l'efficacité énergétique au titre de la Charte de l'énergie 2009	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique 2014
<b>Kazakhstan</b>	Examen au titre du Protocole de la Charte de l'énergie sur l'efficacité énergétique et les aspects environnementaux connexes Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2015	Programme d'efficacité énergétique 2020. Réduction de 25 % de l'intensité énergétique d'ici à 2020
<b>Kirghizistan</b>	Examen régulier de l'efficacité énergétique au titre de la Charte de l'énergie 2011 Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2015	Loi relative aux économies d'énergie et à l'efficacité énergétique dans les bâtiments 2013.
<b>Lettonie</b>	Examen au titre du Protocole de la Charte de l'énergie sur l'efficacité énergétique et les aspects environnementaux connexes 2008	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2017
<b>Liechtenstein</b>		
<b>Lituanie</b>		Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2014
<b>Luxembourg</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2014	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2014
<b>Malte</b>	Projet ODYSSEE-MURE 2012 Projet Energy Efficiency Watch 2013	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2017
<b>Monaco</b>		
<b>Monténégro</b>		Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2014
<b>Norvège</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2011	Note 2.
<b>Ouzbékistan</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2015	Loi sur l'utilisation rationnelle de l'énergie mise à jour en 2003. Pas d'objectifs.
<b>Pays-Bas</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2014	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2017
<b>Pologne</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2016	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2014
<b>Portugal</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2016	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2013
<b>République de Moldova</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2015	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2013. Objectifs : réduire l'intensité énergétique de 10 %, la consommation d'énergie des bâtiments de 20 %.
<b>République slovaque</b>	Examen au titre du Protocole de la Charte de l'énergie sur l'efficacité énergétique et les aspects environnementaux connexes 2009 Examen régulier de l'efficacité énergétique au titre de la Charte de l'énergie 2006 Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2012	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2017
<b>République tchèque</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2016	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2017
<b>Roumanie</b>	Examen au titre du Protocole de la Charte de l'énergie sur l'efficacité énergétique et les aspects environnementaux connexes 2006 ODYSSEE-MURE 2012	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2014
<b>Royaume-Uni</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2012	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique 2017
<b>Saint-Marin</b>		
<b>Serbie</b>		Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2013
<b>Slovénie</b>		Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique 2014
<b>Suède</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2013	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2017
<b>Suisse</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2012	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique, 2008

Pays	Examen de la politique d'efficacité énergétique	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique ou équivalent/Objectif d'efficacité énergétique
<b>Tadjikistan</b>	Examen au titre du Protocole de la Charte de l'énergie sur l'efficacité énergétique et les aspects environnementaux connexes 2013 Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2015	Loi relative à l'efficacité énergétique et aux économies d'énergie 2013.
<b>Turquie</b>	Examen au titre du Protocole de la Charte de l'énergie sur l'efficacité énergétique et les aspects environnementaux connexes 2014 Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2016	Plan d'action national en matière d'efficacité énergétique (en cours d'élaboration)
<b>Turkménistan</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2015	
<b>Ukraine</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2012/13/15 Examen régulier de l'efficacité énergétique au titre de la Charte de l'énergie 2013	La stratégie jusqu'en 2030 propose une réduction de 30 à 35 % de l'intensité énergétique d'ici cette date
<b>Union européenne</b>	Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE 2014	Plan d'action de la Commission européenne pour l'efficacité énergétique 2006. Note 1.

Source : Examen approfondi de l'efficacité énergétique, AIE<sup>139</sup> ; Base de données de l'AIE sur les politiques et les mesures<sup>140</sup> ; IEA (2015a) ; European Commission (2017e) ; Nordic Council of Ministers Secretariat (2014).

**TABLEAU 3.5** Résultats en termes de productivité découlant des multiples avantages de l'efficacité énergétique dans l'industrie

Impact de l'efficacité énergétique	Résultats économiques	Résultats sociaux	Résultats environnementaux
<b>Les entreprises</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● L'amélioration de la rentabilité et de la productivité peut représenter jusqu'à 2,5 fois les économies d'énergie.</li> <li>● Améliorations techniques de l'efficacité énergétique — nouveaux procédés et technologies</li> <li>● Amélioration de la sécurité énergétique.</li> <li>● Amélioration de la compétitivité.</li> <li>● Diffusion de la technologie et amélioration de la chaîne d'approvisionnement.</li> <li>● Nouvelles opportunités commerciales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Conditions de travail plus sûres.</li> <li>● Davantage de satisfaction au travail, meilleures conditions de travail.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Réduction de la pollution locale de l'air et de l'eau.</li> <li>● Préservation de l'eau.</li> <li>● Réduction des déchets physiques.</li> </ul>
<b>Économie et société nationales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Gains macroéconomiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Amélioration de la santé grâce à la réduction de la pollution locale.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Réduction de la pollution locale de l'air et de l'eau.</li> </ul>
<b>Société mondiale et environnement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Nouvelles opportunités commerciales dans le domaine des technologies et des services verts.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Moins de conflits au sujet des ressources limitées et des flux de déchets.</li> <li>● Main-d'œuvre de plus grande valeur dans les produits et services liés à la productivité énergétique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Réduction de la demande d'extraction de ressources physiques et d'énergies primaires non renouvelables.</li> <li>● Réduction des émissions de gaz à effet de serre et autres émissions dans l'air et l'eau.</li> </ul>

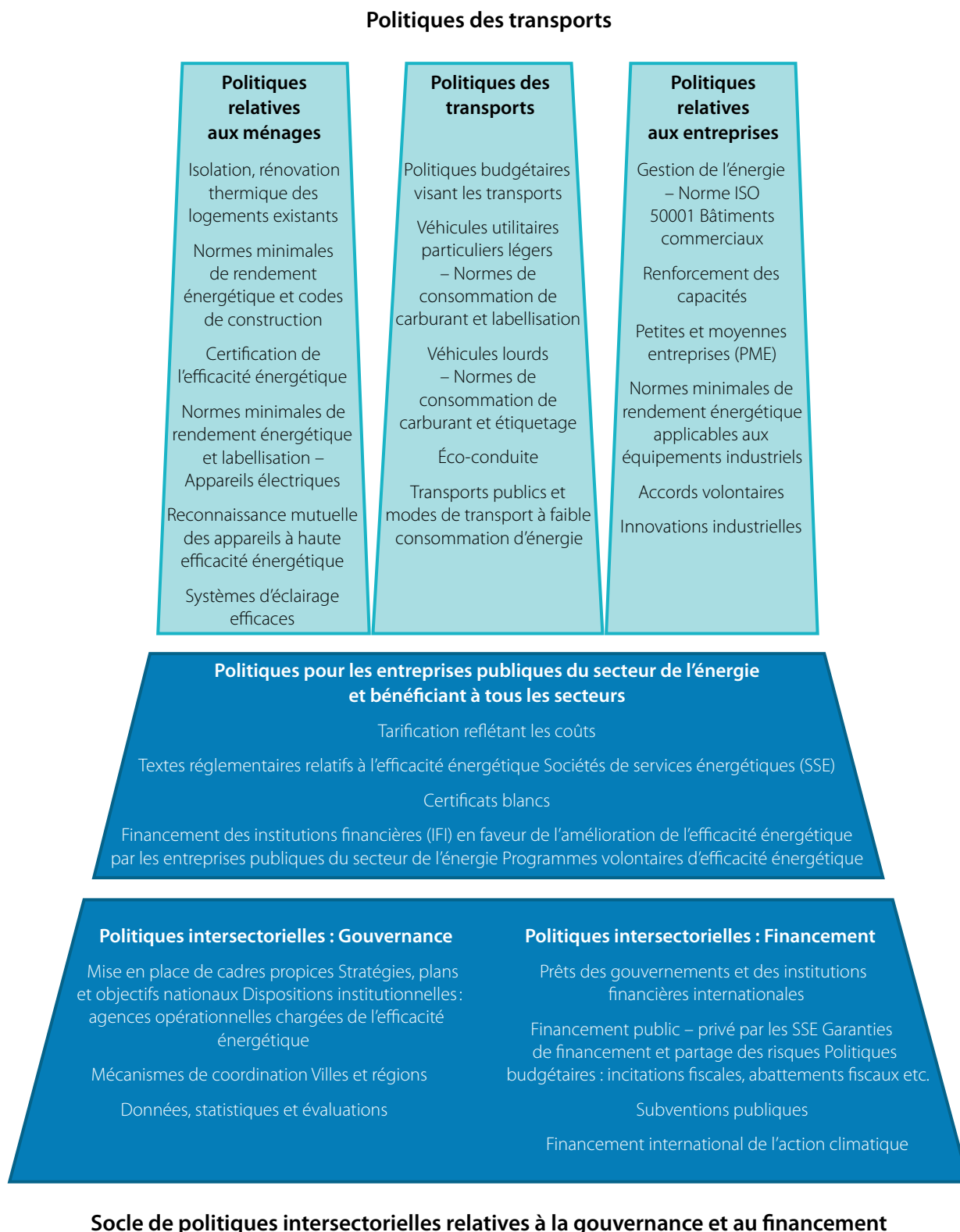
Source : Dérivé de IEA (2014a) et IPCC (2014a).

Pour exploiter les vastes potentiels de l'amélioration de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables, les pouvoirs publics doivent s'engager à pratiquer une bonne gouvernance. Les données de terrain actuelles doivent être accessibles et vérifiées pour pouvoir servir de base à l'élaboration de cadres politiques favorables, réalistes et conduisant à des décisions d'investissement efficaces. Un cadre de gouvernance et des politiques financières propices demeurent les principaux défis à relever dans la plupart des pays. Dans le même temps, ces politiques doivent être flexibles et adaptables afin de permettre une amélioration continue à mesure qu'un plus grand nombre de données leur sont transmises.

La figure 3.3 résume l'ampleur des politiques d'efficacité énergétique exposées dans un rapport de la CEE qui souligne la nécessité de lignes d'actions intersectorielles qui constituent le socle des politiques applicables aux entreprises publiques du secteur de l'énergie, d'un système financier propice et de politiques opérationnelles relatives aux ménages, aux transports et au secteur des entreprises.

Les meilleures pratiques en matière de politiques ne peuvent être efficaces que si elles sont pleinement appliquées à l'échelon local. Les politiques qui ont bien fonctionné dans un contexte donné ne fonctionnent pas nécessairement bien dans un autre. Les cas présentés dans ce rapport sont des exemples concrets de politiques et de mesures qui ont fait

FIGURE 3.3 Cadre de meilleures pratiques dans les politiques visant à promouvoir l'efficacité énergétique



Source : UNECE (2015b).

leurs preuves dans les contextes pour lesquels elles ont été conçues. Tous les pays devraient examiner soigneusement leurs besoins respectifs en matière de développement, les conditions locales à prendre en compte, et les priorités d'une politique d'efficacité énergétique sur mesure.

### 3.4. Intégration de la production décentralisée

*Les progrès technologiques rapides et la convergence de tendances multiples et disparates ont déjà perturbé de nombreuses industries et entreprises, et certains signaux laissent entrevoir que le secteur de l'énergie pourrait être le prochain en ligne de mire. Une vaste mutation dans la façon de produire ou de consommer l'énergie pourrait perturber l'ensemble des marchés énergétiques, en commençant par les marchés de l'électricité, pour ensuite faire bouler de neige<sup>142</sup>.*

Des techniques énergétiques totalement nouvelles continueront de voir le jour et d'être exploitées par certains pays. Pour pouvoir bénéficier de ces avancées, un nouvel ensemble de politiques et de pratiques énergétiques est nécessaire afin de permettre l'intégration de solutions de production décentralisée d'énergie durable<sup>143,144</sup>. Ces solutions sont généralement des sources d'énergie renouvelables, comme le solaire photovoltaïque, l'éolien, le biogaz, la biomasse, les petites centrales hydroélectriques et la géothermie, mais peuvent aussi inclure des microturbines alimentées au gaz. Plusieurs caractéristiques des énergies renouvelables complexifient leur intégration dans les infrastructures énergétiques existantes, qu'il s'agisse du réseau de distribution national ou des réseaux locaux.

Dans de nombreux pays, l'efficacité énergétique, les énergies renouvelables, l'accès et l'abordabilité sont pris en considération dans le cadre de filières politiques distinctes, gérées par des agences et des budgets séparés et dissociées des politiques et de la planification énergétiques à caractère plus général. De nouveaux paradigmes adaptatifs et résilients de gestion de la demande et des actifs, d'optimisation et d'intégration des systèmes s'avèrent nécessaires. Les pays qui en ont conscience et soutiennent la réalisation des ODD peuvent anticiper les bénéfices multiples et importants et les retombées positives sur le plan socioéconomique et environnemental.

#### 3.4.1. Questions sélectionnées et réponses des pays

Cette section met l'accent sur l'intégration des énergies renouvelables variables, qui pose problème pour l'intégration du réseau et les conceptions actuelles des marchés de l'électricité. Elle traite en outre des possibilités offertes par l'énergie renouvelable distribuée aux communautés éloignées. Des études de cas sont présentées pour l'Ukraine, le Danemark et la Croatie.

**Question 1 : Intégration des énergies renouvelables variables : la nécessité d'une offre flexible et d'une meilleure conception du marché**

L'intégration d'énergies renouvelables « variables » ou « intermittentes », en particulier solaires et éoliennes, dans le bouquet énergétique pose des problèmes de transport et de distribution. Certains pays s'adaptent à la part croissante

#### Étude de cas n° 12 : Intégration des énergies renouvelables variables dans les réseaux de distribution d'électricité existants<sup>145</sup>

Le déploiement et l'intégration de l'électricité en provenance de sources renouvelables variables se déroulent en quatre étapes, dont chacune a des spécificités et des priorités opérationnelles propres.

Tout d'abord, la production des centrales éoliennes et solaires est soumise à des variations quotidiennes de la demande d'électricité. La part annuelle variable de l'électricité renouvelable représente environ 3 % de la production annuelle d'électricité. Deuxièmement, des pratiques opérationnelles, telles que les prévisions intelligentes de production d'électricité renouvelable variable, sont introduites. Les Pays-Bas, la Suède, l'Autriche et la Belgique en sont à ce stade dans la région de la CEE. Leur part d'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables variables se situe entre 3 et 15 %.

Dans la troisième phase, la variabilité affecte le fonctionnement global du système, y compris celui d'autres centrales électriques. La flexibilité du système électrique est alors primordiale. Le réseau électrique doit tenir compte d'une certaine incertitude et variabilité dans l'équilibre entre offre et demande. Les deux principales ressources flexibles à ce jour sont les centrales électriques commandées (que l'on peut commander) et le réseau de transport, mais les options du côté de la demande et les nouvelles technologies de stockage de l'énergie gagnent en importance. Les pays à ce stade sont l'Italie, le Royaume-Uni, la Grèce, l'Espagne, le Portugal et l'Allemagne, avec des parts d'électricité en provenance de sources renouvelables variables de 15 % à 25 %.

La quatrième et dernière phase est celle des défis « hautement techniques » et « moins intuitifs », qui nécessitent une certaine résilience face à des événements susceptibles de perturber le fonctionnement normal sur des périodes de temps très courtes. Seuls le Danemark et l'Irlande peuvent être considérés comme faisant face à ces défis, avec une part d'électricité renouvelable variable allant de 25 % à 50 % de la production annuelle d'électricité.

Les pays dont la part de l'hydroélectricité est historiquement importante, à l'instar de la Norvège, ont été les premiers à adopter des politiques et des techniques de commercialisation gérant la variabilité annuelle de l'hydroélectricité.



des énergies renouvelables «variables» ou «intermittentes» dans leurs systèmes énergétiques, notamment le Danemark, l'Allemagne et l'Espagne. La conception et l'exploitation du marché sont en cours d'adaptation afin de renforcer cette intégration et d'assurer l'équilibre indispensable sur le réseau.

L'infrastructure institutionnelle et technologique existante dans la plupart des pays de la CEE a été conçue pour des

combustibles fossiles avec un modèle de charge de base. Il n'est pas facile de moderniser et convertir ces systèmes pour y inclure l'énergie renouvelable. L'un des problèmes consiste à déterminer comment adapter aux énergies renouvelables variables les systèmes énergétiques existants, qui s'appuient sur le stockage du combustible et la disponibilité à la demande.

### Étude de cas n° 13 : La responsabilité de la gestion de la variabilité croissante de l'offre<sup>146</sup>

Le 6 avril 2017, le Parlement ukrainien a présenté le projet de loi n° 4493 du 21 avril 2016 sur le marché de l'électricité (le « projet de loi sur le marché de l'électricité »), qui établit la responsabilité des producteurs dans la gestion des déséquilibres horaires sur le marché du lendemain, où ils vendront de l'électricité à des tarifs «verts».

Il est prévu une introduction progressive de la responsabilité de l'énergie solaire et éolienne, sur la base d'une progression annuelle de 10% à partir de 2021 jusqu'en 2030, avec une tolérance de 10% pour l'éolien et les petites centrales hydroélectriques (la marge de tolérance pour ces dernières restera valable jusqu'en 2025), ainsi qu'une tolérance de 5% pour le solaire. Le texte prévoit également la possibilité de souscrire des contrats préliminaires d'achat d'électricité avant la construction lorsqu'un producteur d'électricité à partir d'énergies renouvelables a signé des titres de propriété sur les terrains respectifs, obtenu un permis de construire ou un document similaire en vertu des lois ukrainiennes et signé un contrat de raccordement au réseau.

Les producteurs d'électricité à partir d'énergies renouvelables qui ont mis en service leurs centrales électriques avant l'entrée en vigueur du projet de loi sur le marché de l'électricité sont exonérés de toute responsabilité en cas de déséquilibre jusqu'en 2030.

L'énergie renouvelable distribuée peut renforcer la résilience d'un système énergétique et améliorer l'accès à l'énergie dans les pays qui ne disposent pas de ressources énergétiques suffisantes pour leur développement économique. Bien que le bois de chauffage et les biocarburants transformés puissent être stockés, la disponibilité de la plupart des autres énergies renouvelables est diurne ou saisonnière. Par conséquent, les énergies renouvelables variables ont besoin d'un système de secours, alimenté par le réseau, une batterie locale, ou un système de production d'énergie de remplacement. La taille de l'alimentation de secours dépend de l'importance des pics de demande et de leur coïncidence avec les ressources énergétiques renouvelables variables disponibles.

Les études de cas n°s 12 et 13 montrent que la mise en œuvre réussie des énergies renouvelables distribuées nécessite des politiques de marché propices. Il convient d'adresser aux producteurs décentralisés des signaux de prix de l'énergie et des capacités les incitant à investir dans les énergies renouvelables distribuées. Les interactions entre la demande et l'offre en temps réel sont des facteurs clés du succès des énergies renouvelables distribuées et constituent pour les investissements économiques des signaux plus durables que les mesures de soutien typiques aux énergies renouvelables, comme la tarification préférentielle de l'électricité provenant de sources d'énergie renouvelables ou les subventions aux énergies renouvelables. En effet, offrir des subventions alors que les investisseurs reçoivent de mauvais signaux de prix pour l'énergie utilisée ou générée peut engendrer des résultats pervers. Le rapport du Forum économique mondial intitulé «The Future of Electricity» souligne que le développement des énergies renouvelables nécessite des politiques plus claires pour encourager les investissements économiques.

### Question 2 : Énergies renouvelables distribuées pour les communautés éloignées

Certains des premiers investissements dans les énergies renouvelables ont été réalisés dans des communautés éloignées, pour permettre à ces énergies de répondre aux exigences sociales et aux programmes de développement local, du fait des contraintes pesant sur les ressources énergétiques traditionnelles.

Au fil du temps, l'offre d'énergies renouvelables développée par les communautés a pris de l'ampleur et le concept de villages énergétiquement indépendants a évolué, en particulier en Europe occidentale et centrale. Ainsi en Allemagne, un ensemble de villages, dont le plus célèbre est Feldheim, fort de ses 150 habitants, produit suffisamment d'énergies renouvelables pour couvrir sa propre demande énergétique et revend au réseau national sa surproduction à partir des 122,6 MW d'énergie éolienne, solaire et de biomasse<sup>147</sup>. En fait, loin d'être hors réseau, ces villages sont connectés au réseau national ce qui leur permet de compenser le caractère intermittent de l'approvisionnement en énergies renouvelables variables.

Un autre exemple vient du Danemark. Sans ressources énergétiques significatives, dans les années 1970, le pays est devenu tributaire du pétrole importé. Les chocs des prix, associés à l'embargo pétrolier des années 1970, ont mis en évidence l'ampleur de cette dépendance. Bon nombre des éoliennes érigées dans les années 1980 et au début des années 1990 étaient, et sont toujours, la propriété de coopératives locales. La première a été établie en 1980 près d'Aarhus dans le Jutland. L'étude de cas no 14 fournit plus de détails.

### Étude de cas n° 14 : Coopératives d'éoliennes au Danemark<sup>148</sup>

Au Danemark, les éoliennes en copropriété sont organisées sous la forme de partenariats, dotés d'une responsabilité conjointe et solidaire. Dans la pratique, le risque posé par ce type de responsabilité est minimisé dans la mesure où la société n'est pas habilitée à contracter des dettes. Ce principe est garanti par leurs statuts qui stipulent que la société ne peut contracter de dettes et que les éoliennes doivent être correctement assurées. Les partenaires possèdent une partie de l'éolienne correspondant au nombre d'actions achetées. Souvent, une part représente une production annuelle de 1 000 kWh de l'éolienne en question.

Les particuliers et les coopératives ont joué un rôle important dans le développement du secteur éolien danois.

À ce jour, 15 % des éoliennes danoises sont aux mains d'environ 300 coopératives.

L'acceptation locale d'un projet éolien est indispensable. La résistance du public à l'installation d'éoliennes dans le paysage a été, et est toujours, l'un des principaux obstacles au développement de cette énergie. Les sondages d'opinion révèlent un large soutien de la population à l'énergie éolienne sur un plan général. Mais les incertitudes et le manque d'information dans la phase de planification des futurs projets éoliens font souvent naître un certain scepticisme local. L'expérience de plusieurs projets éoliens au Danemark montre que la participation du public à la phase de planification et à la copropriété améliore l'acceptation. De plus, deux projets offshore privés témoignent du fait que le développement de coopératives et la copropriété sont également une option dans les projets de plus grande envergure.

Le parc éolien offshore de Middelgrunden (40 MW), proche de Copenhague, a été développé grâce à une coopération entre la municipalité, une société d'énergie et, surtout, des particuliers. Il s'agit du plus grand parc éolien coopératif au monde, avec plus de 8 000 membres. Le projet Samsø au large de la côte orientale du Jutland (23 MW) a été mis en œuvre par une coopérative associant la population locale de l'île de Samsø et la municipalité.

### Étude de cas n° 15 : Énergies renouvelables distribuées : la forte quote-part d'énergies renouvelables traditionnelles de la Croatie<sup>149</sup>

L'utilisation de la biomasse traditionnelle reste une source d'énergie déterminante dans de nombreux pays d'Europe du Sud-Est et devrait se poursuivre dans un proche avenir<sup>150</sup>. L'utilisation de biocombustibles solides (bois de chauffage) en Croatie illustre la tradition toujours actuelle du chauffage au bois dans de nombreux pays de la CEE. La facilité d'accès et la gratuité de ce combustible, en particulier dans les villages où de nombreuses personnes possèdent une petite parcelle boisée, en expliquent le succès. Dans les villes, certaines maisons multifamiliales achètent également du bois de chauffage avant l'hiver et l'entreposent pour la saison hivernale. Le prix du bois de chauffage est bien inférieur à celui des autres combustibles. La biomasse représente environ 55 % de la consommation totale d'énergies renouvelables en Croatie, dont 91 % issus de la biomasse solide<sup>151</sup>. Les ressources de biomasse solide sont fournies par les résidus forestiers et les sous-produits agricoles, notamment de la paille de blé et de la canne de maïs. Le potentiel de chauffage est estimé à 36 PJ jusqu'en 2020 (en 2013, le pouvoir calorifique utilisé s'est élevé à 13 PJ). Il est également prévu d'installer 140 MW de centrales électriques alimentées par la biomasse d'ici à 2020, 420 MW d'ici à 2030 et d'augmenter la production de granulés et de briquettes comme combustible pour les unités de cogénération<sup>152</sup>. La production d'électricité par la biomasse s'élevait à 0,9 % en 2012, dont environ 40 % issus de la biomasse solide. La chaleur provenant des énergies renouvelables représentait 10,5 % de l'énergie thermique produite en 2012, la plupart (89 %) provenant de la biomasse solide<sup>153</sup>.

Dans toute la région de la CEE, de nombreuses agglomérations sont dotées de réseaux de gaz ou de chauffage urbain qui ne sont tout simplement pas économiques et, alors que l'électricité est omniprésente, les pompes à chaleur restent trop onéreuses ou peu pratiques pour certains. Dans de telles situations, les habitants sont tentés de recourir à une combinaison électricité et bois pour se chauffer, lorsque cette solution est économique.

Ces options renouvelables et autosuffisantes ont leur importance pour lutter contre la pauvreté énergétique. Souvent, dans les maisons, seul le salon, et éventuellement une pièce supplémentaire, sont chauffés. Les principaux défis ont trait à l'isolation des logements et à l'amélioration de l'efficacité des poêles à bois traditionnels et modernes.

En 2015, le Danemark a produit 42 % de son électricité à partir de l'éolien et prévoit de répondre à la totalité de ses besoins énergétiques par les énergies renouvelables d'ici à 2050.

Les cuisinières et poêles à bois traditionnels, en maçonnerie, utilisés dans toute la région de la CEE offrent généralement une utilisation efficace d'une ressource en bois de chauffage durable et répartie. Ils diffèrent grandement des modèles de cuisinière d'autres régions, à l'efficacité médiocre et à fortes émissions, et représentent pour de nombreuses communautés une option moins coûteuse que l'approvisionnement en chauffage urbain à combustible fossile. Voir l'étude de cas

n° 15 pour plus d'informations sur l'utilisation traditionnelle de la biomasse en Croatie.

Le test des chauffages à combustible solide est mal coordonné avec les différentes procédures d'essai locales et le rendement réel dépend de la compétence de l'opérateur. Un nombre limité d'essais de combustion révèle pour les poêles en maçonnerie traditionnels et modernes une efficacité semblable à d'autres poêles à bois à combustion contrôlée. L'efficacité est généralement supérieure à 60 % et peut grimper jusqu'à 72 %<sup>154</sup>.

Si l'adoption généralisée des énergies renouvelables modernes est essentielle à l'indispensable transition énergétique, les biocombustibles traditionnels continuent de jouer un rôle essentiel dans de nombreux pays de la CEE. Les politiques devraient faire des biocarburants traditionnels un élément pratique et habilitant de la transition énergétique.

### 3.4.2. Opportunités et perspectives

Certains pays, en dépit de leurs réserves importantes et rentables de combustibles fossiles, se sont fixés des objectifs ambitieux en matière d'énergies renouvelables. Leur aptitude à poursuivre ces objectifs dépend du réseau électrique et des capacités d'investissement ainsi que des ressources énergétiques renouvelables disponibles. Tous les pays ne commencent pas leur transition énergétique avec un potentiel propice en matière d'énergies renouvelables.

#### Tirer parti des ressources renouvelables disponibles

Les contextes climatique et géographique sous-jacents sont des considérations importantes pour le potentiel d'un pays en matière de ressources énergétiques primaires renouvelables. En termes d'énergie solaire, la région de la CEE se caractérise par un ensoleillement faible, de l'ordre de 700 à 1 200 kWh/kilowatt crête (kWc)<sup>155</sup> pour la plupart des pays<sup>156</sup>. Les États-Unis disposent du potentiel le plus élevé, atteignant presque 2 000 kWh/kWc, suivis par les pays d'Asie centrale, en particulier le Tadjikistan et la Turquie, puis par l'Espagne, l'Italie et l'Arménie. Même les pays à faible ensoleillement comme l'Allemagne peuvent installer des systèmes photovoltaïques à grande échelle. Fin 2016, la puissance photovoltaïque nominale totale installée en Allemagne s'élevait à 41 GW, répartis sur 1,5 million de centrales électriques<sup>157</sup>.

Des initiatives de suivi du potentiel des sources d'énergie renouvelables ont été lancées, par exemple l'Atlas mondial pour l'énergie solaire et éolienne publié par l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (Irena)<sup>158</sup>. Ce document fait apparaître un vaste potentiel dans différentes sous-régions de la CEE, en particulier dans les zones côtières le long de l'Europe occidentale et centrale, ainsi que sur la côte nord-américaine. Il n'existe pas encore de carte mondiale similaire pour la bioénergie, mais de nombreuses évaluations nationales sont publiées, par exemple l'Atlas des biocarburants pour les États-Unis élaboré par le National Renewable Energy Laboratory (NREL)<sup>159</sup> et un simulateur de bioénergie de l'IRENA<sup>160</sup>.

Certains pays partent d'un niveau très bas pour poursuivre des objectifs ambitieux en matière d'énergies renouvelables. Au Kazakhstan, par exemple, l'électricité renouvelable ne représente que 1 % de la consommation d'électricité, mais le pays s'est fixé comme objectifs de passer à 3 % d'ici à 2020, à 10 % d'ici à 2030 et à 50 % d'énergies renouvelables d'ici à 2050<sup>161</sup>. En tant que pays exportateur de pétrole et de gaz, divers mécanismes de soutien et d'incitation à l'investissement

sont à mettre en place afin de tirer au mieux parti du potentiel d'énergies renouvelables du pays. Il offre des solutions énergétiques propres distribuées, en particulier dans les zones rurales où vivent 47 % de la population<sup>162</sup>.

Certains pays disposant déjà d'importantes capacités en matière d'énergies renouvelables se heurtent à des difficultés pour assurer la transition de leurs systèmes d'énergies renouvelables centralisés traditionnels à de nouvelles solutions d'énergies renouvelables mieux réparties. La capacité d'investissement dans les énergies renouvelables et le commerce transfrontalier des produits énergétiques renouvelables est donc un facteur important pour de nombreux pays et peut déclencher d'autres améliorations économiques dans les coûts des énergies renouvelables pour certains pays.

#### Un marché de l'électricité évolutif pour répondre aux défis dynamiques de l'électricité distribuée

Les marchés de l'électricité se tournent déjà vers les consommateurs<sup>163</sup>. On parle du «prosommateur», qui consomme de l'électricité, mais en produit aussi, par exemple par le biais de panneaux solaires installés sur le toit de l'habitat. Ce virage est important pour les entreprises de réseau qui doivent équilibrer la croissance de la capacité d'énergies renouvelables variables distribuée tout en vendant des volumes d'électricité plus faibles. L'un des obstacles courants posés au changement est le pilotage technique des systèmes électriques. Pour fonctionner efficacement, ils ont besoin d'un mécanisme de planification conçu de façon centralisée, parce que leurs propriétés physiques exigent une réponse instantanée aux changements de la demande et de l'offre. Cependant, dans les faits, notre capacité à mesurer et comprendre la dynamique des systèmes en temps réel a changé au cours des trente dernières années. Les options techniques ont évolué, passant d'un modèle d'investissement dans des installations centrales à des systèmes distribués.

La transformation de l'énergie répartie, fondée sur l'efficacité énergétique du côté de la demande et les énergies renouvelables réparties, répondra aux problèmes de qualité d'accès, d'abordabilité et de résilience du système pour un coût moindre et un impact environnemental plus faible que la plupart des options de sécurité d'approvisionnement.

La nouvelle offre d'énergie conventionnelle est considérée comme fiable et sûre par les décideurs. Mais il est de plus en plus manifeste que la promotion de l'efficacité de l'utilisation finale est non seulement plus économique que les nouvelles options d'approvisionnement, et qu'elle offre de multiples avantages sociaux et économiques, pour un coût inférieur à celui des options traditionnelles. C'est particulièrement vrai dans les pays où les services de chauffage sont inefficaces ou inabordables. Dans ce cas, la valeur de l'amélioration du confort et de la réduction des coûts de santé peut dépasser celle de la réduction de la demande d'énergie et des investissements

dans l'efficacité énergétique. En effet, dans les climats continentaux les plus froids, des pays tels que le Kazakhstan et la Fédération de Russie connaissent une demande de chauffage particulièrement forte alors que leurs possibilités de production d'énergies renouvelables sont limitées.

Pour améliorer la fourniture de services, l'économie des systèmes énergétiques et la résilience énergétique, il est nécessaire d'élaborer un système maximisant la valeur pour la société plutôt que de privilégier le coût du cycle de vie des options d'approvisionnement en énergies renouvelables (et autres).

### Opportunité : Passer du coût moyen actualisé de l'électricité à la valeur du réseau<sup>164</sup>

Du fait de la déstabilisation des systèmes électriques existants par les nouvelles technologies et ressources, les facteurs de coûts sous-jacents évoluent eux aussi, passant d'indicateurs simples à des mesures plus complexes. La focalisation traditionnelle sur le coût moyen actualisé de l'électricité n'est plus suffisante. Les approches de la prochaine génération doivent tenir compte de la valeur de l'électricité produite à partir de l'éolien et du solaire.

La valeur du système est définie comme le bénéfice global découlant de l'adjonction d'une production d'énergie éolienne ou solaire au système électrique. Elle est déterminée par l'interaction des aspects positifs et négatifs. Les effets positifs peuvent inclure la diminution des coûts du combustible, la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> et d'autres polluants, des besoins moindres en termes de capacités de production et, éventuellement, d'infrastructures de réseau, et la réduction des déperditions. Du côté négatif, citons l'augmentation de certains coûts, comme ceux des centrales électriques conventionnelles à cycle et des infrastructures de réseau supplémentaires, ainsi que la limitation de la production des énergies renouvelables variables en raison des contraintes du système. La valeur du réseau est une information cruciale, bien plus que les coûts de production ; si elle est supérieure au coût de production, une capacité supplémentaire en énergies renouvelables variables contribuera à abaisser le coût total du réseau électrique.

À mesure que la part de la production d'énergies renouvelables variables augmente, la variabilité de cette production et d'autres effets négatifs peuvent engendrer une baisse de la valeur du système. Il est important d'établir une distinction entre valeur à court terme et valeur à long terme du système des énergies renouvelables variables. À court terme, la valeur du réseau est fortement influencée par l'infrastructure existante et les besoins actuels du réseau électrique. À titre d'exemple, si une nouvelle production est nécessaire pour répondre à une demande croissante ou à des mises hors service – comme c'est le cas en Afrique du Sud – la valeur du système aura tendance à être plus élevée. En revanche, la présence d'importantes capacités de production relativement rigides – comme en Allemagne – peut entraîner une baisse plus rapide de la valeur du système à court terme. Pour les stratégies énergétiques à long terme, la valeur du système à long terme est la plus pertinente. Elle tient compte à la fois des économies de combustible et des investissements en capital. Afin d'attirer les investissements dans les énergies renouvelables variables au coût le plus bas, les mécanismes politiques sont tenus de fournir des garanties de revenus à long terme suffisantes aux investisseurs. Ils doivent par ailleurs être conçus en tenant compte des différences entre les systèmes utilisant des technologies de production différentes. La pratique politique actuelle offre déjà un certain nombre de moyens d'accroître la valeur des énergies renouvelables variables en facilitant des stratégies de déploiement adaptées au système.

Quelle que soit la structure actuelle du marché de l'énergie, il faut donner aux investisseurs des signaux durables permettant une vision plus claire des justifications de nouvelles capacités en termes d'énergies renouvelables, qu'elles soient centralisées ou distribuées, et offrant une base fiable d'évaluation des investissements et de leur rendement sur toute la durée de vie de l'investissement. Ceci s'applique en toute circonstance, que l'investisseur soit un ménage urbain, un agriculteur, une entreprise ou un investisseur professionnel dans le secteur des centrales électriques. La motivation est la même pour tous : un rendement fiable de l'installation de production d'énergie renouvelable.

### 3.5. Améliorer la durabilité du côté de l'offre dans la production et le transport énergétiques

Des conceptions naïves de la sécurité d'approvisionnement persistent dans de nombreux pays. On y estime que la sécurité est renforcée par l'autosuffisance, généralement grâce à de nouveaux approvisionnements intérieurs en

combustibles fossiles, que le commerce de l'énergie est peu fiable et que les énergies renouvelables sont intermittentes et difficiles à stabiliser (la notion de stabilité diffère de celle de sécurité d'approvisionnement). Les paradigmes et politiques institutionnels qui ont bien fonctionné au cours des cinquante dernières années sont désormais remis en question par une gamme plus large de produits et services liés aux énergies renouvelables et à la demande.

#### 3.5.1. Questions sélectionnées et réponses des pays

Sur tous les marchés, les opérateurs en place occupent une position de force du fait de l'expérience acquise et de leurs antécédents en matière de politiques et de pratiques en vigueur sur le marché. L'opérateur historique représente généralement l'inertie face au changement, en raison de son modèle économique et du désir de bénéficier de rentes économiques à partir des capitaux investis. La forte dépendance à l'égard des combustibles fossiles et des infrastructures connexes dans de nombreux pays de la CEE est une masse très difficile à faire bouger.

### Opportunité : La production d'énergie éolienne et solaire à venir – du coût à la valeur

Les énergies renouvelables variables font naître de nouveaux défis. Une approche systémique est la réponse appropriée à l'intégration des systèmes et se traduit au mieux par la notion de transformation du système électrique dans son ensemble. Cela suppose une action stratégique dans trois domaines :

- Un déploiement respectueux du système, visant à maximiser le bénéfice net des énergies éolienne et solaire pour l'ensemble du système.
- De meilleures stratégies d'exploitation, telles que des systèmes avancés de prévision des énergies renouvelables et l'amélioration de l'ordonnancement des centrales électriques.
- Des investissements dans des ressources flexibles supplémentaires, englobant des ressources du côté de la demande, le stockage de l'électricité, l'infrastructure du réseau et une production flexible.

Les énergies éolienne et solaire peuvent faciliter leur propre intégration au moyen de stratégies de déploiement respectueuses du système. Six domaines sont particulièrement importants :

- Capacités de service du système. Les progrès technologiques ont grandement amélioré le degré de prévisibilité de l'électricité renouvelable variable et son contrôle en temps réel. Avec la mise en place d'un cadre adapté, l'électricité renouvelable variable peut contribuer à équilibrer l'offre et la demande malgré sa dépendance à la disponibilité du vent et au soleil.
- Lieu de déploiement. Avec la chute rapide du coût de l'énergie solaire photovoltaïque et de l'énergie éolienne (terrestre), le déploiement devient économiquement intéressant, même dans des conditions de ressources plus faibles. Un choix plus large s'offre ainsi pour développer la diversité dans les centrales électriques et permettre une production énergétique plus proche de la demande.
- Bouquet technologique. La production d'énergies éolienne et solaire est complémentaire dans de nombreuses régions du monde. Elle peut être complémentaire à d'autres énergies renouvelables, telles que l'hydroélectricité, et de précieuses synergies peuvent naître du déploiement d'une combinaison de technologies coïncidant avec la charge.
- Intégration locale avec d'autres ressources. Le déploiement distribué de l'électricité renouvelable variable peut ouvrir la voie à l'intégration directe de la ressource de production avec d'autres options de flexibilité pour former un ensemble intégré. Ainsi, les systèmes photovoltaïques solaires peuvent être associés à des réponses du côté de la demande ou des ressources de stockage pour mieux satisfaire la demande locale et réduire ainsi le besoin d'investissements dans l'infrastructure du réseau de distribution.
- Critères de conception économique. La conception d'installations éoliennes et solaires peut être optimisée pour en faciliter l'intégration. À titre d'exemple, une étude de modélisation détaillée, réalisée dans le cadre de ce projet, a mis en évidence que les éoliennes dotées de pales plus grandes que ce qu'exige la génératrice produisent de l'électricité de façon moins variable, ce qui atténue les problèmes d'intégration.
- Planification intégrée, suivi et révision. Les coûts relatifs des énergies renouvelables intermittentes et d'autres technologies de production, ainsi que le coût de diverses ressources flexibles, évoluent de façon dynamique. Par conséquent, la combinaison optimale de ressources flexibles et de stratégies de déploiement sensibles au système évoluera au fil du temps, d'où la nécessité d'adapter les stratégies.

Diverses questions sont examinées dans cette section, notamment la part élevée des combustibles fossiles dans la production d'électricité et la nécessité d'améliorer l'efficacité de cette dernière. Nous aborderons également les incidences et les possibilités d'élaboration de politiques axées sur la sécurité énergétique dans la région de la CEE et l'expansion des énergies renouvelables raccordées au réseau.

#### Question 1 : Une dépendance forte, non viable et persistante, à l'égard des combustibles fossiles

Les pays de la CEE dépendent des combustibles fossiles pour 80 % de leur approvisionnement énergétique. Le charbon fournit 18 % de l'approvisionnement total en énergie primaire de la région, ce qui est inférieur à sa part mondiale de 29 %. Par rapport aux autres combustibles fossiles, le charbon est responsable d'une part disproportionnée des émissions de CO<sub>2</sub>, soit 46 % à l'échelle mondiale, en plus des polluants

locaux qu'il engendre. Le gaz naturel représente 31 % de l'approvisionnement total en énergie primaire dans la région, contre 21 % au niveau mondial, et émet moins de CO<sub>2</sub> par unité d'énergie produite que le charbon. Les générateurs d'électricité, les flottes de transport et les services de chauffage utilisent tous des combustibles fossiles.

L'utilisation des combustibles fossiles a façonné l'infrastructure institutionnelle et technologique que nous utilisons aujourd'hui. Il est difficile et coûteux de changer son fusil d'épaule et de se convertir aux énergies renouvelables.

Nous sommes intrinsèquement tributaires des combustibles fossiles, aux rendements souvent médiocres, et abandonner cette situation pour évoluer n'est ni évident ni facile.

De nombreuses économies basées sur les combustibles fossiles, développées ou émergentes, dépendent massivement des importations d'énergie. L'Allemagne (64 %), l'Arménie (72 %), le Bélarus (88 %), la Géorgie (70 %) et la République de Moldova (90 %) sont tributaires des importations de fossiles pour plus de 60 % de leur approvisionnement total en énergie primaire<sup>166</sup>.



Dans l'ensemble, la part des combustibles fossiles reste élevée dans les pays. En Allemagne par exemple, la part des combustibles fossiles dans l'approvisionnement total en énergie primaire reste forte (80%) malgré les efforts de transition énergétique en cours. Cette situation est liée aux avantages qu'offrent les combustibles fossiles. Ils sont des vecteurs énergétiques relativement denses et faciles à commercialiser, tant au niveau régional que mondial. L'énergie renouvelable ne présente pas ces mêmes caractéristiques.

Cependant, l'infrastructure des combustibles fossiles vieillit dans la plupart des pays, ce qui représente une occasion de changement. Les pays qui ont réussi à réduire à ce jour leur ratio combustible fossile/approvisionnement total en énergie primaire ont profité d'un certain nombre de conditions favorables simultanées :

- Une stabilité économique et fiscale permettant de mettre en place des installations énergétiques efficaces, d'y investir pour répondre à la croissance de la demande et de remplacer ainsi les équipements vieillissants ;
- Des marchés de l'énergie compétitifs, en rapport avec les coûts et récompensant les investissements dans l'amélioration de l'efficacité énergétique ;
- Des politiques d'atténuation des impacts environnementaux ;
- Des ressources alternatives (gaz, nucléaire, énergies renouvelables).

Pour les pays affichant une part des combustibles fossiles supérieure à 80% de l'approvisionnement total en énergie primaire, un ou plusieurs de ces facteurs de changement ont généralement fait défaut. En principe, au fil du temps les pays sont en mesure d'intervenir positivement sur les trois premiers facteurs. Toutefois, malgré les engagements mondiaux en faveur du développement durable, l'accès aux ressources et aux technologies de substitution constitue un obstacle réel pour de nombreux pays. Si les nouvelles options permettent de poursuivre la croissance des énergies renouvelables, celles-ci sont le plus souvent distribuées et nécessitent des marchés qui incitent les consommateurs à les adopter.

Le passage d'un système énergétique fondé sur les combustibles fossiles à un système énergétique à faible émission de carbone est difficile et exige des efforts considérables dans tous les domaines : politique, structurel, financier et technologique.

**Question 2 : Progrès insuffisants de l'efficacité du secteur de l'approvisionnement dans la production énergétique à partir de combustibles fossiles**

L'efficacité de la conversion et de la transformation de l'énergie primaire en énergie finale est un aspect important de l'ODD 7. Le renforcement de l'efficacité permet de réduire les coûts et

les émissions de gaz à effet de serre. Le rapport entre énergie finale et énergie primaire reflète l'efficacité énergétique globale dans le secteur de l'approvisionnement. Ce ratio a diminué progressivement à l'échelle mondiale, passant de 72% en 1990 à 68% en 2010. Cela implique une réduction des déperditions dues à la conversion et à la transformation.

Dans la région de la CEE, le ratio a chuté d'environ 1,4% au cours de la même période, mais, avec 71%, il est resté supérieur à la moyenne mondiale de 68% (2010). En 2015, le ratio était de 68%. En 2014, 41% de l'électricité mondiale étaient produits par des centrales au charbon et 22% par des centrales au gaz<sup>167</sup>.

### Efficacité des centrales thermiques

Les changements de combustibles pour la production d'électricité expliquent les rendements moyens signalés dans les centrales. La part du charbon dans la production mondiale d'électricité passera de 41% en 2014 à 36% en 2021, sous l'effet de la baisse de la demande de la Chine et des États-Unis, de la croissance rapide des énergies renouvelables et de l'accent placé sur l'efficacité énergétique<sup>168</sup>.

La part des combustibles fossiles dans les secteurs de production d'électricité de la région de la CEE varie de 2% à 100%. Dans six pays, cette part est inférieure à 3% (l'Albanie, la Norvège, la Suisse, le Tadjikistan avec d'importantes ressources hydroélectriques, l'Islande avec la géothermie et la France avec l'énergie nucléaire). Le Danemark et l'Allemagne affichent des parts respectives de 40% et 57% de combustibles fossiles. Dans huit pays, les systèmes électriques reposent à plus de 90% sur les combustibles fossiles, notamment au Kazakhstan (92%), à Chypre (93%), en Azerbaïdjan (94%), en République de Moldova (94%), à Malte (97%), en Israël (98%), au Bélarus (99%) et au Turkménistan (100%)<sup>169</sup>.

Le charbon est le combustible dominant (30%) pour la production d'électricité dans la région de la CEE, suivi du gaz (25%), du nucléaire (21%) et de l'hydroélectricité (15%). La production d'électricité est à l'origine de 40% des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> et dans la région de la CEE le secteur de l'électricité contribue pour une part importante à ces émissions. L'intensité carbonique plus élevée du charbon et le rendement plus faible des centrales au charbon se traduisent par des émissions comparativement plus importantes. En 2014, le charbon représentait 73% des émissions mondiales de dioxyde de carbone du secteur de l'électricité, et le gaz représentait 20% des émissions mondiales de dioxyde de carbone des centrales électriques<sup>170</sup>.

Le rendement moyen des centrales électriques utilisant des combustibles fossiles (charbon, gaz et pétrole) dans la région de la CEE est passé de 36% en 1990 à 41% en 2014. Les générateurs au gaz ont été sensiblement améliorés, passant d'un rendement de 37% en 1990 à 49% en 2014, le taux le plus élevé parmi les régions<sup>171</sup>.



### Chapitre III : L'énergie durable au sein de la CEE : questions choisies et études de cas par pays

En utilisant des systèmes internes de données des centrales électriques, General Electric (GE) a évalué la portée des améliorations d'efficacité des centrales électriques et leur impact sur les émissions. Les tableaux 3.7 et 3.8 donnent

une estimation du potentiel technique (et non économique) d'amélioration de l'efficacité énergétique des centrales électriques au charbon et au gaz dans les principaux pays membres de la CEE, d'après l'analyse de GE.

**TABLEAU 3.6** Centrales électriques au charbon : potentiels d'amélioration de l'efficacité et de réduction des émissions de gaz à effet de serre

Pays	Production des centrales à charbon (GWh) 2015	Rendement moyen des centrales %	Potentiel de gains d'efficacité avec des améliorations	Réductions potentielles émissions CO <sub>2</sub> (Mt)	% Variation en CO <sub>2</sub>
Monde	8 920	34 %	38 %	924	11 %
États-Unis d'Amérique	1 356	37 %	42 %	296	9 %
Fédération de Russie	173	25 %	30 %	37	16 %
Allemagne	315	36 %	41 %	31	11 %
Pologne	134	34 %	39 %	16	12 %
Ukraine	83	30 %	36 %	14	16 %
Royaume-Uni	117	38 %	44 %	13	13 %
Kazakhstan	73	30 %	35 %	11	14 %
République tchèque	45	28 %	33 %	8	15 %
Turquie	80	34 %	38 %	8	10 %
Canada	64	38 %	43 %	6	11 %
Espagne	55	36 %	41 %	6	12 %

Source : GE (2017).

**TABLEAU 3.7** Centrales à gaz : potentiels d'amélioration de l'efficacité et de réduction des émissions de gaz à effet de serre

Pays	Production des centrales à gaz (GWh) 2015	Rendement moyen des centrales %	Potentiel de gains d'efficacité avec des améliorations	Réductions potentielles des émissions CO <sub>2</sub> (Mt)	% Changement en CO <sub>2</sub>
Monde	5 713	39 %	43 %	203	8 %
Fédération de Russie	564	26 %	30 %	45	12 %
États-Unis d'Amérique	1 316	45 %	48 %	34	6 %
Ouzbékistan	41	28 %	33 %	4	13 %
Turquie	134	45 %	48 %	3	6 %
Bélarus	34	28 %	32 %	3	13 %
Italie	130	45 %	47 %	3	5 %
Canada	73	41 %	44 %	2	8 %
Turkménistan	23	25 %	29 %	2	14 %

Source : GE (2017).

Dans les pays de la CEE qui dépendent de combustibles fossiles pour la production d'énergie, il serait possible de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> de 542 millions de tonnes grâce à des travaux de mise à niveau.

Près de 83 % du potentiel se trouvent dans les centrales au charbon. Les deux tiers des améliorations entreprises dans les centrales au charbon concernent la modernisation des turbines et des chaudières, le tiers restant étant consacré à l'actualisation des données opérationnelles et des logiciels.

Les centrales à gaz offrent un potentiel d'amélioration de l'ordre 55 % grâce à la modernisation des turbines et des chaudières et 45 % par les systèmes de données.

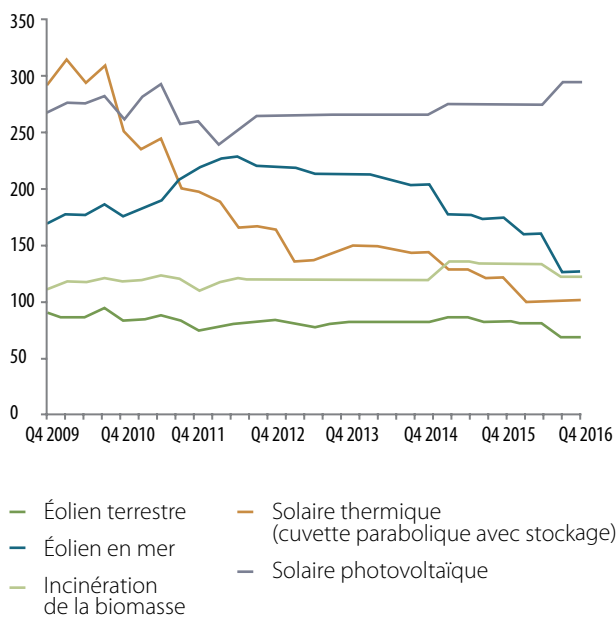
Parallèlement à l'efficacité des approvisionnements, les déperditions liées au transport et à la distribution d'électricité sont passées de 8,2 % en 1990 à 7,2 % en 2014, soit le taux le plus bas de l'ensemble des régions. Pour le gaz naturel, elles ont diminué de moitié, passant de 1,2 % à 0,6 %<sup>172</sup>.

**Question 3 : Élaboration de nouvelles politiques à l'appui de l'adoption des énergies renouvelables**

Malgré la baisse des coûts des énergies renouvelables (voir fig. 3.4) par mégawatheure (MWh) d'énergie renouvelable produite et la croissance rapide de ces énergies, il est difficile de poursuivre les avancées et d'en réaliser le plein potentiel.

Les principaux problèmes sont le manque persistant de politiques énergétiques favorables et durables à long terme, le manque d'investissement et de soutien des banques nationales dans de nombreux pays ayant moins d'expérience dans la mise en œuvre des énergies renouvelables, la pénurie de spécialistes et les facteurs géopolitiques qui perpétuent les subventions aux énergies conventionnelles, entravent le commerce et maintiennent le verrouillage des anciennes infrastructures basées sur les énergies fossiles et inefficaces.

**FIGURE 3.4** Évolution des prix des énergies renouvelables (2009-2016). Coût moyen actualisé de l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables sélectionnées (trimestre 3 de 2009 à semestre 2 de 2016 en dollars/MWh)



Source : Bloomberg New Energy Finance (2017).

Les politiques de soutien aux énergies renouvelables ont considérablement évolué au cours des dernières décennies. Alors que les mécanismes d'appui initiaux étaient axés sur des tarifications préférentielles garantissant un prix fixe pour les kWh fournis sur une période déterminée, des politiques de soutien plus efficaces et plus efficaces ont été développées au fil du temps. En particulier, le passage aux enchères d'énergies renouvelables vise à répondre à la nécessité de rendre les énergies renouvelables compétitives.

Un tableau récapitulatif des politiques en matière d'énergies renouvelables mises en œuvre dans les États membres de la CEE figure à l'annexe VI.

La plupart des pays de la région de la CEE ont mené des politiques en faveur des énergies renouvelables.

- En Bulgarie, la loi sur l'énergie produite à partir de sources renouvelables et la loi sur l'énergie permettent des prix préférentiels pour l'électricité produite à partir de sources renouvelables<sup>173</sup>. Le régulateur a fixé des tarifs préférentiels pour l'électricité produite à partir de sources renouvelables et de la biomasse. L'électricité renouvelable peut être vendue à des prix librement négociés et/ou sur le marché de l'équilibrage.
- Le plan d'action national ukrainien pour les énergies renouvelables de 2014 vise à mettre en œuvre une série de politiques en faveur de ces énergies – tels que des prêts préférentiels pour la production d'énergie à partir de sources de substitution, des exonérations fiscales, des possibilités d'amortissement accéléré, des exonérations de droits à l'importation – ainsi que des initiatives visant à supprimer les subventions à l'énergie fossile pour les utilisateurs résidentiels<sup>174</sup>.
- En 2015, le Gouvernement du Bélarus a mis en place de nouveaux tarifs préférentiels pour l'énergie renouvelable alimentant le réseau du pays. Les prix varient de 1,1 à 3,3 centimes de dollar par kWh pour les dix premières années et jusqu'à 0,45 centimes de dollar par kWh après vingt ans. En outre, sur la base d'un programme doté d'objectifs de performance pour augmenter la production de biodiesel de 2007-2010 grâce à l'utilisation de ressources nationales, la consommation de biocarburants liquides est passée de zéro en 2007 à 0,0010 EJ en 2014<sup>175</sup>.

La figure 3.5 illustre la part en pourcentage des divers types de politiques mises en œuvre dans les 56 États membres. Les trois quarts des pays ont introduit des parts d'énergie renouvelable dans l'énergie finale et près des deux tiers ont établi des objectifs pour la part des énergies renouvelables dans la production d'électricité.

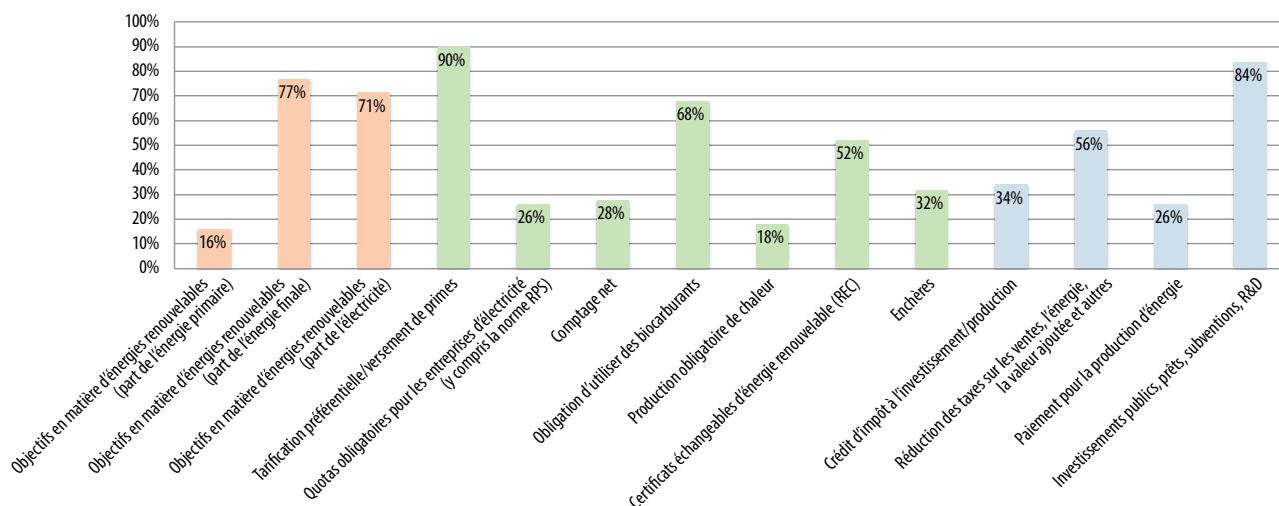
Parmi les politiques réglementaires, le mécanisme le plus répandu reste le tarif préférentiel ou le versement de primes, malgré son inefficacité économique, que 45 pays ont (ré) introduit pour un ou plusieurs types de sources d'énergie renouvelables. Les contraintes de transport pour les biocarburants ainsi que les certificats négociables d'énergie renouvelable constituent les deuxième et troisième choix les plus courants.

Les quotas imposés aux entreprises d'électricité, la réglementation sur le comptage net ou les obligations en matière de chauffage sont moins utilisés. Le recours aux enchères pour les énergies renouvelables s'est amplifié. Seize

pays ont mis en place des systèmes à cette fin, notamment l'Espagne, qui a mis un terme à son mécanisme de tarifs préférentiels au profit d'enchères pour différents types

d'énergies renouvelables. De même, l'Allemagne passe de plus en plus de tarifs préférentiels aux enchères, comme le montre l'étude de cas n° 16.

FIGURE 3.5 Type et part des politiques en matière d'énergies renouvelables mises en place dans les pays de la CEE (2015)



Source : UNECE (2017a) pour 17 pays, ainsi que REN21 (2017) pour les autres.

### Étude de cas n° 16 : Passage des tarifs de rachat garantis pour les énergies renouvelables à un système d'enchères ? Exemple de l'éolien offshore en Allemagne

À l'occasion d'une vente aux enchères publique organisée par la Bundesnetzagentur (Agence fédérale allemande des réseaux pour l'électricité, le gaz, les télécommunications, les postes et les chemins de fer) en avril 2017, la société danoise Dong Energy et la société allemande EnBW ont obtenu les permis de construire pour trois projets éoliens non subventionnés en mer du Nord allemande. Ces enchères mondiales ont été décrites comme une première hautement symbolique pour l'industrie, en particulier au vu des aides importantes versées par les gouvernements pour des projets éoliens offshore dans l'espoir de créer une source d'énergie propre éventuellement susceptible de s'autofinancer<sup>176</sup>.

Les enchères d'avril 2017 étaient les premières de ce type, mais depuis lors l'Allemagne a progressé dans la mise en œuvre de politiques d'enchères d'énergies renouvelables destinées à couvrir l'ensemble de ce secteur. Dans le cadre d'une réforme de la loi allemande sur les énergies renouvelables (Erneuerbare Energien Gesetz) opérée en janvier 2017, les tarifs préférentiels ont été remplacés par un système d'enchères pour la plupart des technologies renouvelables. Les installations de production d'énergies renouvelables font désormais l'objet d'un processus faisant intervenir la concurrence, et ne sont plus liées à des tarifs de rachat et des primes du gouvernement, avec l'avantage que les coûts des énergies renouvelables peuvent être limités au niveau économiquement nécessaire pour chaque installation. Les enchères d'énergies renouvelables risquent de débloquent d'autres réductions de coûts dans les technologies renouvelables<sup>177 178</sup>.

#### Question 4 : Concepts divergents de la sécurité énergétique : l'autosuffisance énergétique par opposition à l'interdépendance énergétique

Le concept de sécurité énergétique est hétérogène et sujet à des interprétations diverses. L'AIE le définit comme « la disponibilité physique ininterrompue à un prix abordable, en respectant l'environnement concerné ». Les interprétations varient selon les circonstances nationales et régionales, principalement en fonction de la disponibilité de ressources nationales et des contextes de collaboration. L'Université Nazarbayev du Kazakhstan définit ce concept pour les pays d'Asie centrale et de la Caspienne comme la sécurité d'assurer un transport sûr du pétrole et du gaz vers les marchés, grâce à un

réseau de pipelines multiples dans le cadre d'une coopération géopolitique entre les pays producteurs et de transit de la région, de maintenir une volonté suffisante d'investir dans le secteur énergétique et de réduire le risque de concentration des exportations<sup>179</sup>. Pour l'Union européenne, tributaire des importations pour plus de la moitié de sa consommation énergétique, la stratégie de sécurité énergétique repose sur un approvisionnement énergétique stable et abondant pour les citoyens et l'économie de l'Europe<sup>180</sup>.

L'étude de cas n° 17 examine plus en détail la dépendance de l'Union européenne à l'égard des importations d'énergie. Elle montre un virage vers une diversification des systèmes énergétiques. L'efficacité énergétique et les énergies renouvelables renforcent l'élasticité des marchés de l'énergie et atténuent les risques pour la sécurité des approvisionnements en Europe.

Les marchés mondiaux du pétrole, du gaz et du charbon ont subi de profonds changements. Les trois produits de base se négocient pour l'heure à des prix beaucoup plus bas qu'auparavant, tout en soutenant les volumes à moyen terme et les nouveaux venus sur le marché. L'attention des médias s'est déplacée des modèles historiques de volatilité des prix pour analyser la durée pendant laquelle les fournisseurs seront en mesure de maintenir la production, les modèles historiques d'investissement dans l'exploitation et l'entretien de la production aux prix en vigueur. Le pouvoir du marché, précédemment du côté de l'offre, s'est déplacé du côté de la demande sur les marchés mondiaux des combustibles, car les innovations technologiques permettent d'extraire de nouvelles ressources et de remettre en question les schémas établis de demande et de prix.

Les nouveaux approvisionnements intérieurs ont transformé les États-Unis d'un importateur net en un exportateur net d'énergie, en raison principalement de la «révolution du gaz et de l'huile de schiste», combinée à l'augmentation de la production énergétique à partir de sources renouvelables. L'EIA des États-Unis estime que le pays dispose d'environ 200 billions de pieds cubes de ressources prouvées en gaz de schiste en 2014<sup>182</sup>. Dans «Revolution Now»<sup>183</sup>, le Département de l'énergie des États-Unis évoque la baisse rapide des prix et l'adoption de l'éolien, du solaire photovoltaïque, de l'éclairage à LED et des véhicules électriques en ces termes : «Ce virage historique vers un avenir énergétique plus propre, plus domestique et plus sûr n'est pas un objectif hors de portée. Nous le vivons, et il prend de l'ampleur». Aux États-Unis, l'énergie solaire a représenté 32% des nouvelles capacités de production du pays en 2014, devançant l'énergie éolienne et le charbon pour la deuxième année consécutive<sup>184</sup>.

### Pétrole

De 2011 à 2015, les prix du pétrole se sont stabilisés en moyenne au-dessus de la barre des 100 dollars le baril (dollars/baril), un niveau de prix considéré auparavant comme une limite haute correspondant à un pic. En 2015, les prix ont chuté à 37 dollars/baril, alors que l'OPEP a freiné la production. Un excédent de production mondiale de 2 millions de barils par jour en moyenne a été relevé en 2015<sup>185</sup>.

Les États-Unis sont demeurés le plus gros consommateur de pétrole (21% de la consommation mondiale), suivis par l'Europe (15%) et la Russie (3,7%). Les principaux exportateurs nets de pétrole dans la région de la CEE sont les États-Unis, la Norvège et la Fédération de Russie.

La demande de pétrole a diminué de 13% au cours de la période 2005-2012, mais représente toujours 34% de l'énergie primaire consommée dans l'Union européenne. Soixante-quatre pour cent de la consommation finale de pétrole sont utilisés dans les transports, un secteur où les véhicules électriques commencent aujourd'hui à être des alternatives viables. Le pétrole reste le principal facteur de dépendance à l'égard des importations, sachant qu'il représente 88% des importations (80% si l'on ne prend en compte que les importations en provenance de l'extérieur de l'Espace économique européen) et génère des dépenses d'importation importantes, de l'ordre de 302 milliards d'euros en 2012.

### Gaz naturel

L'Union européenne dépend des importations de gaz naturel pour 66% de son approvisionnement. Les contrats à long terme de l'Union européenne pour la fourniture de gaz par

#### Étude de cas n° 17 : Sécurité énergétique européenne : réduire la dépendance à l'égard des importations<sup>181</sup>

Dix-huit États membres de l'Union européenne importent plus de 50% de leur énergie. La demande d'énergie est aujourd'hui inférieure de plus de 8% à son pic de 2006 en raison des changements structurels de l'économie de l'UE, de la crise économique et des gains d'efficacité engendrés par les politiques menées ces dix dernières années. La dépendance à l'égard des importations a atteint plus de 50%, la production européenne ayant diminué après 2006, mais elle s'est stabilisée par la suite avec l'augmentation de la production d'énergies renouvelables et la réduction de la demande. En 2012, le pétrole était importé à 90%, le gaz à 66% et le charbon à 42%. L'uranium est importé à raison de 95%, mais les quantités sont relativement faibles.

Les risques liés à l'approvisionnement en pétrole sont compensés par une forte liquidité du marché et des stocks réglementés de quatre-vingt-dix jours.

La capacité du gazoduc d'importation est de 8 776 GWh/jour, celle des terminaux de gaz naturel liquéfié s'élève à 6 170 GWh/jour. Les contrats de fourniture par pipeline de gaz à long terme, presque entièrement souscrits avec la Fédération de Russie, couvriraient de 17 à 30% de la demande du marché. Le développement du marché du gaz et des infrastructures gazières (interconnexions, flux inversés et stockage) améliore la résilience. Cependant, les États baltes, la Finlande, la Slovaquie et la Bulgarie restent dépendants d'un seul fournisseur, et les importations de gaz de la République tchèque et de l'Autriche sont extrêmement concentrées. Une interruption hivernale de l'approvisionnement par les routes de transit de l'Ukraine poserait des problèmes à la Bulgarie, à la Roumanie, à la Hongrie et à la Grèce.

Le charbon fournit 17% de l'énergie dans l'Union européenne et intervient dans la production d'électricité, la cogénération et les centrales de chauffage urbain. L'Allemagne, la Pologne, le Royaume-Uni et la Grèce en sont les quatre principaux consommateurs. La demande de charbon a diminué de 20% entre 1995 et 2012 dans presque tous les États membres. La dépendance à l'égard des importations s'élève actuellement à 42%, une augmentation liée à la fermeture de mines non compétitives dans un certain nombre de pays membres de l'Union européenne.

gazoduc couvrent 17 à 30% de la demande du marché de l'Union européenne, correspondent presque entièrement à des importations de Russie et sont parfois couverts par des accords intergouvernementaux à long terme, dont certains s'étendent jusqu'en 2030.

La capacité totale des pipelines à destination de l'Union européenne en provenance des pays fournisseurs est de 397 milliards de mètres cubes par an (mmc/an). Parmi les nouveaux gazoducs en construction figure le corridor gazier sud, qui permettra d'ici à 2020 d'approvisionner les marchés de l'Union européenne avec 10 milliards de m<sup>3</sup> de gaz azerbaïdjanais supplémentaires tous les ans. Grâce à l'infrastructure envisagée en Turquie, 25 milliards de mmc/an pourraient venir alimenter le marché européen, ce qui permettrait d'accroître les volumes de gaz en provenance d'Azerbaïdjan et du nord de l'Irak<sup>186</sup>.

Les 130 sites souterrains de stockage de gaz en Europe, y compris dans des pays non membres de l'Union européenne comme la Turquie, représentent une capacité cumulée de plus de 90 milliards de m<sup>3</sup><sup>187</sup>.

La capacité de regazéification des terminaux de gaz naturel liquéfié (GNL) en Europe (à l'exclusion des petites unités) est de 200 mmc/an, soit la moitié des 400 milliards de m<sup>3</sup> de gaz importés dans l'Union européenne en 2015. D'autres terminaux sont prévus et leur capacité totale devrait atteindre 275 mmc/an en 2022.

Les principaux exportateurs nets de gaz naturel dans la région de la CEE sont la Fédération de Russie, les États-Unis et la Norvège. Si une grande partie du gaz des régions de la CEE est distribuée par des réseaux de gazoducs nationaux et régionaux, l'essentiel du commerce mondial est de plus en plus déterminé par la dynamique du système GNL. La capacité mondiale d'approvisionnement en GNL est de 300 millions de tonnes par an (Mt/an), mais en 2016, seuls 268 Mt ont été échangés. En Asie (qui représente 70% de la demande mondiale de GNL), les acheteurs passent de contrats à long terme fixes et d'une priorité accordée à la sécurité d'approvisionnement, à des achats groupés plus flexibles de gaz à court terme et à des contrats au comptant grâce à la souplesse et la déréglementation du secteur de l'électricité. Les États-Unis seront probablement le troisième plus grand fournisseur en 2018, et la souplesse de leurs conditions risque fort d'attirer les acheteurs asiatiques<sup>188</sup>.

En Europe, dans les perspectives d'approvisionnement hivernal 2013/2014, le Réseau européen des gestionnaires de réseau de transport de gaz (ENTSOG) a relevé l'absence de grandes variations dans les approvisionnements norvégiens, algériens ou libyens, mais la forte diminution des importations de GNL (-32%). La baisse des importations de GNL est le résultat d'une divergence des prix du gaz entre l'Europe et l'Asie, qui a conduit au réacheminement de cargaisons vers l'Asie et l'arrivée moins fréquente de cargaisons spot en Europe. Cette baisse a été compensée par des prélèvements sur les stocks (+40%) et une augmentation des importations russes (+7,5%, principalement par le gazoduc Nord Stream)<sup>189</sup>.

La capacité d'exportation de GNL continue de croître (États-Unis et Australie) et la stagnation de la demande entraîne la suppression des prix au comptant du gaz. La demande européenne de gaz non couverte par des contrats d'approvisionnement à long terme bénéficie d'une position de négociation ferme.

### Charbon

Le charbon est un combustible à faible coût, de qualité inférieure mais une riche matière première chimique. En 2014, il a fourni 29% de l'énergie primaire mondiale, mais engendré 46% des émissions mondiales de GES et une quantité disproportionnée de polluants locaux de l'air et de l'eau. Les perturbations liées aux flux de gaz à bas coût (augmentation de l'offre de GNL et chute des prix) et d'énergie renouvelable grignotent la part du charbon dans la demande énergétique, mais celui-ci reste figé dans ses paradigmes et infrastructures historiques à faible coût<sup>190</sup>.

Selon l'AIE, le charbon représentera 27% de l'énergie mondiale d'ici à 2021. Près de 47% du commerce mondial du charbon en 2000 répondaient à la demande des États-Unis et de l'Europe, une part qui est tombée aujourd'hui à 22%<sup>191</sup>. Le rôle du charbon dans l'infrastructure énergétique et thermique existante des pays développés est en déclin. Le manque d'investissements dans la technologie de captage et de stockage du carbone entrave encore davantage le développement des technologies basées sur le charbon. Toutefois, le charbon reste le pilier de nombreuses économies émergentes.

Les États-Unis et l'Union européenne sont respectivement les deuxième et troisième régions consommatrices de charbon dans le monde, avec 25% de la production mondiale de ce combustible. L'approvisionnement en charbon des États-Unis est presque entièrement national, et la consommation a chuté de 15% en 2015<sup>192</sup>. La production locale ne couvre qu'environ un tiers des besoins en houille de l'Union européenne.

La demande de combustibles solides dans l'Union européenne a diminué de près de 20% depuis le milieu des années 1990. Après la chute de la consommation de 2009, la demande a commencé à se redresser, et 2012 a marqué la quatrième année consécutive de croissance de la consommation de combustibles solides. Un certain nombre d'États membres de l'Union ont connu une croissance à deux chiffres de la consommation entre 2011 et 2012, en particulier le Portugal (+32%), l'Espagne (+20%), la France (+13%), l'Irlande (+12%) et les Pays-Bas (+10%). Pour la production d'électricité, la baisse des prix du charbon et du CO<sub>2</sub> et les prix élevés du gaz ont donné au charbon un avantage concurrentiel indéniable par rapport au gaz.

L'Union européenne dispose d'un portefeuille diversifié de fournisseurs de charbon, les importations russes, colombiennes et américaines représentant chacune environ un quart des importations de houille. L'augmentation des coûts de production de la houille nationale et la baisse des prix sur les marchés mondiaux du charbon ont fait des importations une



option économiquement attrayante. Les prix internationaux servent de plus en plus souvent de levier pour négocier des contrats de prix avec les producteurs nationaux de charbon.

Les marchés mondiaux du charbon sont concurrentiels et n'ont pas connu les pics ou les perturbations observés sur le marché du pétrole brut ou sur les marchés régionaux du gaz naturel. Il n'y a pas d'exigence minimale requise en termes de stocks de charbon et les variations en la matière sont quasi quotidiennes.

La situation mondiale actuelle, marquée par la faiblesse des prix du charbon et la stagnation de la demande mondiale, contraste avec les pressions et les changements importants dans les pays où le charbon subit une période de fortes perturbations. La responsabilité de la réduction des émissions incombe aux pays, ce qui doit les amener à améliorer les performances économiques et l'efficacité d'un grand nombre de vieilles centrales au charbon. Les nouveaux investissements dans les énergies renouvelables remettent en question les structures de coûts sous-jacentes qui ont incité au développement des parcs actuels de centrales électriques et thermiques.

### Question 5 : La difficulté d'un changement de paradigme de transition énergétique

L'expression «transition énergétique» décrit le passage à moyen terme à une combinaison d'options à faible émission de carbone, d'efficacité énergétique et d'accès universel à des services énergétiques de qualité.

Une transition énergétique est aujourd'hui en cours et l'on peut observer des changements dans le système énergétique mondial. La production d'énergies renouvelables, à l'exclusion des grandes centrales hydroélectriques, a représenté 55,3% de la production d'électricité nouvellement ajoutée en 2016 et environ 11,3% de la production mondiale totale d'électricité (avec une part totale de la puissance installée de 16,7%). La plus grande partie de la nouvelle capacité de production installée en 2016 reposait sur l'énergie solaire, suivie par l'éolien, le charbon, le gaz, les grandes centrales hydroélectriques, le nucléaire et la biomasse<sup>193</sup>.

L'augmentation générale de la capacité nucléaire nette mondiale a été, en 2016, la plus forte depuis 1993, grâce à la mise en service de nouveaux réacteurs en Chine, aux États-Unis, en Corée du Sud, en Inde, en Fédération de Russie et au Pakistan. À l'inverse, l'Allemagne, la France et la Suède ont annoncé leur intention de se retirer du nucléaire ou d'en réduire la part. À l'avenir, les ajouts de capacité seront compensés au moins en partie par des retraits.

La demande de charbon a chuté à l'échelle mondiale, mais la baisse a été particulièrement marquée aux États-Unis, où elle a atteint 11% en 2016 en raison de la concurrence des prix avec le gaz naturel. Les États-Unis produisent davantage d'électricité à partir du gaz naturel qu'à partir du charbon.

Dans l'Union européenne, la demande de gaz a augmenté d'environ 8% et celle de charbon a chuté de 10%, ce qui a permis de stabiliser les émissions l'an dernier. Les énergies renouvelables ont également joué un rôle. Le Royaume-Uni a enregistré un fort basculement du charbon vers le gaz dans le secteur de la production d'électricité, du fait de la baisse du prix du gaz et d'un prix plancher imposé du carbone<sup>194</sup>.

### La dynamique de la transition énergétique

Si les progrès actuels semblent prometteurs, il reste encore beaucoup à faire avant qu'une transition énergétique durable ne soit confirmée.

De nombreux pays continuent de mettre l'accent sur la sécurité énergétique fondée sur les ressources énergétiques domestiques, typiquement fossiles. Alors que dix pays de la CEE sont d'importants exportateurs de ressources énergétiques vers les marchés mondiaux, des comportements régionaux et culturels forts persistent dans la dépendance permanente à l'égard des ressources locales. Le développement d'un système énergétique plus durable implique un changement de perspective en matière de sécurité des approvisionnements. Le commerce des ressources durables, l'importance croissante accordée à la demande et les innovations en matière de technologie et de compétences façonneront les résultats durables et produiront un système énergétique adaptatif et résilient.

Les centrales actuelles peuvent continuer à fonctionner malgré leur faible efficacité, elles sont amorties depuis des années, n'ont plus qu'à couvrir leurs frais de fonctionnement et peuvent servir d'opérateurs marginaux.

Bien que de nombreux pays aient déjà déployé des efforts pour «amorcer» les énergies renouvelables avec des tarifs préférentiels et qu'ils aient produit de l'énergie renouvelable à partir d'une base négligeable, ils n'ont pas encore transformé leurs systèmes existants, beaucoup plus importants et alimentés au charbon. Un exemple notable est celui de l'Allemagne, où l'efficacité et la capacité des centrales au charbon n'ont que peu évolué.

Le défi consiste à discerner les voies d'investissement permettant une transition économiquement efficace et suffisamment rapide pour répondre aux objectifs du Programme de développement durable à l'horizon 2030.

Le risque de ne pas participer à la transition énergétique est élevé. Les pays peuvent disposer des ressources financières et de la technologie nécessaire pour le déploiement d'une technologie à haut rendement et à faibles émissions basée sur le charbon, mais les investissements risquent de capoter si le gaz et les énergies renouvelables en viennent à prendre le pas (voir aussi l'étude de cas n° 18).

La transition ne sera ni évidente ni facile, mais un processus de migration des systèmes énergétiques vers le gaz à haut rendement et les énergies renouvelables est techniquement et économiquement réalisable. Une tarification du carbone à son juste prix renforcerait les motivations et accélérerait la transition.



### Étude de cas n° 18 : Vers les énergies renouvelables via le gaz : la transition à partir des combustibles fossiles en Amérique du Nord

Actuellement, l'électricité des États-Unis est produite pour un tiers par des centrales au gaz. Les centrales nucléaires en produisent environ 20%, l'hydroélectricité 6% et les autres énergies renouvelables 7%. En 2015, l'énergie solaire représentait 32% de l'ensemble des nouvelles capacités énergétiques, soit plus que l'éolien et le charbon pour la deuxième année consécutive<sup>195</sup>.

En 2015, la production de charbon des États-Unis a diminué pour la quatrième année consécutive à 1 165 millions de tonnes (US), soit une baisse de 6,3% par rapport au niveau de 2014. Elle a chuté de 10,3% en glissement annuel pour atteindre son niveau le plus bas depuis 1986. La part du charbon dans la production totale d'électricité, qui était de 50% en 2005 et de 33% en 2015, devrait tomber à 21% en 2030 et à 18% en 2040. La capacité des centrales au charbon devrait diminuer d'un tiers d'ici à 2030, pour atteindre environ 60 GW<sup>196</sup>.

Le coût normalisé actuel de l'électricité pour les centrales au charbon avec captage et stockage du carbone est de 65-139 dollars/MWh. Les centrales au gaz ont un coût de 58 dollars/MWh, le nucléaire de 103 dollars/MWh, l'éolien terrestre de 64,5 dollars/MWh<sup>197</sup>, le solaire de 85 dollars/MWh et l'hydroélectricité de 68 dollars/MWh. La révolution du schiste aux États-Unis a clairement aiguïté la concurrence entre le charbon et le gaz sur les marchés de l'électricité aux États-Unis, et la réduction progressive des coûts des énergies renouvelables les rend de plus en plus compétitifs par rapport au charbon et au gaz, même sans soutien financier.

### Restructuration

Des marchés de l'énergie et des services publics transparents, concurrentiels et qui facilitent une tarification efficace reflétant les coûts sont des conditions préalables pour apporter des réponses opportunes, novatrices et à moindre coût, et atteindre les objectifs de la politique publique.

La Fédération de Russie entreprend l'un des programmes de réforme de l'électricité les plus ambitieux de l'histoire,

et enregistre des progrès impressionnants par rapport aux normes internationales, transformant le secteur en un moteur clef de la prospérité économique à long terme (voir l'étude de cas n° 19). La Fédération de Russie a dégroupé et privatisé son infrastructure de production (30 milliards de dollars d'actifs de production l'ont été à partir de 2005), institué une réglementation économique basée sur des incitations et mis en place un mécanisme d'investissement obligatoire ciblant les nouveaux investissements.

### Étude de cas n° 19 : Expériences de réforme du secteur de l'énergie en Fédération de Russie<sup>198</sup>

Le marché de gros de l'énergie a été intégralement libéralisé en 2011 et couvre une grande partie de la Russie européenne, l'Oural et la Sibérie. Depuis lors, la majorité de l'électricité a été vendue et achetée sur une base concurrentielle par l'intermédiaire du marché central de gros au comptant. Les prix de l'énergie ont généralement reflété les mouvements des éléments fondamentaux sous-jacents de l'offre et de la demande et les coûts marginaux de production à court terme, principalement en raison des variations des coûts du combustible en amont. Le Service fédéral de lutte contre les monopoles assure une surveillance indépendante, objective et cohérente sur la base d'une réglementation économique axée sur des mesures incitatives. Des arrangements de libre accès sont en place pour les réseaux de transport et de distribution. La Société fédérale du réseau mène un important programme de développement qui améliorera les flux énergétiques régionaux d'ici à 2020, mais qui s'appuie désormais sur des informations réelles et détaillées concernant les flux régionaux et de sortie du réseau, ce qui permet des projections solides en matière de demande et constitue une meilleure base pour les décisions d'investissement.

Concurrence et innovation. Bien que le succès de la privatisation menée par la Russie en 2008 ait amené plusieurs nouveaux acteurs, le Gouvernement dispose encore d'une marge de manœuvre considérable pour diversifier la propriété et la concurrence sur les marchés de gros par le biais de nouveaux désinvestissements, d'enchères virtuelles d'énergie ou de mécanismes similaires pour vendre des droits sur la production de générateurs publics. Il peut également renforcer l'intégration du marché et la supervision effective de la concurrence. Le marché de gros concurrentiel au comptant de la Russie est l'un des volets les plus réussis de la réforme mise en œuvre à ce jour.

Des marchés de détail concurrentiels en sont à un stade précoce de développement en Russie. Bien que les structures de ces marchés restent pour l'heure largement dépassées, les décideurs politiques russes ont pris des mesures positives et établi des règles et règlements visant à rendre ces marchés compétitifs et innovants. Tout dépendra de l'efficacité avec laquelle ces règles et réglementations seront traduites en incitations commerciales et en processus pratiques. En dépit des progrès réalisés pour rééquilibrer les tarifs à la consommation depuis 2001, 10% des revenus sont toujours soumis à des subventions croisées concentrées dans une part relativement faible de la charge totale. Les tarifs résidentiels doivent encore augmenter de 50 à 70% pour régler ce problème.

La réforme tarifaire reste un facteur essentiel de réussite. La Fédération de Russie a accompli des progrès considérables dans le rééquilibrage des tarifs, mais il reste encore beaucoup à faire, en particulier pour les consommateurs résidentiels réglementés. La présence de « fournisseurs garants » occupant des positions dominantes face à des particuliers locaux soumis à réglementation et des franchises d'obligation d'approvisionnement universel constituent une situation intrinsèquement insoutenable. Les augmentations de prix pourraient intervenir en liaison avec l'augmentation de la capacité de paiement des utilisateurs, tandis que les versements sociaux directs du Gouvernement aux utilisateurs réglementés devraient remplacer les subventions au secteur énergétique financées par les contributions des utilisateurs. En parallèle, il appartient au Gouvernement de poursuivre les réformes du côté de l'offre pour aider à réduire le niveau des prix reflétant les coûts.

### 3.5.2. Opportunités et perspectives

#### Intégrer l'efficacité énergétique du consommateur du côté de l'offre

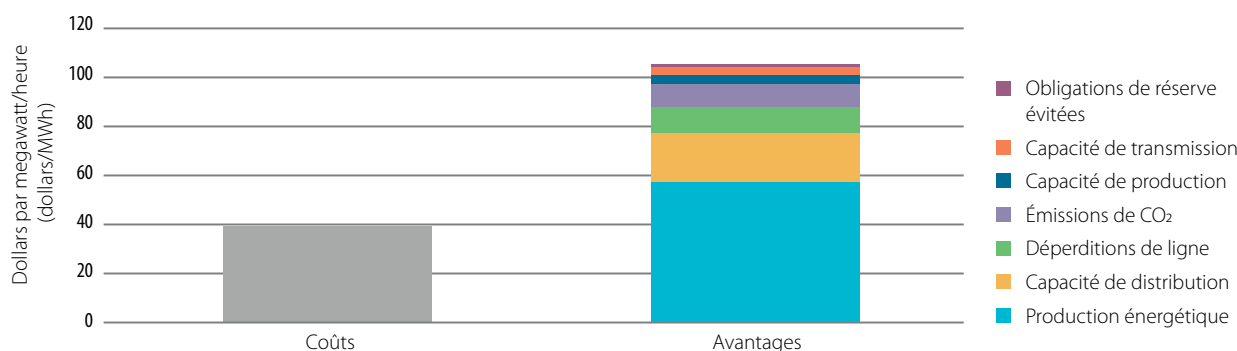
Les services publics nord-américains travaillent généralement dans un contexte de marché réglementé où les organismes

de réglementation supervisent les investissements et le rendement opérationnel, y compris le rendement des activités de gestion de la demande des services publics. Des documents tels que le Californian Standard Practice Manual établissent les méthodes d'évaluation des coûts du programme d'efficacité énergétique et les avantages énergétiques et autres qui en découlent pour les consommateurs.

#### Opportunité : les services publics profitent de l'efficacité énergétique des consommateurs<sup>199</sup>

Les programmes d'efficacité énergétique d'Efficiency Vermont ont réduit la demande d'énergie de 110 GWh sur une durée moyenne de dix ans, pour un coût total de 33 millions de dollars et un coût énergétique actualisé de 39 dollars/MWh. Les mesures d'efficacité énergétique ont à leur tour procuré des bénéfices mesurés de plus de 104 dollars/MWh, notamment en permettant d'éviter des coûts de production pour 57 dollars/MWh, des coûts de distribution à hauteur de 20 dollars/MWh, des déperditions de ligne pour 10 dollars/MWh et des émissions de CO<sub>2</sub> de 9,4 dollars/MWh à 20 dollars/tCO<sub>2</sub>. La figure 3.6 résume les multiples avantages.

FIGURE 3.6 Les multiples avantages en amont du système énergétique



Note : Les valeurs sont exprimées en dollars par megawatt/heure normalisés.

Source : Efficiency Vermont (2012), Annual Report 2010, Efficiency Vermont, Burlington, [www.efficiencyvermont.com/docs/about\\_efficiency\\_vermont/annual\\_reports/2010\\_Annual\\_Report.pdf](http://www.efficiencyvermont.com/docs/about_efficiency_vermont/annual_reports/2010_Annual_Report.pdf).

## 3.6. Durabilité des ressources énergétiques

La durabilité des ressources énergétiques couvre un éventail de questions, notamment l'utilisation plus propre des ressources en combustibles fossiles (extraction, production, génération, transmission et consommation) et l'utilisation accrue des énergies renouvelables. Tous ces facteurs ont des répercussions sur d'autres secteurs et ressources, y compris l'eau, l'alimentation et l'utilisation des terres, entre autres, et ces relations sont bien évidemment à prendre en compte.

Comme indiqué dans le présent rapport, les objectifs énergétiques et climatiques sont étroitement liés. Dans cette section figure un résumé des engagements climatiques des pays de la CEE souscrits dans le cadre de l'Accord de Paris.

### 3.6.1. Questions sélectionnées et réponses des pays

#### Question 1 : Engagements de réduction des émissions de gaz à effet de serre du secteur de l'énergie

Les émissions de CO<sub>2</sub> provenant du secteur de l'énergie ont représenté 76% des émissions totales de gaz à effet de serre dans le monde en 2010. En 2012, la région de la CEE a émis 31,5% des émissions mondiales de GES<sup>200</sup>. Avec 32,1 Gt, les émissions mondiales de dioxyde de carbone liées à l'énergie sont restées stables pour la troisième année consécutive en 2016. L'économie mondiale a connu une croissance de 3,1% cette même année, marquant un découplage à moyen terme entre la croissance des émissions et l'activité économique. Ce découplage résulte du passage du charbon au gaz naturel, de l'amélioration de l'efficacité énergétique, des changements structurels de l'économie mondiale et de l'augmentation de la production d'énergie renouvelable<sup>201</sup>.

Les émissions de CO<sub>2</sub> ont diminué aux États-Unis et en Chine (les deux plus gros consommateurs d'énergie et émetteurs de CO<sub>2</sub> au monde), compensant les augmentations enregistrées dans la plupart des autres pays du monde, et sont restées stables en Europe. La plus forte baisse est venue des États-Unis, où les émissions de CO<sub>2</sub> ont chuté de 3%, soit 160 Mt, tandis que l'économie a progressé de 1,6%. Cette baisse est attribuable à l'augmentation de l'approvisionnement en gaz de schiste et au remplacement du charbon par les énergies renouvelables. L'an dernier, les émissions aux États-Unis étaient à leur plus bas niveau depuis 1992, alors que l'économie a connu une croissance de 80 % depuis cette date<sup>202</sup>.

Avant la COP21 en 2015, les pays ont présenté leurs contributions prévues déterminées au niveau national afin de définir leurs contributions volontaires à l'atténuation des changements climatiques. Ces engagements sont très variables car ils reflètent les conditions et les capacités locales et diffèrent en termes de portée, de cheminement, de conditionnalité et d'additionnalité. Dans le document final de la COP21, l'Accord de Paris, les pays ont convenu de réduire les émissions de GES de façon à limiter l'augmentation de la température bien en dessous de 2 °C. Au 22 août 2017, 165 contributions prévues déterminées au niveau national<sup>203</sup> couvrant 192 parties (sur 197), et 155 parties ont soumis leur contribution déterminée au niveau national<sup>204</sup> à la Convention-cadre des Nations

Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Près de 96 % des Parties à la Convention ont soumis leur contribution déterminée au niveau national, dont l'Union européenne et ses pays membres en tant qu'entité régionale<sup>205</sup>.

Dans la région de la CEE, au 19 avril 2017, tous les États membres avaient soumis des contributions prévues déterminées au niveau national. Le tableau 3.8 donne pour chaque État membre un aperçu de ces contributions, de l'état d'avancement de la ratification, des objectifs de réduction et une analyse des mots clefs en matière d'énergie.

Dans les contributions (prévues) déterminées au niveau national soumises par les États membres, tous les pays sauf deux (Bélarus et Serbie) mentionnent l'énergie. Les deux tiers citent les énergies renouvelables et près des trois quarts mettent l'accent sur l'efficacité énergétique. L'accès à l'énergie n'est évoqué que dans un quart des contributions (prévues) déterminées au niveau national, ce qui reflète l'urgence relativement plus faible de l'accès à l'énergie dans la région de la CEE. En termes de réduction des émissions, l'UE et ses États membres sont déjà parvenus à une baisse de 19% par rapport aux niveaux de 1990, alors que le PIB a augmenté de 44%. Les émissions par habitant sont passées de 12 tCO<sub>2</sub>eq en 1990 à 9 tCO<sub>2</sub>eq en 2012 et elles devraient tomber à environ 6 tCO<sub>2</sub>eq en 2030 (voir aussi l'étude de cas 20)<sup>206</sup>.

### Étude de cas n° 20 : Les contributions de l'Union européenne déterminées au niveau national

L'Union européenne et ses 28 États membres se sont engagés à atteindre un objectif contraignant d'au moins 40% de réductions absolues des émissions de GES d'ici à 2030 par rapport à l'année de référence 1990. La contribution déterminée au niveau national doit être réalisée conjointement, comme indiqué dans les conclusions du Conseil européen d'octobre 2014. Cette contribution couvre les émissions provenant de l'énergie, des processus industriels et de l'utilisation des produits, de l'agriculture, des déchets, de l'utilisation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie (voir la décision 529/2013/UE).

L'objectif représente une avancée significative au-delà de l'engagement actuel de réduction des émissions de 20% d'ici à 2020 par rapport à 1990 (y compris l'utilisation de compensations). Il est conforme à l'objectif de l'Union européenne, dans le contexte de la nécessité énoncée par le GIEC pour les pays développés en tant que groupe, d'une réduction des émissions de 80 à 95% d'ici à 2050 par rapport à 1990. Les contributions déterminées au niveau national ne prévoient aucune contribution des crédits internationaux<sup>207</sup>.

Selon Eurostat, en 2015, les émissions de gaz à effet de serre dans l'Union européenne, dont celles de l'aviation internationale et les émissions indirectes de CO<sub>2</sub>, ont diminué de 22,1% par rapport aux niveaux de 1990. L'Union européenne devrait ainsi dépasser son objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre de 20% d'ici à 2020<sup>208</sup>.

L'Accord de Paris est un succès car presque tous les pays ont soumis des contributions (prévues) déterminées au niveau national basées sur le concept de «responsabilités communes mais différenciées», tel que défini par la CCNUCC<sup>209</sup>. Depuis leur soumission, une série de documents d'analyse a été publiée pour évaluer si les contributions (prévues) déterminées au niveau national sont suffisantes pour limiter le réchauffement climatique à 2 °C, voire 1,5 °C. Les résultats montrent que les mesures d'atténuation combinées dans les soumissions des pays ne limiteraient le réchauffement planétaire qu'entre 2,5 et 2,8 °C (par rapport aux projections des politiques actuelles de 3,3 à 3,9 °C)<sup>210</sup>. Les analyses concluent que la communauté mondiale doit redoubler d'efforts pour atteindre les objectifs

fixés. C'est particulièrement vrai pour la région de la CEE, constituée de pays et de sous-régions fortement pollués, en particulier l'Amérique du Nord et l'Europe occidentale et centrale, ce qui doit se refléter dans les futures stratégies en faveur des énergies durables.

Climate Action Tracker a analysé la probabilité des pays sélectionnés de respecter les engagements annoncés dans leurs contributions (prévues) déterminées au niveau national<sup>211</sup>. À titre d'exemple, le Canada ne devrait pas, dans le cadre de ses politiques actuelles, atteindre en 2030 son objectif de réduction des émissions de GES de 30% par rapport aux niveaux de 2005. Cependant, la mise en œuvre d'un plan

TABLEAU 3.8 Contributions (prévues) déterminées au niveau national des pays de la CEE

État membre de la CEE	Date de ratification	Soumission contributions (prévues) déterminées au niveau national <sup>1</sup>	Mot-clef mentionné **				Émissions par habitant en 2015 ***	Année de référence	Objectif de réduction (annuel)
			Énergie	Énergie renouvelable	Efficacité énergétique	Accès à l'énergie			
<b>Albanie</b>	21/9/2016	Premières contributions déterminées au niveau national	1	0	0	0	1,53	MSQ	11,5 % (2030)
<b>Andorre</b>	24/5/2017	Premières contributions déterminées au niveau national	1	0	0	0	N/D	MSQ	37 % (2021-2030)
<b>Arménie</b>	23/3/2017	Premières contributions déterminées au niveau national	1	1	1	0	1,51	2010	633 millions tCO <sub>2eq</sub> (2030)
<b>Azerbaïdjan</b>	9/1/2017	Premières contributions déterminées au niveau national	1	1	1	1	3,36	1990	35 % (2030)
<b>Bélarus</b>	21/9/2016	Premières contributions déterminées au niveau national	0	0	0	0	6,82	1990	28 % (2021-2030)
<b>Bosnie-Herzégovine</b>	16/3/2017	Premières contributions déterminées au niveau national	1	1	1	0	6,47	1990	3-23 % (2030)
<b>Canada</b>	5/10/2016	Rev. Sub. 11/05/2017	1	1	1	0	15,45	2005	30 % (2030)
<b>États-Unis d'Amérique</b>	3/9/2016 *****	Premières contributions déterminées au niveau national	1	0	1	0	16,07	2005	26-28 % (2020-2025)
<b>ex-République yougoslave de Macédoine</b>	pas encore ratifié	Contributions prévues déterminées au niveau national	1	1	1	1	4,71	MSQ	30 % (2030)
<b>Fédération de Russie</b>	pas encore ratifié	Contributions prévues déterminées au niveau national	1	1	1	0	12,27	1990	25-30 % (2020-2030)
<b>Géorgie</b>	8/5/2017	Premières contributions déterminées au niveau national	1	0	1	1	1,8	2013	15 % (2021-2030)
<b>Islande</b>	21/9/2016	Premières contributions déterminées au niveau national	1	1	0	0	11,76	1990	40 % (2030)
<b>Israël</b>	22/11/2016	Premières contributions déterminées au niveau national	1	1	1	1	5,16	2005	26 % (2016-2030)
<b>Kazakhstan</b>	6/12/2016	Premières contributions déterminées au niveau national	1	1	1	1	15,2	1990	15-25 % (2021-2030)
<b>Kirghizistan</b>	pas encore ratifié	Contributions prévues déterminées au niveau national	1	0	0	0	1,19	BAU	11,49-13,75 % (2020-2030)
<b>Liechtenstein</b>	pas encore ratifié	Contributions prévues déterminées au niveau national	1	0	1	0	N/D	1990	40 % (2021-2030)
<b>Monaco</b>	24/10/2016	Premières contributions déterminées au niveau national (EU)	1	1	1	0	N/D	1990	50 % (2021-2030)
<b>Monténégro</b>	pas encore ratifié	Contributions prévues déterminées au niveau national	1	1	1	0	6,69*****	1990	30 % (2030)

État membre de la CEE	Date de ratification	Soumission contributions (prévues) déterminées au niveau national <sup>1</sup>	Mot-clef mentionné <sup>**</sup>				Émissions par habitant en 2015 <sup>***</sup>	Année de référence	Objectif de réduction (annuel)
			Énergie	Énergie renouvelable	Efficacité énergétique	Accès à l'énergie			
Norvège	20/6/2016	Premières contributions déterminées au niveau national	1	1	0	0	8,27	1990	40 % (2021-2030)
Ouzbékistan	pas encore ratifié	Contributions prévues déterminées au niveau national	1	1	1	0	3,67	2010	10 % (2020-2030)
République de Moldova	6/20/6/2017	Premières contributions déterminées au niveau national	1	1	1	1	1,86	1990	64-67 % (2021-2030)
Saint-Marin	pas encore ratifié	Contributions prévues déterminées au niveau national	1	1	1	0	N/D	2005	20 % (2030)
Serbie		Contributions prévues déterminées au niveau national	0	0	0	0	6,69 <sup>****</sup>	1990	9,8 % (2021-2030)
Suisse	pas encore ratifié	Contributions prévues déterminées au niveau national	1	0	0	0	4,83	1990	50 % (2021-2030)
Tadjikistan	22/3/2017	Premières contributions déterminées au niveau national	1	1	1	0	0,54	1990	65-70 % (2021-2030)
Turquie	pas encore ratifié	Contributions prévues déterminées au niveau national	1	1	1	1	4,54	MSQ	21 % (2021-2030)
Turkménistan	20/10/2016	Premières contributions déterminées au niveau national	1	1	1	0	17,54	2000	1,7 fois moins que le niveau de 2000 (2030)
Union européenne (UE)	11/05/2017 <sup>****</sup>	Premières contributions déterminées au niveau national (EU)	1	0	1	0	N/D	1990	40 % (2030)
Ukraine	19/9/2016	Premières contributions déterminées au niveau national	1	1	1	0	5,1	1990	>40 % (2021-2030)

\* « Premières contributions déterminées au niveau national » signifie que les contributions déterminées au niveau national sont égales aux contributions prévues déterminées au niveau national soumises avant la COP21, mais qu'elles ont été ratifiées par l'État partie.

\*\* 1= Mot-clef cité dans les contributions (prévues) déterminées au niveau national.

\*\*\* Source : European Commission Joint Research Center (2016) : CO2 time series 1990-2015 per capita for world countries. Dans : Emission Database for Global Atmospheric Research. [http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=CO2ts\\_pc1990-2015](http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=CO2ts_pc1990-2015).

\*\*\*\* Les dates de ratification varient selon les États membres. À juillet 2017, deux États membres de l'UE, la République tchèque et les Pays-Bas, n'avaient pas encore ratifié l'Accord de Paris.

\*\*\*\*\* Données disponibles uniquement pour la Serbie et le Monténégro ensemble.

\*\*\*\*\* Retrait annoncé le 1er juin 2017.

national de tarification obligatoire du carbone annoncé en 2016 s'avérerait une étape importante vers des politiques susceptibles de modifier ces perspectives défavorables. Avec ses politiques actuelles, l'Union européenne devrait approcher son objectif de réduction des émissions de 40% par rapport aux niveaux de 1990 d'ici à 2030. Cependant, comme mentionné ci-dessus, cela ne suffira pas à limiter le réchauffement à moins de 2 °C. Dans la partie orientale de la région de la CEE, le Kazakhstan est renommé pour ses plans visant à assurer un avenir plus vert, même si les politiques mises en œuvre par ce pays sont encore insuffisantes pour atteindre son objectif

de réduction des émissions de GES de 15% par rapport aux niveaux de 1990 d'ici à 2030.

**Question 2 : Gestion des émissions de méthane provenant des industries d'extraction de combustibles fossiles**

Les émissions de méthane constituent un grave problème climatique car leur potentiel de réchauffement à effet de serre est 28-84 fois plus élevé que celui du CO<sub>2</sub><sup>212</sup>. Le méthane

représente également un risque important pour la sécurité car il forme facilement des mélanges explosifs avec l'air. En corollaire de ce risque, la gestion et la capture adéquates du méthane permettent d'en faire un combustible de qualité et d'améliorer ainsi la sécurité.

Le secteur de l'énergie est la deuxième source d'émissions autres que CO<sub>2</sub> et représentait environ 25 % de ces émissions en 1990 tout comme en 2005. Les émissions du secteur énergétique ont augmenté de 14 % entre 1990 et 2005 (d'environ 2 500 à 2 800 MtCO<sub>2eq</sub>), sous l'effet d'une hausse de 21 % des émissions des systèmes au gaz naturel et au pétrole, qui représentent la plus grande partie des sources d'émissions, soit 55 % des émissions liées à l'énergie. La deuxième source d'émissions en importance dans ce secteur est l'extraction du charbon, qui représentait 19 % des émissions liées à l'énergie cette année-là. De 2005 à 2030, les émissions du secteur de l'énergie devraient augmenter de 42 % (pour atteindre environ 4 000 MtCO<sub>2eq</sub>). On estime qu'environ 8 % de la production mondiale totale de gaz naturel est perdue chaque année en raison de la ventilation, des déperditions et du torchage, ce qui entraîne des coûts économiques et environnementaux considérables. La Fédération de Russie a produit à elle seule 19 % des émissions mondiales de pétrole et de gaz méthane en 2015<sup>213</sup>.

L'Initiative mondiale sur le méthane (IMM) gère une base de données contenant des informations par pays sur le méthane piégé dans les gisements de charbon et le méthane des mines de charbon. L'Agence de protection de l'environnement des États-Unis dresse actuellement la liste de plus de 200 projets de gestion du méthane de charbon<sup>214</sup>. De cette liste, 143 projets sont réalisés dans les pays membres de la CEE et représentent une réduction de plus de 5 401 millions de tonnes d'équivalent dioxyde de carbone (MtCO<sub>2eq</sub>) en 2014. Lorsque des données existent, elles sont résumées pour les pays de la CEE dans le tableau 3.9.

Il convient de noter que les ensembles de données sur le méthane dans les secteurs du charbon et du pétrole/gaz sont incomplets et que des analyses différentes livrent des valeurs différentes pour le méthane piégé dans les gisements de charbon et le méthane provenant des mines de charbon.

Des technologies de détection et de quantification des émissions de méthane, ainsi que des méthodes nationales/régionales normalisées pour les déclarer sont disponibles<sup>215</sup>. Cependant, leur mise en œuvre n'est pas toujours harmonisée et, dans certains cas, la comparaison des données peut s'avérer trop complexe<sup>216</sup>.

Compte tenu de l'évolution des engagements après la COP21, toutes les données et projections sont à revoir et à actualiser à la lumière des politiques actuelles. Deux conclusions peuvent cependant en être tirées : 1) les volumes de méthane piégé dans les gisements de charbon dans la CEE sont importants et dépassent les 12 billions de m<sup>3</sup>, et le méthane piégé dans les gisements de charbon et celui des mines de charbon offrent, s'ils sont correctement gérés, un accès à des ressources précieuses et abondantes permettant des réductions d'émissions facilement réalisables. L'étude de cas n° 21 donne un aperçu de la récupération du méthane des filons de charbon en Pologne et en Ukraine.

### Question 3 : Les interactions entre l'énergie, l'eau et les terres

L'énergie est étroitement liée à l'agriculture, à l'eau et au climat. L'extraction et le traitement des ressources énergétiques naturelles, la production ultérieure d'électricité, le transport et la distribution via les réseaux et les pipelines ont un impact significatif sur divers autres processus et activités économiques et environnementaux. Ces connexions offrent des opportunités de synergie pour accroître la durabilité, mais elles peuvent aussi avoir un effet négatif sur les secteurs concurrents. L'eau captée pour un barrage hydroélectrique ne sera plus disponible pour l'irrigation en aval et risque d'avoir un impact sur les écosystèmes fluviaux. Les rejets d'eau chaude des centrales thermiques ont des répercussions sur la pêche et la faune. La production de biocarburants peut déclencher une concurrence foncière pour la production alimentaire, elle consomme les ressources en eau et mène à des monocultures. À l'inverse, l'agriculture est un secteur grand consommateur d'énergie, avec 4 % de l'électricité mondiale et 50 millions de tonnes d'équivalent pétrole d'énergie actuellement utilisés

#### Étude de cas n° 21 : Récupération du méthane des filons de charbon : exemples polonais et ukrainien

Pologne<sup>217</sup> : 24 % du méthane minier y sont actuellement captés par les systèmes de gestion du méthane. Néanmoins, 110 millions de m<sup>3</sup> de méthane étaient encore rejetés dans l'atmosphère en 2014. L'utilisation du méthane a légèrement diminué, passant de 68 % en 2013 à 66 % en 2014.

Avec une capacité de production de méthane de 930 Mm<sup>3</sup>/an, et le captage de 338 Mm<sup>3</sup>/an de méthane, le pays dispose d'un potentiel de 680 millions de m<sup>3</sup> de méthane d'air de ventilation (MAV) (dont 110 Mm<sup>3</sup> prêts à être gérés). Depuis 2010, la production d'électricité à partir de la cogénération à haut rendement énergétique (économie d'énergie primaire > 10 %) est soutenue.

Ukraine<sup>218</sup> : en 2015, 35 Mt de charbon ont été extraits en Ukraine (moins de la moitié des niveaux d'avant la guerre de 2014), avec 562 Mm<sup>3</sup> par an de méthane de mine de charbon, dont 404 Mm<sup>3</sup> extraits par ventilation et 28 % (158 Mm<sup>3</sup>) par dégazage. En 2015, le captage du méthane a été entrepris dans 2 mines.



**TABLEAU 3.9** Méthane piégé dans les gisements de charbon, méthane des mines de charbon et projets de réduction des émissions de méthane provenant des mines dans la région de la CEE

Pays	Estimation des ressources en méthane piégé dans les gisements de charbon	Émissions de méthane des mines de charbon, en millions de mètres cubes (Mm <sup>3</sup> )/an	Émissions de GES, en MtCO <sub>2eq</sub> en 2010	Nombre de projets	Types et envergure des projets
Allemagne	3 billions de m <sup>3</sup>	195 Mm <sup>3</sup>		37	Projets de cogénération de 113 MWe totalisant plus de 406 MtCO <sub>2eq</sub> de réduction en 2014
Belgique				1	Permis d'exploration couvrant 443 km <sup>2</sup> portant précisément sur la récupération du méthane dans les couches vierges d'exploitation minière du Hainaut
Bulgarie	195 milliards de m <sup>3</sup>	101 Mm <sup>3</sup> 2010			NA
Canada	>5 billions de m <sup>3</sup>	66 Mm <sup>3</sup> 2010			NA
Espagne		46 Mm <sup>3</sup>			NA
États-Unis d'Amérique	495 milliards de m <sup>3</sup>	5 318 Mm <sup>3</sup> 2013	78 MtCO <sub>2eq</sub> pour le charbon 313 MtCO <sub>2eq</sub> pour le pétrole et le gaz	35	NA
Fédération de Russie	48-80 billions de m <sup>3</sup>	3 424 Mm <sup>3</sup>	51 MtCO <sub>2eq</sub> pour le charbon 418 MtCO <sub>2eq</sub> pour le pétrole et le gaz	9	Projets de cogénération de 13 MW totalisant plus de 324 MtCO <sub>2eq</sub> de réduction en 2014
France	28 milliards de m <sup>3</sup>	Gazonor 72 Mm <sup>3</sup> Lons le Saunier 83 Mm <sup>3</sup>		3	Gazonor. Méthane des mines abandonnées utilisé pour diluer le combustible des chaudières et d'un séchoir à cendres. En service au moins depuis 2005, également combustible pour fours à coke. Injection dans le réseau de Gaz de France.
Géorgie	11 milliards de m <sup>3</sup>	0,25 Mm <sup>3</sup>			NA
Hongrie	> 150 milliards de m <sup>3</sup>	1,4 Mm <sup>3</sup>			NA
Italie		1,4 Mm <sup>3</sup>			NA
Kazakhstan	> 650 milliards de m <sup>3</sup>	995 Mm <sup>3</sup>		1	25 Mm <sup>3</sup> de CH <sub>4</sub> utilisés. Projet de cogénération de 1,4 MWe dans la mine Lenina, réduction de 21,5 MtCO <sub>2eq</sub> en 2014
Ouzbékistan			107 MtCO <sub>2eq</sub> pour le pétrole et le gaz		NA
Pologne	425 milliards de m <sup>3</sup> - 1,4 milliards de m <sup>3</sup>	482 Mm <sup>3</sup>		15	Projets de cogénération totalisant plus de 105 MtCO <sub>2eq</sub> de réduction en 2014 à partir de plus de 210 Mm <sup>3</sup> /an de méthane
République tchèque				21	23 mégawatts électriques (MWe) de cogénération. Réseau de pipeline de + de 200 km utilisant le méthane des mines de charbon (~77 millions m <sup>3</sup> /an) et le méthane des mines abandonnées (32 millions m <sup>3</sup> /an) Système d'interconnexion entre plusieurs mines. méthane des mines abandonnées % CH <sub>4</sub> =~75 ; méthane des mines de charbon % CH <sub>4</sub> =50-55. Récupération par OKD DBP débutée en 1997.
Roumanie		191 Mm <sup>3</sup>		2	Projet de cogénération de 6-10 MW à Caras- Severin et projet thermique de 35 MW à la mine Lupeni
Royaume-Uni	2,45 billions de m <sup>3</sup>	191 Mm <sup>3</sup>		46	Projets de cogénération de plus de 115 MW totalisant plus de 543 MtCO <sub>2eq</sub> de réduction en 2014
Slovaquie				2	Hornonitrianske Mines Bohumin 2 et 3. Projet de cogénération de 2 x 1.2 MW de plus de 2,4 Mm <sup>3</sup> /an de méthane
Turquie	3 billions de m <sup>3</sup>	135 Mm <sup>3</sup>			NA
Ukraine	1,7 billions de m <sup>3</sup>	1 325 Mm <sup>3</sup>	31 MtCO <sub>2eq</sub>	22	Divers processus de torchage, thermiques et d'extraction dont génération de 83 MW totalisant plus de 1 734 MtCO <sub>2eq</sub> de réduction en 2014
Union européenne					NA

Sources : United States EPA (2016) ; GMI (2017) ; United States EPA (2017).

### Étude de cas n° 22 : Évaluation des solutions aux interactions entre énergie, alimentation et eau dans le bassin de la rivière Drina<sup>223</sup>

La rivière Drina, située dans les Balkans occidentaux et partagée par la Bosnie- Herzégovine, le Monténégro et la Serbie, est l'affluent majeur de la rivière Save, et les eaux souterraines représentent la principale source d'approvisionnement en eau des communautés du bassin. Les ressources en eau de surface permettent également une importante production d'électricité (hydroélectricité et énergie thermique), élément clef de la sécurité énergétique des trois pays et assurant par ailleurs des revenus d'exportation.

Une évaluation participative des relations intersectorielles, des arbitrages et des avantages des interactions entre l'eau, l'alimentation, l'énergie et les écosystèmes, faisant intervenir les autorités des trois pays en charge de l'agriculture, de la gestion de l'eau et de l'environnement et d'autres acteurs clefs, a été réalisée dans le cadre de la Convention sur la protection et l'utilisation des cours d'eau transfrontières et des lacs internationaux. Les interactions de l'énergie avec d'autres secteurs concernés par la gestion des ressources ont été identifiées conjointement. Des exemples choisis pour chaque groupe d'interconnexions sont donnés ci-dessous afin d'illustrer les solutions possibles en termes de politiques ou de mesures techniques, également déterminées dans le processus.

#### Eau-Énergie (sélection)

- *Interconnexions* : eau nécessaire à la production d'énergie hydroélectrique et thermique, modification du débit des rivières en raison du manque de coordination des opérations hydroélectriques, stockage par pompage jouant un rôle clef dans l'intégration des énergies renouvelables dans le réseau.
- *Solutions* : harmoniser la législation relative à l'utilisation des ressources en eau pour la production d'énergie (c'est-à-dire réglementer la pratique des éclusées, le pompage- stockage, mettre en place des tarifs de rachat pour la promotion des énergies renouvelables non hydrauliques, instaurer une législation sur les concessions afin de surmonter les obstacles aux investissements) et aux autorisations de lancement de projets et installations hydroélectriques ; utiliser le potentiel des énergies renouvelables non hydroélectriques pour réduire la dépendance au charbon et aux ressources en eau du bassin.

#### Alimentation/terres – énergie

- *Interconnexions* : nouvelle utilisation potentielle des terres pour les énergies renouvelables non hydroélectriques (solaire et éolien) ; potentiel de production de biocarburants dans la région.
- *Solutions* : mettre en œuvre/poursuivre la mise en œuvre des politiques de remembrement des terres (regroupements, échanges, coopératives agricoles), remettre en état des terres inutilisées ; développer la pratique de l'évaluation de l'impact des politiques en matière de développement durable et d'énergies durables dans l'aménagement du territoire.

#### Écosystèmes-énergie

- *Interconnexions* : potentiel d'installation de petites installations de production d'énergie renouvelable dans les secteurs agricole et écotouristique ; potentiel de production de biomasse associé à l'industrie du bois.
- *Solutions* : promouvoir l'utilisation des énergies renouvelables dans l'écotourisme (par exemple, le solaire à partir des toits des bâtiments), en particulier dans les régions éloignées.

#### Énergie-alimentation/terre

- *Interconnexions* : écosystèmes compromis par l'expansion des petites unités de production d'hydroélectricité (également dans les zones protégées).
- *Solutions* : collaboration transfrontalière pour la collecte et le partage d'informations sur l'état de la biodiversité, l'élaboration et l'application de réglementations communes (y compris celles relatives à l'implantation de petites centrales hydroélectriques) et la création d'aires protégées transfrontalières (notamment la Tara-Drina).

L'évaluation démontre les divers avantages potentiels de la coopération découlant, pour les pays et les services publics, de l'augmentation potentielle de la production d'électricité (par exemple, par optimisation des stratégies de prélèvement et de rejet d'eau), mais aussi au niveau régional de l'accroissement du commerce et de l'intégration énergétiques, et de la sécurité énergétique. Un exercice de modélisation connexe montre que l'exploitation coopérative de barrages hydroélectriques pourrait produire plus de 600 GWh d'électricité au cours de la période 2017-2030. Réserver 30% de la capacité du barrage pour lutter contre les inondations aurait un coût, du fait de la modification du bouquet énergétique, d'environ 4% du coût d'exploitation de l'ensemble du système électrique dans les trois pays. La pression sur la production hydroélectrique pourrait être réduite en augmentant l'efficacité énergétique – jusqu'à 4,1 TWh dans le bassin combiné de la Drina – et permettrait par ailleurs de réduire considérablement les émissions de GES (de 38 Mt en 2017 à environ 28 Mt en 2030), soit une baisse d'environ 21% des émissions combinées des trois pays en 2015.

pour le pompage de l'eau d'irrigation et le dessalement<sup>219</sup>. Au cours des vingt-cinq prochaines années, la quantité d'énergie utilisée dans le secteur de l'eau fera plus que doubler, principalement en raison des projets de dessalement qui représenteront 20% de la demande d'électricité liée à l'eau d'ici à 2040. Les projets à grande échelle de transfert d'eau et la demande croissante de traitement des eaux usées contribuent également à l'augmentation des besoins énergétiques du secteur de l'eau.

Les connexions et synergies entre les secteurs sont décrites comme des interactions. Ces interactions permettent de minimiser les intrants et les déchets, les émissions et les déperditions d'énergie en resserrant les boucles énergétiques et matérielles<sup>220</sup>. Les interactions entre l'énergie, l'eau et l'agriculture sont particulièrement pertinentes pour le secteur énergétique. Les bassins hydrographiques transfrontaliers constituent un problème de gouvernance particulier – il existe plus de 270 bassins hydrographiques transfrontaliers dans le monde, couvrant environ 60% du débit d'eau douce de la planète et près de 40% de la population<sup>221</sup>. En outre, on estime que 600 aquifères au moins sont partagés par deux ou plusieurs pays<sup>222</sup>. La gestion ou l'utilisation d'un cours d'eau ou d'un aquifère à un endroit peut avoir une incidence considérable sur d'autres sites plus en amont ou en aval. L'étude de cas n° 22, consacrée au bassin de la Drina qui couvre six pays de la CEE, dont la Bosnie-Herzégovine, le Monténégro et la Serbie, analyse le lien entre l'énergie, l'alimentation et l'eau ainsi que des défis et possibilités de gestion plus durable des ressources.

### 3.6.2. Opportunités et perspectives

#### Renforcer la coopération internationale pour redoubler d'ambitions en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre

Si les pays n'agissent pas plus rapidement d'ici à 2030, ils seront contraints d'engager des efforts de réduction beaucoup plus conséquents après 2025 pour contenir l'élévation de la température moyenne de la planète en dessous de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels<sup>224</sup>.

Actuellement, les politiques en faveur de l'énergie durable tendent à opérer de manière désagrégée. Des politiques distinctes en matière d'efficacité énergétique, d'énergies renouvelables et de climat sont menées par différentes agences opérationnelles. Il est indispensable d'intégrer les potentiels d'atténuation des GES aux potentiels de renforcement de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables afin de mieux comprendre les arbitrages et voies d'investissement économiquement optimales qui s'offrent aux pays de la région de la CEE.

#### Explorer les options technologiques pour décarboniser la production d'électricité à partir de combustibles fossiles

Si le monde doit limiter les émissions de CO<sub>2</sub> à des niveaux compatibles avec une augmentation de moins de 2 °C des températures mondiales, alors le captage et le stockage du carbone devront contribuer à hauteur d'un sixième des réductions d'émissions de CO<sub>2</sub> nécessaires en 2050, et de 14% des réductions d'émissions cumulées entre 2015 et

#### **Opportunité : Comment le captage et le stockage du carbone pourrait être utilisé pour la production moins polluante d'électricité et grâce à la récupération assistée du pétrole afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre<sup>225</sup>**

Le Groupe d'experts de la production moins polluante d'électricité à partir de combustibles fossiles, de la CEE, a élaboré des recommandations sur la manière de traiter, dans un accord post-protocole de Kyoto, le captage et le stockage du carbone pour la récupération assistée du pétrole. Après approbation par le Comité de l'énergie durable de la CEE, les recommandations ont été transmises à la CCNUCC en 2014. Elles portent sur les points suivants :

- Les politiques relatives au captage, à l'utilisation et au stockage du carbone devraient être placées sur un pied d'égalité avec d'autres technologies de type « zéro carbone » et à faible émission de carbone en ce qui concerne leur potentiel d'atténuation des changements climatiques, au vu de l'état du développement technologique et des infrastructures.
- Les pouvoirs publics devraient envisager un large éventail d'instruments fiscaux pour encourager le captage, l'utilisation et le stockage du carbone, jusqu'à ce que ce dernier soit évalué de manière correcte et adéquate. Le captage et le stockage du CO<sub>2</sub> de tous les secteurs industriels seront indispensables pour atteindre les objectifs climatiques. Le déploiement du captage, de l'utilisation et du stockage du carbone s'accélénera si les gouvernements collaborent et parrainent financièrement des projets de démonstration.
- Les pays développés devraient être encouragés à investir dans le captage, l'utilisation et le stockage du carbone dans les pays en développement.
- Les développements du captage et du stockage du carbone doivent faire l'objet d'un contrôle et d'un suivi à l'échelle mondiale afin d'élaborer et de diffuser des lignes directrices sur les meilleures pratiques en la matière.

2050 par rapport à une approche de type «statu quo». C'est la seule option technologique autre que les actions sur l'efficacité énergétique et le passage du bouquet des énergies primaires à des combustibles à plus faible teneur en carbone, susceptibles d'entraîner des réductions nettes d'émissions de l'ampleur requise. Le cinquième rapport d'évaluation du GIEC estimait que sans captage et stockage du carbone, le coût de l'atténuation du climat augmenterait de 138%.

Des niveaux de stockage de CO<sub>2</sub> d'au moins un milliard de tonnes par an doivent être en place d'ici à 2030, et il en faudra davantage par la suite. Pour parvenir à un tel résultat, les gouvernements et l'industrie devront s'engager collectivement à financer des projets de démonstration de captage et stockage du carbone et le développement d'applications énergétiques et industrielles à des niveaux correspondant aux résultats requis en matière de réduction des émissions. La disponibilité du captage et du stockage du carbone dépendra du soutien réglementaire et législatif à tous les échelons de gouvernement et de la coopération internationale au niveau des projets afin de débloquer le financement nécessaire.

Pour faciliter cette transition, la CEE a élaboré des recommandations sur le captage, l'utilisation et le stockage du carbone, soumises à la CCNUCC avant la COP20 à Lima, qui ont bénéficié d'un accueil encourageant.

### Améliorer la gestion du méthane dans les secteurs du charbon, du pétrole et du gaz

Selon l'EPA américaine, l'extraction du charbon représentait 8% du total des émissions de méthane anthropiques mondiales en 2010, émissions qui devraient augmenter de 33% pour atteindre 784 millions de tonnes métriques d'équivalent dioxyde de carbone (MtCO<sub>2eq</sub>) d'ici à 2030. Le potentiel mondial de réduction est estimé entre 50 à 468 MtCO<sub>2eq</sub> soit 6 à 60% des émissions de référence, en 2030. Le potentiel de réduction rentable (prix au seuil de rentabilité de 0 dollars) est de 77,7 tCO<sub>2eq</sub> soit 10% du prix de référence.

Le potentiel technologique maximum (100 dollars + prix d'équilibre) est de 467,6 tCO<sub>2eq</sub> soit 60% du prix de référence.

Le maximum technologique du potentiel de réduction des émissions provenant du pétrole et du gaz est de 1 219 millions de tonnes métriques d'équivalent dioxyde de carbone (MtCO<sub>2eq</sub>), soit environ 58% des émissions prévues en 2030. En raison de la valeur énergétique du méthane capturé, l'EPA estime que 747 MtCO<sub>2eq</sub> soit 40% des émissions de référence, peuvent être réduites de façon rentable. Plus de 26% du potentiel total de réduction peut être obtenu en adoptant des mesures de réduction dans les secteurs de la production pétrolière et gazière<sup>226</sup>.

D'importants programmes visant à réduire le torchage du gaz associé à l'extraction du pétrole ont fondé l'industrie mondiale du gaz naturel au cours des années 1970. Le méthane de filon de charbon récupéré peut être utilisé comme combustible

et les méthodes d'extraction du méthane pour les procédés d'extraction du charbon, du pétrole et du gaz sont matures ; les options pour récupérer le méthane des filons de charbon sont les suivantes :

- Le méthane piégé dans les gisements de charbon est extrait des filons de charbon non exploités. L'exploitation des gisements de charbon pourraient se poursuivre à l'avenir, mais elle dépend en grande partie de facteurs géologiques, tels que la profondeur et la qualité du charbon ;
- Le méthane piégé dans les gisements de charbon est extrait pendant les activités minières, alors que le charbon est en cours d'extraction et émet d'importantes quantités de gaz ;
- Le méthane provenant des mines abandonnées est récupéré dans des chantiers fermés, d'importantes quantités de gaz pouvant rester piégées dans la mine ou être émises par les ouvertures.

Les possibilités de transformer les émissions fugaces de méthane en ressources énergétiques utiles tout en atténuant l'effet de serre du méthane sont importantes. De nombreux pays ont mis en place des systèmes de gestion du méthane de charbon. La modélisation de l'Environmental Protection Agency américaine décrit les courbes des coûts marginaux de dépollution du méthane à l'échelon mondial, mais aucune évaluation complète et à jour du potentiel des programmes de gestion du méthane et de leurs capacités n'a été entreprise.

Aux États-Unis, le passage massif de la production d'électricité du charbon au gaz et au solaire met en évidence le rôle que les ressources en méthane pourraient jouer dans la transition énergétique. L'utilisation croissante du gaz a soulevé la question des émissions fugaces de méthane provenant de la production de gaz classique et de gaz de schiste.

Compte tenu des estimations révisées des émissions fugaces de méthane, les récentes évaluations du cycle de vie montrent que les émissions spécifiques de GES sont réduites de moitié (par kWh) en remplaçant les centrales thermiques fonctionnant actuellement au charbon par des centrales modernes à cycle combiné fonctionnant au gaz naturel<sup>227</sup>. Cette réduction est due à la plus faible teneur en carbone du gaz naturel (15,3 grammes de carbone par mégajoule (gC/MJ), à comparer par exemple aux 26,2 gC/MJ pour le charbon sous-bitumineux) et à l'efficacité supérieure des centrales électriques à cycle combiné<sup>228</sup>.

La gestion du méthane consiste essentiellement à suivre et enregistrer avec précision les émissions en utilisant les meilleures technologies de surveillance et de mesure et à évaluer les solutions optimales permettant de minimiser les déperditions et les émissions. Une gestion plus efficace et plus efficiente du méthane offrira des bénéfices économiques directs, notamment : une diminution des impacts négatifs sur

la santé, le renforcement de la sécurité des travailleurs et une atténuation du réchauffement climatique. Toutefois, d'autres actions sont nécessaires pour démontrer comment les options liées au méthane sont susceptibles de contribuer à la transition énergétique.

Les progrès récents dans la technique de fracturation et la gestion du méthane, la dégazéification et le méthane présent dans l'air de ventilation (MAV) modifient les critères économiques de l'extraction du gaz et du pétrole non conventionnel, et le rôle que le méthane peut jouer dans la production d'électricité suggère d'en réexaminer les potentialités<sup>229</sup>.

Dans ce contexte, le secrétariat de la CEE, en consultation avec les secrétariats de l'Union internationale du gaz, de l'Association mondiale du charbon et du Conseil mondial du pétrole et d'autres experts de l'industrie, a préparé et réalisé une enquête sur les techniques et dispositions actuellement mises en œuvre pour mesurer, déclarer et vérifier les émissions de méthane dans les industries extractives. Les données tirées de l'enquête montrent que très peu d'entités opérant dans les industries extractives ne surveillent pas leurs émissions de gaz. De même, rares sont celles qui ne rendent pas compte

des résultats, ces rapports étant souvent exigés par la loi. Cependant, les raisons sous-jacentes de la surveillance sont diverses. Alors que l'objectif premier était «l'environnement» et la «loi» pour les industries pétrolières et gazières, le forum des parties prenantes de l'industrie du charbon a choisi la «sécurité» comme motivation principale. Plus de la moitié des industries distinguent, dans le cadre de leur surveillance, le méthane et les autres gaz d'hydrocarbures. En termes de continuité des mesures, les résultats varient en fonction des secteurs. Près de 50% des mines de charbon effectuent des mesures en continu, car le gaz de la mine est libéré dans l'environnement de travail. Pour le pétrole et le gaz (à mi-chemin et en aval), environ un tiers des entreprises procèdent à des mesures continues. Seul le secteur du charbon suit une approche normalisée en matière de contrôle des émissions de CH<sub>4</sub>. Les réponses à la question 17 (image 10) indiquent que les méthodes de suivi des émissions de CH<sub>4</sub> SONT généralement prescrites par la loi pour l'industrie mondiale du charbon et ne le sont PAS pour les autres secteurs industriels couverts par l'enquête. Les mesures de surveillance ne sont pas normalisées pour toutes les entités et tous les secteurs<sup>230</sup>. Le Comité de l'énergie durable de la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (CEE) a recommandé d'entreprendre des travaux pour convenir de philosophies, normes et

### Opportunité : Guide des pratiques optimales de captage et d'utilisation du méthane dans les mines de charbon<sup>231</sup>

Le Groupe d'experts du méthane provenant des mines de charbon de la CEE a publié la deuxième édition du Guide des pratiques optimales de captage et d'utilisation du méthane provenant des mines de charbon. Depuis la publication de la première édition en 2010, la pratique et la réglementation de l'industrie ont évolué, et la deuxième édition fait le point des développements les plus importants. Elle comprend également des études de cas supplémentaires qui illustrent la mise en application des meilleures pratiques dans les mines de charbon dans le monde entier. Cette deuxième édition du Guide des pratiques optimales, fondée sur des principes, ne remplace pas la législation et la réglementation nationales ou internationales. Elle les complète plutôt par une approche globale des pratiques plus sûres et plus efficaces de gestion du méthane.

technologies communes pour la surveillance, l'enregistrement et la déclaration des émissions de méthane à chaque étape de la production, du traitement, du stockage, du transport, de la distribution et de l'utilisation des combustibles fossiles, qu'il s'agisse du charbon, du pétrole ou du gaz naturel, tout en reconnaissant qu'une adaptation au cas par cas à des situations spécifiques pourrait être nécessaire. En outre, il a été convenu qu'il est nécessaire de réduire les émissions de méthane, notamment en identifiant les mécanismes appropriés pour mobiliser les ressources nécessaires, et de financer une étude détaillée sur une base commune à l'ensemble de la région de la CEE. En réponse, le Comité a demandé que des travaux soient réalisés pour évaluer la base de référence, l'étalement et l'échelle des émissions actuelles de méthane dans les industries extractives, dans le but de donner des orientations claires aux praticiens et aux décideurs.

### Réaliser des synergies dans les interactions entre l'énergie, l'eau et la terre

Une bonne compréhension de la diversité et des potentialités sociales, économiques et environnementales est au cœur des solutions pour des systèmes écologiques marqués par des interactions entre l'énergie, l'eau et l'utilisation des terres. Souvent, la solution repose sur une meilleure appréhension de la diversité des besoins dans la région entourant l'écosystème et de l'ampleur des bénéfices qui peuvent être tirés de cet écosystème. Les communautés sont alors à même de trouver des moyens de favoriser cette diversité de résultats grâce à une meilleure gestion des corrélations et dépendances dans l'écosystème.

Afin d'identifier les possibilités de renforcer la durabilité des ressources tout en limitant les impacts négatifs sur les secteurs connexes, plusieurs outils et approches ont été

élaborés dans le passé. Des instruments tels que l'évaluation stratégique environnementale (ESE) permettent de mieux comprendre les synergies intersectorielles pour aborder les arbitrages et les externalités dans l'utilisation des ressources et les questions transfrontalières. En plus de mettre en lumière les conflits intersectoriels potentiels (par exemple, les impacts probables du renforcement de la production hydroélectrique sur les ressources en eau ou les terres agricoles en aval), l'ESE est également l'occasion pour un large éventail d'acteurs (autorités environnementales et sanitaires, entreprises, public) de se prononcer sur l'action proposée dans un secteur ou une zone donnée. Ainsi, l'utilisation efficace de l'ESE peut permettre de rationaliser la conception et la mise en œuvre de projets spécifiques en abordant des questions difficiles à saisir au niveau du projet (en particulier les effets à grande échelle et cumulatifs) ; et en signalant précocement les problèmes à résoudre lors de la conception des projets et de l'exécution de la procédure d'autorisation pertinente, y compris de l'évaluation de l'impact sur l'environnement (EIE). Ce processus élargit en retour la portée des potentialités énergétiques durables sur le plan économique et optimise la résilience du système en ouvrant de multiples options de ressources, plutôt que d'être tributaire des ressources et de la technologie traditionnelles. Les pays et les communautés régionales peuvent profiter d'un éventail plus large et plus durable d'options en matière de ressources, développer le commerce de ressources et améliorer la durabilité et la robustesse du système.

Plusieurs outils et approches ont été mis au point pour évaluer les liens et dynamiques intersectoriels faisant intervenir l'énergie, à différentes échelles et à des fins diverses, et pourraient être pris en compte pour détailler une évaluation

visant à délimiter le champ des interactions portant sur les bassins hydrographiques mentionnés dans l'encadré « Bonnes pratiques et politiques visant des synergies intersectorielles pour le développement des énergies renouvelables : des opportunités pour une hydroélectricité plus durable ». Ces outils et approches peuvent prendre notamment les formes suivantes : 1) dialogues ; cartographie ; 3) scénarios ; 4) analyse élargie des systèmes ; et 5) analyse institutionnelle<sup>232</sup>. Plusieurs outils et expériences d'analyse plus détaillée des interactions sont axés sur la comptabilisation des intrants et des extrants de ressources dans les prestations de services, indiquant où et comment les ressources sont liées, et en quoi ces liens influent sur les demandes directes et indirectes. Ils mettent explicitement l'accent sur les activités liées à l'eau, à l'énergie et à l'utilisation des terres et sur les interactions entre elles, les plus appropriées pouvant être choisies en fonction de l'objectif de l'analyse<sup>233</sup>.

Le projet de cartographie géospatiale RESMAP pour les projets d'investissement dans l'énergie durable du Programme INOGATE, présenté dans l'encadré ci-dessous, est un exemple d'outil intégré pour l'évaluation des ressources. Il ne couvre actuellement que la Géorgie, l'Arménie, l'Azerbaïdjan et la République de Moldova, mais il met en lumière la possibilité d'une meilleure compréhension des options permettant de réaliser pleinement les objectifs de réduction des GES et les objectifs de développement durable. Il souligne par ailleurs l'importance de l'énergie, des processus industriels et de l'utilisation des produits, de l'agriculture, des déchets, de l'utilisation des terres, du changement d'affectation des terres et des options de foresterie, qui doivent être compris et gérés pour atteindre pleinement les ODD.

### Opportunité : Cartographie géospatiale pour l'énergie durable<sup>234</sup>

La plateforme de cartographie géospatiale RESMAP du Programme INOGATE démontre l'enjeu des investissements dans l'éolien et le solaire pour les parties prenantes en Géorgie, Arménie, Azerbaïdjan et République de Moldova. Elle permet d'évaluer les cartes des ressources éoliennes et solaires théoriques, écologiques et économiquement viables à l'aide de données de grande précision (résolution d'au moins 10 km<sup>2</sup>). Les cartes d'infrastructures et de contraintes sur une carte Web « GeoExplorer » sont dotées de fonctions de marquage, de zoom et de mesure, de menus déroulants et d'outils d'information appropriés. Grâce à elles, les parties prenantes (investisseurs, décideurs politiques, fournisseurs d'équipements) sont à même d'estimer l'emplacement, la quantité (MW et GWh/an) et la valeur nette actuelle de la ressource éolienne et solaire économiquement viable disponible dans le pays, sur la base de différentes combinaisons de coût du capital, de taux d'actualisation des investissements et de tarif d'achat d'électricité, et de déterminer ainsi l'enjeu. La cartographie des projets de référence existants, des ressources éoliennes et solaires facilitera le dialogue entre les décideurs politiques, les investisseurs et les autres parties prenantes et se traduira par une meilleure optimisation des contraintes en matière de ressources et des objectifs.

Plusieurs politiques et technologies contribuent déjà à la réduction de la demande d'eau et d'énergie et à l'atténuation des points d'étranglement potentiels dans les interactions entre l'eau et l'énergie. Il s'agit notamment de l'intégration de la phase d'élaboration des politiques de l'énergie et de l'eau, de la colocalisation des infrastructures énergétiques et hydriques, de l'utilisation de l'énergie contenue dans les eaux usées, des sources d'eau alternatives pour l'énergie et de l'amélioration

de l'efficacité des deux secteurs. L'encadré ci-dessous suggère un certain nombre de solutions politiques, d'options technologiques et d'opportunités de coopération, basées sur les résultats de l'analyse des interactions entre l'énergie, l'eau et les terres dans les bassins fluviaux transfrontaliers des Balkans (la Save et son affluent, la Drina), du Caucase (l'Alazani/Ganykh) et de l'Asie centrale (le Syr Darya).



**Opportunité : Bonnes pratiques et politiques visant des synergies intersectorielles pour le développement des énergies renouvelables : des opportunités pour une hydroélectricité plus durable<sup>235</sup>**

Les énergies renouvelables peuvent jouer un rôle majeur en contribuant à une meilleure gestion des ressources dans le contexte des interactions écosystémiques entre l'eau, l'énergie et l'alimentation. L'approche de ces interactions est en elle-même l'occasion de renforcer les actions visant à réaliser les objectifs le développement durable.

Jusqu'à présent, quatre évaluations des interactions ont été réalisées pour les bassins hydrographiques de l'Alazani/Ganykh (Azerbaïdjan, Géorgie), de la Save (Bosnie- Herzégovine, Croatie, Monténégro, Serbie et Slovénie), du Syr Darya (Kazakhstan, Kirghizistan, Tadjikistan, Ouzbékistan) et de la Drina (Bosnie-Herzégovine, Monténégro et Serbie).

Ces évaluations contribuent à la formulation de recommandations politiques, y compris des mesures susceptibles de faciliter un déploiement des énergies renouvelables plus durable et tenant compte des arbitrages entre les secteurs de l'énergie, de l'eau et de l'alimentation et les écosystèmes. L'évaluation des interactions montre qu'en fonction du contexte, diverses solutions sont identifiables pour les externalités découlant du développement de l'hydroélectricité et du renforcement de la durabilité des énergies renouvelables, allant des mesures techniques à l'information et à la gouvernance. Quelques exemples choisis en sont détaillés ci-dessous (l'accent étant mis sur les mesures prises dans le secteur de l'énergie) :

Bassins de la Save et de la Drina – Développement durable de l'hydroélectricité et intégration d'autres énergies renouvelables ; coordination des activités des centrales hydroélectriques (pour le contrôle des crues, au bénéfice du système énergétique, assurer le débit environnemental) ; et développement de nouvelles capacités, idéalement sur la base d'une stratégie à l'échelle du bassin, en tenant compte des arbitrages relatifs aux autres utilisations de l'eau et de l'environnement ;

Bassin de l'Alazani/Ganykh – Facilitation de l'accès aux sources d'énergies modernes et au commerce de l'énergie ; minimisation des impacts du développement de nouvelles centrales hydroélectriques ; mise en œuvre de la gestion des bassins versants pour contrôler l'érosion et limiter ainsi les impacts sur les infrastructures ;

Bassin du Syr Darya – Promotion de la remise en état du réseau régional et redynamisation du marché de l'énergie ; amélioration de l'efficacité de la production, du transport et de l'utilisation de l'énergie ; amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau (en particulier dans le secteur agricole).

Les cas de ces bassins hydrographiques illustrent la possibilité, au travers de la coopération régionale et transfrontalière dans les secteurs de l'énergie et de la gestion de l'eau, de réduire les impacts négatifs intersectoriels et environnementaux et de renforcer l'effet des actions synergiques bénéfiques.

# IV. Conclusions et recommandations

---

## Identification des défis sous-régionaux dans la région de la CEE

Dans la région de la CEE, la réalisation de l'ODD 7 n'est pas à la hauteur des attentes. Il existe de nombreux exemples positifs, mais sur un plan général, les pays doivent intensifier leurs efforts pour concrétiser les trois dimensions de l'ODD 7 : l'accès à l'énergie, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables.

La région couverte par la CEE est confrontée à de nombreux défis énergétiques similaires à ceux d'autres parties du monde, mais elle fait face à des conditions climatiques, économiques, environnementales et politiques spécifiques qui peuvent se traduire par une utilisation inefficace de l'énergie, des coupures d'électricité, une hausse des coûts énergétiques et un chauffage non durable et inabordable en hiver.

L'analyse sous-régionale fournit des informations utiles sur les résultats agrégés au niveau régional de la CEE. En dépit de l'énorme potentiel inexploité de production de toutes les formes d'énergies renouvelables, à ce jour, ces énergies renouvelables ne représentent dans la région que 11% de la consommation finale totale d'énergie. Bien que l'Europe du Sud-Est (26%) ait déjà atteint l'objectif mondial de 18% d'énergies renouvelables en 2030, au niveau régional les quotes-parts et le taux de progression sous-jacent sont insuffisants pour y parvenir. Cette constatation est corroborée par les chiffres des sous-régions situées au bas du spectre, notamment la Fédération de Russie (3,5% d'énergies renouvelables dans la consommation finale totale d'énergie), l'Europe orientale (5,2%), le Caucase et l'Asie centrale (7,4%).

En examinant de plus près les sous-régions dans lesquelles les énergies renouvelables ne représentent qu'une part minime, en 2015, il apparaît que 17 États membres de la CEE situés dans ces sous-régions n'ont bénéficié que de 400 millions de dollars d'investissements, soit à peine 0,2% de l'investissement total mondial dans les technologies d'énergies renouvelables, marquant ainsi une diminution par rapport aux 0,5% de 2014. L'absence de nouveaux investissements est perceptible dans le Caucase, en Asie centrale et en Europe du Sud-Est.

En ce qui concerne les résultats en matière d'efficacité énergétique, le taux composé de croissance annuelle de l'intensité énergétique dans la CEE de -2,0% pour 2012-2014 varie sensiblement au niveau sous-régional. En Amérique du Nord, l'intensité énergétique s'est améliorée, passant de 5,9

à 5,8 MJ/dollar, à un taux annuel de -0,5% (TCCA). L'intensité énergétique de l'Europe du Sud-Est a baissé de 5,0 à 4,6 MJ/dollar, avec un TCCA de -4,5%. La sous-région du Caucase, de l'Asie centrale, de l'Europe de l'Est et de la Fédération de Russie affiche le taux d'intensité énergétique le plus élevé avec 7,2 MJ/dollar (TCCA de -3,8%). Par rapport au TCCA requis de -2,6% pour atteindre l'objectif 2030, il conviendra de tenir compte de différents taux de progression au niveau sous-régional, lors de la planification du comblement des écarts par rapport au Programme à l'horizon 2030.

Bien que la région soit parvenue à l'électrification universelle des ménages en termes d'accès physique, le vieillissement des infrastructures, le manque de diversité de l'offre et l'augmentation des tarifs conduisent à une énergie de mauvaise qualité et à la pauvreté énergétique pour certains. Ce phénomène est particulièrement critique durant les mois d'hiver froids de l'hémisphère Nord et touche de façon disproportionnée les populations pauvres et rurales. En conséquence, certains consommateurs se sont tournés vers des sources locales de combustibles solides pour la cuisine et le chauffage, et d'autres vers l'électricité produite par des générateurs diesel hors réseau.

À l'heure actuelle, certains pays exportent de grandes quantités de combustibles fossiles dans le cadre de leur modèle économique et affichent des niveaux d'intensité énergétique parmi les plus élevés au monde. Les pays et personnes dont le revenu national et les moyens de subsistance dépendent de l'énergie fossile sont nombreux et le resteront au cours de la période considérée. Beaucoup de pays ont du mal à fournir une énergie fiable et abordable à leurs propres citoyens. De nombreuses barrières commerciales, souvent liées au subventionnement des prix de l'énergie, entravent l'introduction de nouvelles technologies énergétiques efficaces. Le défaut d'accès aux services énergétiques de base et les perturbations fréquentes de l'approvisionnement énergétique sont particulièrement préoccupants dans le Caucase et en Asie centrale.

Bon nombre de ces mêmes pays ont une forte empreinte carbone, vestige d'une intensité énergétique élevée et d'une grande inefficacité énergétique dans l'industrie et les bâtiments. Les déperditions d'énergie dues aux anciennes infrastructures et aux réseaux délabrés sont importantes. L'intensité carbone est restée stable.

### Conclusions

La collaboration dans le contexte du Cadre mondial de suivi 2017 et son interprétation régionale avec des partenaires de renommée internationale et les quatre autres commissions régionales ont été pour la CEE une occasion extraordinaire de mieux appréhender les préoccupations régionales et de réfléchir plus en détail aux progrès réalisés dans la mise en œuvre du septième objectif de développement durable. Le présent rapport vise à sensibiliser à un certain nombre de questions, notamment le potentiel extraordinaire offert par la région de la CEE en matière d'efficacité énergétique et de développement et déploiement des énergies renouvelables. Il sera très utile pour les activités futures de la CEE et de ses partenaires et servira de base de référence.

D'un simple document de suivi des progrès dans la réalisation de l'ODD 7, ce rapport est devenu une étape sur la voie de la mesure des avancées au-delà de cet objectif. À l'évidence, l'approche actuelle gagnerait à être améliorée. Les indicateurs pertinents devraient refléter une approche globale et aborder les défis auxquels les pays sont confrontés à mesure que les systèmes deviennent plus complexes et les besoins plus urgents. En basant cette approche sur la demande de services énergétiques, un ensemble plus large d'indicateurs émerge naturellement.

La tâche ne fait que commencer. La CEE est déterminée à faire progresser les systèmes énergétiques durables et souhaite travailler avec des partenaires régionaux pour mettre en exergue les études de cas et modèles d'entreprise couronnés de succès et reproductibles, susceptibles de lever les obstacles et d'inspirer d'autres acteurs.

Le rapport mériterait des consultations plus approfondies avec les pays. Mais des échanges de vues avec des experts nationaux, le plus souvent dans les langues nationales ou avec l'aide d'interprètes, nécessitent davantage de temps et de ressources. Plutôt que de s'engager rapidement dans un autre processus du Cadre mondial de suivi, il serait judicieux de mener une analyse plus approfondie de toutes les conclusions et données existantes et de leur interprétation et de mettre en place un processus de consultation minutieux avec les pays pour définir un ensemble de besoins dans le contexte de la qualité de vie.

### Recommandations

Dans la région de la CEE, il n'existe pas de conception partagée de l'énergie durable ou de la manière de l'atteindre. Hormis les défis mondiaux du Programme à l'horizon 2030 et la lutte contre les changements climatiques, les pays de la CEE affichent des divergences en matière de développement économique, de disponibilité des ressources et de combinaison énergétique dans les stratégies énergétiques nationales actuelles. Chaque pays établit sa propre stratégie énergétique en fonction de ses perspectives spécifiques de

développement durable, de protection de l'environnement, de réduction de la pauvreté, d'atténuation des changements climatiques, de qualité de vie, etc. Par voie de conséquence, les approches et résultats nationaux sont multiples. Le suivi des progrès sur la voie de l'énergie durable constitue une base importante pour l'élaboration des stratégies et politiques futures. Pour améliorer le suivi des progrès, ce rapport a permis la formulation des recommandations suivantes :

- Les indicateurs actuels découlent de l'infrastructure existante de collecte de données et d'établissement de rapports qui a émergé du système énergétique du passé. Pour éclairer les politiques visant à accélérer la transition vers un système énergétique capable de soutenir le développement durable, il sera nécessaire de développer des indicateurs appropriés adaptés au système du futur, d'adapter les systèmes de collecte de données et de renforcer les capacités de collecte, d'analyse, de suivi et de communication de nouvelles données et de nouveaux indicateurs. Au minimum, ces nouveaux indicateurs devraient englober les domaines d'interaction de l'eau, de l'alimentation et du climat, suivre les investissements en faveur de l'énergie propre et élargir les indicateurs énergétiques retenus pour y inclure d'autres formes d'énergie. Il est important de penser à l'énergie en termes de système complexe et totalement interconnecté, dans lequel l'offre, la demande, la conversion, le transport et la distribution interagissent librement et avec souplesse. Cette perspective s'applique aux régions et sous-régions, mais aussi entre les régions et les secteurs économiques.
- Les indicateurs de suivi de l'énergie pour le développement durable, au-delà de ceux de l'ODD 7, laissent entrevoir que des efforts accrus sont nécessaires dans l'ensemble du système énergétique. Pour atteindre les objectifs du Programme 2030, il faudra un engagement total du secteur privé dans la transformation énergétique. D'où l'importance de mettre en place un suivi des progrès en matière d'énergie pour le développement durable reflétant les interconnexions transversales entre les ODD intégrant davantage le secteur privé.
- Si les coûts des énergies renouvelables sont en baisse, ce n'est pas le cas du coût de l'intégration des sources d'énergies intermittentes dans le réseau. Le problème dépasse le cadre du financement des investissements et suppose l'abord du bouquet énergétique durable sous un angle différent et une large réflexion sur un système énergétique sans émissions de carbone. Chaque technologie a un rôle important à jouer à moyen terme dans le futur système énergétique, non seulement l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, mais aussi les technologies de pointe en matière de combustibles fossiles et le captage, l'utilisation et le stockage du carbone. Les choix doivent

être économiquement et socialement rationnels pour chaque pays et s'inscrire dans le contexte plus large de l'économie dans son ensemble. L'intégration doit prendre en compte la qualité de vie et pas seulement l'accès à l'énergie.

- L'intérêt croissant que suscitent les sources d'énergie renouvelables et la sensibilisation accrue du public en la matière ont mis en lumière la nécessité de normaliser le classement et la gestion des possibilités offertes par l'énergie renouvelable ainsi que l'établissement de rapports à ce sujet. Un cadre commun d'évaluation des ressources énergétiques pourrait également servir de base aux investisseurs, aux organismes de réglementation et aux gouvernements pour la mise en œuvre de projets en faveur des énergies renouvelables.
- Les travaux doivent se poursuivre pour renforcer l'appétit d'investissement en matière d'énergies renouvelables dans les pays clés de la région. Un certain nombre de plateformes et d'outils actuellement en place permettent de mettre le secteur financier en contact avec les fournisseurs de technologie et les décideurs. Le potentiel de transformation des grands complexes industriels est lui aussi important. Dans un certain nombre de complexes de ce type, au sein de la région de la CEE, l'exploitation minière, la production d'électricité, la métallurgie, la production manufacturière et le transport maritime sont intégrés, formant un réseau dense d'entreprises interdépendantes. L'élaboration de modèles économiques adaptés et reproductibles, en recourant à l'expertise sur un éventail de technologies innovantes et certains aspects politiques, pourrait engendrer une valeur ajoutée. De cette manière, certains éléments d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables peuvent être intégrés dans l'assainissement des actuelles structures liées aux combustibles fossiles et contribuer au développement de grands projets socialement et écologiquement responsables et axés sur l'innovation.
- Comme indiqué ailleurs dans le présent rapport, la composition de la CEE est très diversifiée. La division des pays de la CEE en sept sous-régions s'avère utile pour identifier les défis sous-régionaux et les progrès réalisés jusqu'à présent, tout en tenant compte des contextes nationaux avec les pays voisins.
- Des rapports sous-régionaux supplémentaires analysant plus en profondeur et de manière ciblée les progrès et les expériences pourraient utilement compléter les rapports mondiaux et régionaux du Cadre mondial de suivi et fournir aux pays un programme d'action réalisable.

### Limites et perspectives

Les principales limites de ce rapport sont la disponibilité de données comparables, vérifiées et actuelles pour tous les pays au cours de la période considérée, non seulement pour les indicateurs convenus pour l'ODD 7, mais aussi comme base de l'élargissement du jeu d'indicateurs, de manière à suivre l'énergie au service du développement durable.

L'infrastructure de collecte de données et d'établissement de rapports en place à ce jour a émergé et évolué au fil des ans, et les changements et améliorations du système supposent de vastes consultations, une adaptation et un soutien au renforcement des capacités, actuellement en cours mais nécessitant davantage de temps pour parvenir à un résultat pratique. Du fait de l'absence de données ou de divergences dans les méthodes de rapport, il est difficile, dans toute la région, de suivre des piliers importants tels que l'intensité carbone de l'énergie, les émissions de carbone par habitant.

Ce rapport a proposé un certain nombre de nouveaux paradigmes pour les indicateurs futurs, qu'il s'agisse de la qualité de service ou de l'analyse globale des systèmes. Il serait bon de se pencher sur les indicateurs susceptibles d'indiquer la voie à suivre pour parvenir à un avenir garantissant une énergie au service du développement durable. Après l'identification d'un ensemble concis d'indicateurs, il sera nécessaire de mettre en place une infrastructure de collecte de données afin de s'assurer de la disponibilité des données destinées à l'alimenter de manière crédible.

L'industrie de l'énergie a réussi à améliorer la qualité de vie partout dans le monde, notamment dans les économies avancées, mais l'accès et l'abordabilité restent problématiques. De nouvelles approches sous l'angle des services permettront à ceux qui n'ont pas accès à l'énergie de faire l'impasse sur les technologies et systèmes existants et de bénéficier de l'innovation et de la baisse des coûts technologiques. La transformation de l'industrie de l'énergie en une configuration de services implique de changer le modèle économique d'un service public (ou d'un prestataire de services) et de s'orienter vers un modèle fondé sur l'optimisation des marges entre les recettes perçues pour les services fournis (par exemple, le confort intérieur ou la mobilité) et les coûts de prestation (par le biais, par exemple, d'investissements dans l'efficacité énergétique). La réalisation de ce potentiel nécessitera de réexaminer avec soin et d'accepter de modifier l'infrastructure réglementaire, politique, technique et organisationnelle existante du secteur de l'énergie.

# Acronymes et abréviations

---

<b>AIE</b>	Agence internationale de l'énergie
<b>BTEP</b>	Besoins totaux en énergie primaire
<b>CCNU</b>	Classification-cadre des Nations Unies pour l'énergie fossile et les réserves et ressources minérales
<b>CCNUCC</b>	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
<b>CEA</b>	Commission économique pour l'Afrique
<b>CEE</b>	Commission économique pour l'Europe
<b>CEI</b>	Communauté d'États indépendants
<b>CEPALC</b>	Commission économique pour l'Amérique latine et les Caraïbes
<b>CESAO</b>	Commission économique et sociale pour l'Asie occidentale
<b>CESAP</b>	Commission économique et sociale pour l'Asie et le Pacifique
<b>CH<sub>4</sub></b>	Méthane
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dioxyde de carbone
<b>CO<sub>2eq</sub></b>	Équivalent d'oxyde de carbone
<b>EIA</b>	Energy Information Administration des États-Unis
<b>ESE</b>	Évaluation stratégique environnementale
<b>GES</b>	Gaz à effet de serre
<b>GIEC</b>	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
<b>GNL</b>	Gaz naturel liquéfié
<b>HFC</b>	Hydrofluorocarbone
<b>IMM</b>	Initiative mondiale sur le méthane
<b>IRENA</b>	Agence internationale pour les énergies renouvelables
<b>LGN</b>	Liquide de gaz naturel
<b>MAV</b>	Méthane d'air de ventilation
<b>MMC</b>	Méthane des mines de charbon
<b>N<sub>2</sub>O</b>	Oxyde d'azote
<b>NU</b>	Nations Unies
<b>ODD</b>	Objectif de développement durable
<b>OMS</b>	Organisation mondiale de la Santé
<b>ONU DI</b>	Organisation des Nations Unies pour le développement industriel
<b>PFC</b>	Hydrocarbure perfluoré
<b>PIB</b>	Produit intérieur brut
<b>PNUD</b>	Programme des Nations Unies pour le développement
<b>PNUE</b>	Programme des Nations Unies pour l'environnement
<b>PPA</b>	Parité des pouvoirs d'achat
<b>REN21</b>	Réseau d'action pour les énergies renouvelables pour le XXI <sup>e</sup> siècle
<b>SF<sub>6</sub></b>	Hexafluorure de soufre
<b>TCCA</b>	Taux composé de croissance annuelle
<b>TIC</b>	Technologies de l'information et des communications
<b>UE</b>	Union européenne

# Unités de mesure

---

<b>°C</b>	Degré Celsius
<b>EJ</b>	Exajoule (valant 10 <sup>18</sup> joules)
<b>Gt</b>	Gigatonne (valant 10 <sup>9</sup> tonnes)
<b>GW</b>	Gigawatt
<b>GW-h</b>	Gigawatt heure (valant 1 000 000 kW-h)
<b>kW-h</b>	Kilowatt heure
<b>kW-c</b>	Kilowatt-crête
<b>m<sup>3</sup></b>	Mètre cube
<b>MJ</b>	Mégajoule (valant 10 <sup>6</sup> joules)
<b>Mm<sup>3</sup></b>	Million de mètres cube
<b>Mt</b>	Million de tonnes
<b>MtCO<sub>2eq</sub></b>	Million de tonnes métriques d'équivalent d'oxyde de carbone
<b>MTEP</b>	Million de tonnes d'équivalent pétrole
<b>MW</b>	Mégawatt
<b>MWe</b>	Mégawatt électrique
<b>MWh</b>	Mégawatt heure
<b>PJ</b>	Pétajoule (valant 10 <sup>15</sup> joules)
<b>t</b>	Tonne
<b>tCO<sub>2</sub>/TJ</b>	Tonne de dioxyde de carbone/térajoule
<b>TJ</b>	Térajoule (valant 10 <sup>12</sup> joules)
<b>TWh</b>	Térawatt heure (valant 1 000 GW-h)



# Glossaire

---

## **Taux composé de croissance annuelle (TCCA), en pourcentage**

TCCA de l'intensité énergétique primaire/finale entre deux années. Représente le taux de croissance annuelle moyen au cours de la période. Les valeurs négatives correspondent à des améliorations de l'intensité énergétique (moins d'énergie utilisée pour produire une unité de production économique), tandis que les chiffres positifs représentent une baisse de l'intensité énergétique (davantage d'énergie nécessaire pour produire une unité de production économique).

## **Intensité énergétique, en MJ/2011 en dollars PPA**

L'intensité énergétique primaire est utilisée comme indicateur indirect de l'efficacité énergétique. Elle est calculée comme le rapport entre l'approvisionnement total en énergie primaire et le PIB mesuré en PPA en dollars constants de 2011 (MJ/2011 en dollars PPA). L'intensité énergétique est une indication de la quantité d'énergie utilisée pour produire une unité de production économique. Un ratio en baisse traduit l'utilisation d'une énergie moindre pour produire une unité de production (définition du Cadre mondial de suivi 2017).

## **Produit intérieur brut (PIB), en PPA en dollars constants de 2011**

Le PIB (en PPA en dollars constants de 2011) est la somme des valeurs ajoutées brutes réalisées par tous les producteurs résidant sur un territoire donné, majorée des taxes prélevées sur les produits et minorée des subventions n'entrant pas dans la valeur de ces produits. Il est calculé sans déduction pour la dépréciation du capital physique et pour l'épuisement et la dégradation des ressources naturelles. Le PIB est mesuré selon la méthode de parité de pouvoir d'achat, en dollars constants de 2011 (définition du Cadre mondial de suivi 2017).

## **Kilowatt-crête (kW-c)**

Le kilowatt-crête représente la puissance de pointe. Cette valeur spécifie la puissance de sortie obtenue par un module solaire sous plein rayonnement solaire (dans des conditions d'essai normalisées). Un rayonnement solaire de 1 000 watts par mètre carré est utilisé pour définir les conditions standard. La puissance de crête est également appelée « puissance nominale » par la plupart des fabricants. Basée sur des mesures effectuées dans des conditions optimales, la puissance de crête n'est pas identique à celle mesurée dans des conditions de rayonnement réelles. Dans la pratique, ce chiffre sera inférieur d'environ 15 à 20 % en raison de l'échauffement considérable des cellules solaires. Source : SMA Solar Technology AG (2011).

## **Coût moyen actualisé de l'électricité, en centimes de dollar/kWh**

Le coût moyen actualisé de l'électricité correspond au coût en kilowattheures de la construction et de l'exploitation d'une centrale électrique sur une durée de vie financière et un cycle d'utilisation supposés (définition Solar Mango).

## **Production propre, sous forme de ratio +/-1**

La division de la consommation totale d'énergie primaire d'un pays par sa production énergétique donne une indication de son niveau d'autosuffisance (ou de dépendance) (Energy Atlas de l'AIE).

## **Production totale d'énergie**

Il s'agit de la production d'énergie primaire, c'est-à-dire la houille, le lignite, la tourbe, le pétrole brut, les LGN, le gaz naturel, les énergies renouvelables et les déchets combustibles, le nucléaire, l'hydroélectricité, la géothermie, le solaire et la chaleur des pompes à chaleur qui est extraite de l'environnement ambiant. Cette production est calculée après élimination des impuretés (par exemple, le soufre du gaz naturel) (définition de l'AIE).

## **Consommation finale totale d'énergie, en Mtep**

Somme de la consommation d'énergie des différents secteurs d'utilisation finale, à l'exclusion des utilisations non énergétiques des combustibles. La consommation finale totale d'énergie est décomposée en demande énergétique dans les secteurs suivants : industrie, transport, résidentiel, services, agriculture et autres. Elle exclut les soutes maritimes et aéronautiques internationales, sauf au niveau mondial où elles sont incluses dans le secteur des transports (définition de l'AIE).

**Approvisionnement total en énergie primaire, en Mtep**

L'approvisionnement total en énergie primaire est calculé comme suit : Production + Importations – Exportations – Soutes maritimes et aéronautiques internationales +/- Variation des stocks (définition de l'AIE).

**Énergie renouvelable**

L'énergie renouvelable totale inclut les énergies modernes et traditionnelles. Les énergies traditionnelles correspondent à la biomasse solide lorsqu'elle est consommée dans le secteur résidentiel, dans des pays non membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). Elles incluent les catégories suivantes dans les statistiques de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) : biomasse solide primaire, charbon de bois et biomasse primaire et déchets non spécifiés. Les énergies modernes englobent tous les types de technologie, notamment le solaire, l'éolien, la biomasse, la géothermie, l'hydroélectricité, les biocarburants liquides, le biogaz, l'énergie marine et les déchets renouvelables (définition du Cadre mondial de suivi 2017).

# Annexes

## Annexe I. Vue d'ensemble : données socioéconomiques pour les États membres de la CEE

**TABLEAU A.1** Population, densité démographique et PIB/habitant des pays de la CEE en 2015

Pays	Population (millions d'habitants)	Densité de population (habitants/km <sup>2</sup> )	PIB/habitant, PPA (dollars)
<b>Amérique du Nord</b>			
Canada	35	3,9	43 248
États-Unis	321	35	56 115
<b>Europe du Sud-Est</b>			
Albanie	2,9	105	3 945
Bosnie-Herzégovine	3,8	74	4 249
Bulgarie	7,2	66	6 993
Croatie	4,2	75	11 535
ex-République yougoslave de Macédoine	2,1	82	4 852
Monténégro	0,62	46	6 406
Roumanie	19,8	86	8 972
Serbie	7,0	81	5 235
<b>Caucase</b>			
Arménie	3,0	105	3 489
Azerbaïdjan	9,6	116	5 496
Géorgie	3,7	64	3 795
<b>Asie centrale</b>			
Kazakhstan	17,5	6,5	10 509
Kirghizistan	5,9	31	1 103
Ouzbékistan	31	73	2 132
Tadjikistan	8,5	61	926
Turquie*	78	102	9 125
Turkménistan	5,4	11	6 672
<b>Europe de l'Est</b>			
Bélarus	9,5	47	5 740
Fédération de Russie	144	8,8	9 092
Israël*	8,4	387	35 728
Moldova	3,6	124	1 848
Ukraine	45,2	78	2 115

Pays	Population (millions d'habitants)	Densité de population (habitants/km <sup>2</sup> )	PIB/habitant, PPA (dollars)
<b>Europe occidentale et centrale</b>			
Allemagne	81,4	234	41 313
Andorre	0,07	150	N/D
Autriche	8,6	105	43 774
Belgique	11,3	371	40 324
Chypre	1,16	126	23 242
Danemark	5,7	134	51 989
Espagne	46,4	92	25 831
Estonie	1,3	31	17 118
Finlande	5,5	18	42 311
France	66,8	122	36 205
Grèce	10,8	84	18 002
Hongrie	9,8	108	12 363
Irlande	4,6	67	61 133
Islande	0,33	3,3	50 173
Italie	60,8	206	29 957
Lettonie	1,9	32	13 648
Liechtenstein	0,037	234	74 950
Lituanie	2,91	46	14 147
Luxembourg	0,57	219	101 449
Malte	0,43	1 349	22 596
Monaco	0,037	18 865	N/D
Norvège	5,2	14	74 400
Pays-Bas	16,9	503	44 299
Pologne	38	124	12 554
Portugal	10,3	113	19 222
République slovaque	5,4	113	16 088
République tchèque	10,5	136	17 548
Royaume-Uni	65	269	43 875
Saint-Marin	0,03	530	N/D
Slovénie	2,1	102	20 726
Suède	9,8	24	50 579
Suisse	8,3	209	80 945
<b>Total CEE</b>	<b>1 318</b>		

Note : Pour pouvoir intégrer Israël et la Turquie dans l'analyse des groupes de pays, Israël a été assigné au groupe d'Europe de l'Est et la Turquie à celui d'Asie centrale. Ces regroupements et affectations n'impliquent de la part du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. En particulier, les limites indiquées sur les cartes n'impliquent pas l'approbation ou l'acceptation officielle de l'Organisation des Nations Unies.

Source : World Bank (2017c).

## Annexe II. Approvisionnement total en énergie primaire, approvisionnement total en énergie primaire/habitant et production propre des États membres de la CEE en 2014

**TABLEAU A.2** Approvisionnement total en énergie primaire, approvisionnement total en énergie primaire/habitant et production propre des États membres de la CEE en 2014

États membres	Approvisionnement total en énergie primaire en PJ en 2014	Approvisionnement total en énergie primaire/habitant en PJ en 2014	Indice de production propre*
<b>Amérique du Nord</b>	<b>104 505</b>	<b>7,04</b>	<b>0,99</b>
Canada	11 718	7,87	1,68
États-Unis	92 787	6,94	0,91
<b>Europe du Sud-Est</b>	<b>3 543</b>	<b>1,76</b>	<b>0,73</b>
Albanie	97	0,80	0,86
Bosnie-Herzégovine	327	2,05	0,77
Bulgarie	749	2,48	0,63
Croatie	336	1,90	0,54
ex-République yougoslave de Macédoine	109	1,26	0,48
Monténégro	400	1,54	0,72
Roumanie	1 326	1,59	0,83
Serbie	555	1,86	0,71
<b>Caucase</b>	<b>907</b>	<b>1,27</b>	<b>2,81</b>
Arménie	123	0,98	0,29
Azerbaïdjan	599	1,50	4,10
Géorgie	183	0,98	0,31
<b>Asie centrale</b>	<b>11 523</b>	<b>1,91</b>	<b>1,21</b>
Kazakhstan	3 209	4,43	2,17
Kirghizistan	158	0,65	0,50
Ouzbékistan	1 828	1,42	1,23
Tadjikistan	117	0,34	0,64
Turkménistan	1 119	5,04	2,92
Turquie*	5 088	1,59	0,26
<b>Europe de l'Est</b>	<b>6 675</b>	<b>2,39</b>	<b>0,55</b>
Bélarus	1 161	2,93	0,13
Fédération de Russie	29 763	4,94	1,84
Israël*	950	2,76	0,33
République de Moldova	138	0,93	0,10
Ukraine	4 424	2,33	0,73
<b>Europe occidentale et centrale</b>	<b>65 607</b>	<b>3,19</b>	<b>0,60</b>
Allemagne	12 814	3,78	0,39
Andorre	N/D	N/D	N/D

États membres	Approvisionnement total en énergie primaire en PJ en 2014	Approvisionnement total en énergie primaire/habitant en PJ en 2014	Indice de production propre*
Autriche	1 346	3,77	0,37
Belgique	2 209	4,73	0,38
Chypre	82601	2,29	0,06
Danemark	678	2,87	0,99
Estonie	252	4,57	0,97
Espagne	4 796	2,46	0,31
Finlande	1 420	6,21	0,54
France	10 158	3,67	0,57
Grèce	968	2,12	0,38
Hongrie	956	2,31	0,44
Irlande	534	2,76	0,16
Islande	245	17,8	0,89
Italie	6 145	2,41	0,25
Lettonie	181	2,185	0,55
Liechtenstein	N/D	N/D	N/D
Lituanie	293	2,39	0,25
Luxembourg	159	6,82	0,04
Malte	32	1,80	0,02
Monaco	N/D	N/D	N/D
Norvège	1 203	5,59	6,83
Pays-Bas	3 054	4,33	0,80
Pologne	3 936	2,44	0,72
Portugal	885	2,03	0,28
Saint-Marin	N/D	N/D	N/D
Slovénie	279	3,24	0,56
Suède	2 016	4,96	0,72
Suisse	1 049	3,06	0,53
République slovaque	667	2,94	0,41
République tchèque	1 725	3,91	0,71
Royaume-Uni	7 511	2,78	0,60
<b>Total CEE</b>	<b>222 525</b>	<b>4,46</b>	<b>0,99</b>
<b>Monde</b>	<b>573 555</b>	<b>1,89</b>	<b>1</b>

Note : « L'indice de production propre » est similaire au ratio d'autosuffisance de l'AIE. La division de l'approvisionnement total en énergie primaire d'un pays par sa propre production d'énergie donne une indication de son bilan énergétique.

L'approvisionnement total en énergie primaire est la somme de la production et des importations diminuée des exportations et complétée par la variation des stocks. Une valeur supérieure à 1 indique un exportateur net, une valeur inférieure à 1 correspond à un importateur net.

Source : World Energy Balances, AIE.



## **Annexe III. Indicateurs de l'énergie au service du développement durable et méthodologie du Cadre mondial de suivi**

### **Historique et méthodologie : Indicateurs pour l'ODD 7 (Énergie durable pour tous) utilisés pour le rapport sur le Cadre mondial de suivi**

La méthodologie employée pour le rapport sur le Cadre mondial de suivi est présentée sur le site Web : <http://gtf.esmap.org/methodology>.

### **Au-delà des indicateurs de l'ODD 7 : Les besoins d'information et les défis posés au développement durable**

La structure des systèmes énergétiques utilisée dans le présent document vise à compléter le mécanisme d'établissement de rapports du Cadre mondial de suivi et s'en inspire pour offrir un ensemble cohérent d'informations sur les défis et les opportunités rencontrés dans l'amélioration de la durabilité, du bien-être sociétal et des incidences économiques et environnementales des systèmes énergétiques dans les pays membres de la CEE. Ce rapport va au-delà des indicateurs de l'ODD 7 pour offrir des perspectives dépassant le cadre global. La capacité d'y parvenir est fonction de la qualité et de la fiabilité des systèmes de données sous-jacents.

#### **Questions méthodologiques**

Dans de nombreux pays, un certain nombre d'organismes recueillent des données sur l'énergie, l'activité et des données connexes à caractère social et environnemental.

Les évaluations régionales et mondiales, tout comme le présent rapport, s'appuient sur les processus de collecte et de gestion des données administrés par quelques grands organismes qui ont développé des capacités et des relations de premier plan leur permettant d'assurer une cohérence dans les définitions des données, la gestion de la qualité, l'entreposage et la publication des données. Les spécialisations des données sont reconnues et se traduisent par une coopération et une validation des données entre agences en charge de la gestion de ces informations : données sur l'activité économique de la Banque mondiale et de l'OCDE ; données sur la population et l'activité humaine de l'ONU ; données sur la santé et le bien-être de l'OMS ; données sur l'énergie de l'AIE, etc. Des pays individuels et des organismes spécialisés dans l'un ou l'autre aspect des activités mondiales publient également des données, mais leur vision et leurs processus de validation des données sont généralement plus limités que ceux des gestionnaires de données à l'échelle mondiale.

#### **Différences dans les données**

Les différences de données s'articulent autour de trois axes principaux :

- Les différences de cadres de données et de définitions.
- Des sources de données de perspectives différentes.
- Les défauts d'alignement comptable.

Normes de données cohérentes du service statistique de l'AIE, définitions des données de l'ONU, etc. : toute divergence entre des données doit être l'occasion d'explorer la cause et la nature des différences sous-jacentes dans les systèmes de données.

#### **Données manquantes**

L'infrastructure de collecte de données et de production de rapports en place à ce jour est née il y a de nombreuses années et a évolué au fil du temps. Ce rapport a suggéré un certain nombre de nouveaux paradigmes pour les indicateurs futurs, qu'il s'agisse de la qualité de service ou de l'analyse holistique des systèmes. Il serait utile d'examiner les indicateurs susceptibles de mener à un avenir dans lequel l'énergie au service des objectifs du développement durable serait assurée. Lorsqu'un ensemble concis d'indicateurs aura été identifié, il conviendra d'établir une infrastructure de collecte des données permettant d'alimenter de manière crédible un nouvel ensemble d'indicateurs.

## Annexe IV. Projet de liste d'indicateurs de suivi de l'énergie au service du développement durable

**TABLEAU A.3** *Projet de liste d'indicateurs et de domaines pour lesquels des indicateurs pourraient être proposés afin de mesurer les progrès en matière d'énergie au service du développement durable en vue de la réalisation du Programme à l'horizon 2030*

Piliers	Indicateurs suggérés (ou domaines proposés pour la formulation d'indicateurs)
Énergie	
Accès à l'énergie	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>7.1.1 Proportion de la population utilisant principalement des carburants et technologies propres*</b></li> <li>● <b>7.1.2 Proportion de la population ayant accès à l'électricité*</b></li> <li>● <b>Abordabilité, exprimée en quote-part du revenu des ménages consacrée à l'énergie**</b></li> </ul> <p><b>Domaines proposés pour la formulation d'indicateurs supplémentaires :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Fiabilité et qualité de l'accès à l'électricité**</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Nombre d'heures d'accès à l'électricité par jour (taux de panne)</li> <li>● Qualité technique (fréquence, voltage, etc.)</li> <li>● Nombre de coupures par type de consommateur</li> <li>● Nombre de ménages ayant accès au réseau principal</li> <li>● Temps nécessaire pour remédier aux perturbations</li> <li>● Nombre de ménages disposant d'un groupe électrogène</li> <li>● Perte de PIB en raison de l'interruption de l'approvisionnement (valeur des pertes de charge)</li> <li>● Pertes dues à la transmission</li> </ul> </li> <li>● <b>Pauvreté énergétique, qui englobe l'accès au chauffage et à la climatisation et la qualité de ces services**</b></li> </ul>
Énergies renouvelables	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>7.2.1 Part de l'énergie renouvelable dans la consommation finale d'énergie*</b></li> <li>● <b>Part des énergies renouvelables modernes / traditionnelles dans la consommation finale totale d'énergie**</b></li> <li>● <b>Part des énergies renouvelables dans l'approvisionnement total en énergie primaire**</b></li> <li>● <b>Mise en service de nouvelles capacités de production d'énergies renouvelables**</b></li> <li>● <b>Investissements dans les énergies renouvelables**</b></li> <li>● Part des énergies renouvelables dans l'énergie des barres omnibus (par exemple postproduction, mais avant pertes de transport et de distribution)</li> <li>● Capacité installée et fiable de production d'énergies renouvelables par habitant</li> <li>● Énergies renouvelables par type de production (électricité, liquides, chaleur)</li> <li>● Rapport entre les énergies renouvelables (capacité, production/consommation) et l'électricité totale (capacité, production/consommation)</li> <li>● Part d'énergie renouvelable exprimée en termes de besoins totaux en énergie primaire (c'est-à-dire en tenant compte de l'énergie primaire non renouvelable nécessaire pour fournir la même quantité finale d'énergie renouvelable)</li> <li>● Nombre de personnes ayant accès aux énergies renouvelables</li> <li>● Modalités d'accès des producteurs d'énergies renouvelables aux réseaux</li> <li>● Part des énergies renouvelables dans la capacité fiable installée (par rapport à la production)</li> </ul>

Piliers	Indicateurs suggérés (ou domaines proposés pour la formulation d'indicateurs)
Énergie	
Efficacité énergétique	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Coût de production d'un kWh à partir de l'énergie solaire photovoltaïque/éolienne/autre énergie renouvelable (en tenant compte des pertes de distribution en vue d'améliorer le réseau)</li> <li>● Stockage de l'énergie en place (batteries (y compris les véhicules électriques), stockage par pompage, matériaux à changement de phase, autres technologies)</li> <li>● <b>7.3.1 Intensité énergétique mesurée en termes de rapport entre l'approvisionnement total en énergie primaire et le PIB (MJ/dollar)*</b></li> <li>● <b>Productivité énergétique mesurée en termes de rapport entre le PIB et l'approvisionnement total en énergie primaire (dollars/MJ)**</b></li> <li>● <b>Efficacité du côté de l'offre dans la production d'électricité**</b></li> <li>● Rapport entre la consommation finale totale d'énergie et le PIB (MJ/dollar)</li> <li>● Taux composé de croissance annuelle (TCCA) de la consommation finale totale d'énergie et de l'approvisionnement total en énergie primaire</li> <li>● Pertes de transport</li> <li>● Rapport entre l'approvisionnement total en énergie primaire et la consommation finale totale d'énergie, net des importations et exportations</li> <li>● Pour l'indicateur 7.a.1 de l'ODD : Remplacer la notion de dollars investis dans l'efficacité énergétique par celle de ratio dollars investis/économies d'énergie tout au long de la vie de l'investissement</li> <li>● Élasticité-prix de la demande et de l'offre d'énergie</li> <li>● Dépenses des gouvernements en matière d'efficacité énergétique (par le biais de subventions, de financements à des conditions préférentielles, etc.).</li> </ul> <p><b>Indicateurs sectoriels (industrie, transports, bâtiments) nécessitant des données ventilées</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Consommation d'énergie dans les bâtiments (kWh par m<sup>2</sup> d'espace utilisé)</li> <li>● Efficacité mesurée à partir de la quantité d'énergie nécessaire pour fournir les services énergétiques demandés</li> </ul> <p><b>Indicateurs sectoriels d'intensité énergétique physique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Consommation d'énergie spécifique définie comme la quantité d'énergie nécessaire pour produire une tonne d'acier</li> </ul>
Autres sources d'énergie	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Part des combustibles fossiles dans l'approvisionnement total en énergie primaire**</b></li> <li>● <b>Efficacité des combustibles fossiles dans la production d'électricité**</b></li> <li>● Émissions de méthane tout au long de la chaîne de valeur</li> <li>● Part du nucléaire dans l'approvisionnement total en énergie primaire</li> <li>● Comparaison des coûts des énergies renouvelables non subventionnées et des énergies fossiles non subventionnées</li> <li>● Regroupement de l'ensemble, bouquet de combustibles dans l'approvisionnement total en énergie primaire ; bouquet de combustibles dans la capacité de production d'électricité ; consommation finale totale d'énergie par type d'utilisation finale</li> </ul>
<b>INTERACTIONS</b>	
Climat	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Émissions de CO<sub>2</sub> provenant de la combustion de combustibles fossiles (total et par habitant) pour l'approvisionnement total en énergie primaire et la consommation finale totale d'énergie**</b></li> <li>● <b>Émissions de GES du secteur de l'énergie**</b></li> </ul>
Eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Traitement de l'eau potable (assainissement, volumes et efficacité du dessalement, ...)</li> <li>● Épuisement des ressources en eau (aquifère), approvisionnement énergétique intermittent</li> <li>● Fracturation hydraulique et utilisation de l'eau, pollutions chimiques</li> <li>● Systèmes de refroidissement par eau dans le monde de l'énergie (déperditions par évaporation, déperditions thermiques par refroidissement)</li> <li>● Transfert d'eau (de système à système, transfrontalier), hydroélectricité, agriculture</li> <li>● Impacts des grands aménagements hydroélectriques</li> <li>● Gestion des ressources en eau internationales</li> <li>● Pollution thermique dans les rivières/impact des systèmes de refroidissement par eau dans la production d'énergie</li> </ul>

Piliers	Indicateurs suggérés (ou domaines proposés pour la formulation d'indicateurs)
<b>Énergie</b>	
<b>Terre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Intensité foncière des énergies renouvelables (éolien, solaire, biomasse)</li> <li>● Déforestation causée par l'utilisation de la biomasse traditionnelle</li> </ul> <p><b>Domaines proposés pour la formulation d'indicateurs supplémentaires :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Gestion des terres dans les villes</li> <li>● Gestion des terres internationales</li> </ul>
<b>Alimentation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Déchets alimentaires pour biocarburants/compost</li> <li>● Production d'engrais</li> <li>● Énergie contenue dans les exportations/importations de produits alimentaires</li> </ul>
<b>Environnement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Consommation d'énergie par passager-kilomètre</li> </ul> <p><b>Domaines proposés pour la formulation d'indicateurs supplémentaires :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Qualité de l'air/santé/exposition ; impacts sur la santé de la pollution de l'air domestique</li> <li>● Déchets en tant que ressource : recyclage ; transformation des déchets en énergie</li> </ul>
<b>Facteurs socioéconomiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Pauvreté énergétique/abordabilité : budget des ménages consacré à l'énergie</li> </ul> <p><b>Domaines suggérés pour la formulation d'indicateurs supplémentaires :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Qualité des codes du bâtiment (couvrent-ils l'humidité, la qualité de l'air intérieur ?)</li> <li>● Énergie intrinsèque dans les matériaux et les structures (ciment, acier, utilisation, etc.)</li> <li>● Valeur économique ajoutée des exportations d'énergie (avantages dans le pays destinataire)</li> <li>● Indice de corruption associé à l'énergie (PPP)</li> <li>● Nombre d'heures consacrées par les ménages à la collecte de bois de chauffage</li> </ul>

\* Indicateur ODD 7/Indicateur évoqué dans le rapport 2017 sur le Cadre mondial de suivi.

\*\* Indicateur recommandé pour le suivi des progrès en matière d'énergie au service du développement durable dans le cadre de l'Agenda 2030 pour le développement durable.

Autres : suggestions faites 1) dans le cadre d'un atelier « Suivi des progrès en matière d'énergie au service du développement durable : Données et indicateurs », tenu à Astana le 14 juin 2017, dans le contexte du huitième Forum sur l'énergie au service du développement durable ; 2) par un expert réviseur, en partie basées sur E. Worrell et al (1997) : *Energy intensity in the iron and steel industry : a comparison of physical and economic indicators*. Dans : *Energy Policy*, Vol. 25, 1997 ; 3) dans le cadre des travaux préparatoires à l'élaboration d'une note d'orientation « Indicateurs et données pour l'énergie au service du développement durable » en tant que contribution au Forum politique de haut niveau 2018.

TABLEAU A.4 Indicateurs potentiels pour divers éléments du système énergétique

Élément du système	Réflexion	Indicateurs potentiels
<b>Qualité du service aux consommateurs</b>	Il est nécessaire de dépasser les notions simples « d'accès » et de « pauvreté énergétique » et de s'orienter vers de véritables mesures garantissant la qualité des services à l'utilisateur final, le droit des ménages et des entreprises de bénéficier de ces services et d'y avoir accès, tout en tenant compte de la diversité des ressources, des attentes et des besoins. Il est important de savoir comment ceux-ci contribuent à la réalisation des résultats des ODD.	Suivi systématique de : 1. La qualité des services à l'utilisateur final par rapport aux normes de base du bien-être. 2. L'abordabilité de la qualité des services à l'utilisateur final (le coût du service obtenu plutôt que le prix unitaire de l'énergie)
<b>Efficacité de l'utilisation finale</b>	Il est nécessaire de passer de la simple intensité énergétique à de véritables indicateurs d'efficacité énergétique, à partir d'une structure en cascade d'indicateurs mettant également en évidence la composition et l'activité au sein des ménages et des entreprises.	Suivi systématique des : 1. Changements dans l'effectif des ménages, leur habitat et l'efficacité des principales utilisations finales dans les foyers. 2. Changements dans la structure économique, l'efficacité de l'utilisation finale et la valeur ajoutée dans l'industrie et le commerce. 3. Modifications des modes et véhicules de transport, de l'activité et de l'efficacité de l'utilisation finale des transports
<b>Services publics distribués reflétant les coûts</b>	Il convient d'identifier pour les services publics les moyens de favoriser la réactivité des consommateurs et l'efficacité au niveau de la consommation, à mesure que les services de transport et de distribution passent du statut de distributeurs d'énergie à celui de gestionnaires de capacité de divers producteurs d'énergie centralisés et distribués.	Suivi systématique des : 1. Modifications dans les performances réelles des systèmes centraux d'approvisionnement, des énergies renouvelables distribuées au niveau de la consommation, dans le contexte de cadres analytiques du cycle de vie
<b>Innovation et durabilité du système d'approvisionnement</b>	Il est nécessaire de comprendre comment les politiques et pratiques du côté de l'offre peuvent faire évoluer le système d'approvisionnement vers davantage de durabilité et d'efficacité économique.	Suivi systématique des : 1. Modifications de la valeur et des performances du système d'approvisionnement dans le contexte de cadres analytiques du cycle de vie
<b>Durabilité des ressources</b>	Il s'agit de comprendre comment une diversification des interactions entre le bouquet de ressources énergétiques, le commerce et la gestion des impacts environnementaux peut aboutir à un système énergétique plus résilient et plus pérenne.	Suivi systématique des : 1. Paramètres de résilience des systèmes individuels et intégrés de ressources énergétiques (énergie, eau, terre et air) 2. Changements dans la valeur et les performances du système de ressources (énergie, eau, sol et air) dans le contexte de cadres analytiques du cycle de vie 3. Paramètres de la dynamique des interactions

## Annexe V. Aperçu général de l'état d'avancement des politiques en matière d'énergies renouvelables dans les États membres de la CEE

TABLEAU A.5 Aperçu des mesures de soutien aux énergies renouvelables dans les pays de la CEE

	Objectifs en matière d'énergies renouvelables (nationaux et infranationaux)			Politiques réglementaires (aux niveaux national et infranational)							Incitations fiscales et financement public (aux niveaux national et infranational)			
	Part des énergies renouvelables dans l'énergie primaire	Part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie	Part des énergies renouvelables dans la production d'électricité	Tarifcation préférentielle/Primes	Quotas pour les entreprises d'électricité	Facturation nette	Obligations pour le transport (biocarburants)	Obligations thermiques	Certificats négociables d'énergie renouvelable	Enchères	Crédit d'impôt à l'investissement/à la production	Réductions d'impôt	Paiements pour la production d'énergie	Prêts publics, investissements, R&D
<b>Europe du Sud-Est</b>														
Albanie	18% (2020)	38% (2020)	N/D	1	1		1		1		1	1	1	
Bosnie-Herzégovine	20% (2016)	40% (2020)	N/D	1			1			1				
Bulgarie	N/D	16% (2020)	20.6% (2020)	1			1							1
Croatie	N/D	20% (2020)	39% (2020)	1			1							1
ex- République yougoslave de Macédoine	N/D	28% (2020)	24.7% (2020)	1										1
Monténégro	N/D	33% (2020)	51.4% (2020)	1										
Roumanie	N/D	24% (2020)	43% (2020)		1		1			1				1
Serbie	N/D	27% (2020)	37% (2020)	1										1
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>5</b>
<b>%</b>	<b>25%</b>	<b>100%</b>	<b>75%</b>	<b>88%</b>	<b>25%</b>	<b>0%</b>	<b>63%</b>	<b>0%</b>	<b>25%</b>	<b>13%</b>	<b>13%</b>	<b>13%</b>	<b>13%</b>	<b>63%</b>
<b>Caucase</b>														
Arménie	21% (2020); 26% (2025)	N/D	40% (2020)	1		1							1	1
Azerbaïdjan	N/D	9.7% (2020)	20% (2020)										1	1
Géorgie	N/D	N/D	N/D	1		1				1			1	1
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>%</b>	<b>33%</b>	<b>67%</b>	<b>67%</b>	<b>67%</b>	<b>0%</b>	<b>67%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>33%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>



	Objectifs en matière d'énergies renouvelables (nationaux et infranationaux)			Politiques réglementaires (aux niveaux national et infranational)							Incitations fiscales et financement public (aux niveaux national et infranational)			
	Part des énergies renouvelables dans l'énergie primaire	Part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie	Part des énergies renouvelables dans la production d'électricité	Tarifification préférentielle/Primes	Quotas pour les entreprises d'électricité	Facturation nette	Obligations pour le transport (biocarburants)	Obligations thermiques	Certificats négociables d'énergie renouvelable	Enchères	Crédit d'impôt à l'investissement/à la production	Réductions d'impôt	Paiements pour la production d'énergie	Prêts publics, investissements, R&D
<b>Asie centrale et Turquie</b>														
Kazakhstan	N/D	N/D	3% (2020); 50% (2030)	1						1				1
Kirghizistan	N/D	N/D	N/D	1							1	1	1	1
Ouzbékistan	N/D	16% (2030); 19% (2050)	N/D											
Tadjikistan	N/D	N/D	10% (N/D)							1		1	1	1
Turkménistan	N/D	N/D	N/D											
Turquie	N/D	N/D	30 % (2023)	1			1			1				1
<b>Total</b>	0	1	3	3	0	0	1	0	2	2	2	1	2	4
	0%	17%	50%	50%	0%	0%	17%	0%	33%	33%	33%	17%	33%	67%
<b>Europe de l'Est</b>														
Bélarus	N/D	28% (2015); 32% (2050)	N/D	1	1		1			1			1	
Israël	N/D	13% (2025); 17% (2030)	10% (2020); 17% (2030)	1			1	1	1	1		1		1
Moldova	20% (2020)	17% (2020)	10% (2020)	1								1		1
Ukraine	18% (2030)	11% (2020)	11% (2020); 20% (2030)	1		1						1	1	1
<b>Total</b>	2	4	3	4	1	1	2	1	2	1	0	3	2	3
	50%	100%	75%	100%	25%	25%	50%	25%	50%	25%	0%	75%	50%	75%
<b>Europe centrale et occidentale</b>														
Allemagne	N/D	18% (2020); 30% (2030); 45% (2040); 60% (2050)	40-45% (2020); 55-60% (2030); 45% (2035); 80% (2050)	1			1	1	1	1	1	1		1
Andorre	N/D	N/D	N/D	1									1	
Autriche	N/D	45% (2020)	70.6% (2020)	1			1		1		1			1
Belgique	9.7% (2020)	20% (2020)	20.9% (2020)		1	1	1		1	1	1	1		1

	Objectifs en matière d'énergies renouvelables (nationaux et infranationaux)			Politiques réglementaires (aux niveaux national et infranational)							Incitations fiscales et financement public (aux niveaux national et infranational)			
	Part des énergies renouvelables dans l'énergie primaire	Part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie	Part des énergies renouvelables dans la production d'électricité	Tarifification préférentielle/Primes	Quotas pour les entreprises d'électricité	Facturation nette	Obligations pour le transport (biocarburants)	Obligations thermiques	Certificats négociables d'énergie renouvelable	Enchères	Crédit d'impôt à l'investissement/à la production	Réductions d'impôt	Paiements pour la production d'énergie	Prêts publics, investissements, R&D
<b>Chypre</b>	N/D	13% (2020)	16% (2020)	1		1	1							1
<b>Danemark</b>	N/D	35% (2020); 100% (2050)	50% (2020); 100% (2050)	1		1	1		1	1	1	1		1
<b>Espagne</b>	N/D	20.8% (2020)	38.1% (2020)				1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Estonie</b>	N/D	25% (2020)	17.6% (2020)	1			1						1	1
<b>Finlande</b>	N/D	38% (2020); 40% (2025)	33% (2020)	1			1		1			1	1	1
<b>France</b>	N/D	23% (2020); 32% (2030)	27% (2020); 40% (2030)	1			1	1	1	1	1	1		1
<b>Grèce</b>	N/D	20% (2020)	40% (2020)	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1
<b>Hongrie</b>	N/D	14.65% (2020)	10.9% (2020)	1			1			1		1		1
<b>Irlande</b>	N/D	16% (2020)	42.5% (2020)	1			1	1	1					
<b>Islande</b>	N/D	64% (2020)	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
<b>Italie</b>	N/D	17% (2020)	34% (2020)	1		1	1	1			1	1		1
<b>Lettonie</b>	N/D	40% (2020)	60% (2020)	1		1	1					1		
<b>Liechtenstein</b>	N/D	N/D	N/D	1										
<b>Lituanie</b>	20% (2025)	23% (2020)	21% (2020)	1	1		1					1		1
<b>Luxembourg</b>	N/D	11% (2020)	11.8% (2020)	1			1							1
<b>Malte</b>	N/D	10% (2020)	3.8% (2020)	1		1						1		1
<b>Monaco</b>	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
<b>Norvège</b>	N/D	67.5% (2020)	N/D		1		1		1			1		1
<b>Pays-Bas</b>	N/D	16% (2020)	37% (2020)	1		1	1		1		1	1		1

	Objectifs en matière d'énergies renouvelables (nationaux et infranationaux)			Politiques réglementaires (aux niveaux national et infranational)							Incitations fiscales et financement public (aux niveaux national et infranational)			
	Part des énergies renouvelables dans l'énergie primaire	Part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie	Part des énergies renouvelables dans la production d'électricité	Tarifcation préférentielle/Primes	Quotas pour les entreprises d'électricité	Facturation nette	Obligations pour le transport (biocarburants)	Obligations thermiques	Certificats négociables d'énergie renouvelable	Enchères	Crédit d'impôt à l'investissement/à la production	Réductions d'impôt	Paiements pour la production d'énergie	Prêts publics, investissements, R&D
<b>Pologne</b>	12% (2020)	15.5% (2020)	19.3% (2020)	1	1		1		1	1		1		1
<b>Portugal</b>	N/D	31% (2020); 40% (2030)	60% (2020)	1	1		1		1			1		1
<b>République slovaque</b>	N/D	14% (2020)	24% (2020)	1			1		1			1		1
<b>République tchèque</b>	N/D	13.5% (2020)	14.3% (2020)	1			1		1	1	1			1
<b>Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord</b>	N/D	15% (2020)	N/D (Scotland: 100%)	1	1		1		1			1	1	1
<b>Saint-Marin</b>	N/D	N/D	N/D	1										
<b>Slovénie</b>	N/D	15% (2020)	39.3% (2020)	1		1			1	1	1	1		1
<b>Suède</b>	N/D	50% (2020)	62.9% (2020)	1	1		1		1		1	1		1
<b>Suisse</b>	24% (2020)	24% (2020)	N/D	1				1	1			1		1
<b>Total</b>	4	28	24	27	8	9	24	7	19	10	12	21	5	25
<b>%</b>	13%	88%	75%	90%	27%	30%	80%	23%	63%	33%	40%	70%	17%	83%
<b>Amérique du Nord</b>														
<b>Canada</b>	N/D	N/D	N/D (4 cibles provinciales)	1	1	1	1			1	1	1		1
<b>États-Unis d'Amérique</b>	N/D	N/D	N/D (29 cibles municipales ou d'état)	1	1	1	1	1	1		1	1		1
<b>Total</b>	0	0	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	0	2
<b>%</b>	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	50%	50%	50%	100%	100%	0%	100%
<b>Total CEE</b>	<b>9</b>	<b>43</b>	<b>40</b>	<b>45</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>34</b>	<b>9</b>	<b>26</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>28</b>	<b>13</b>	<b>42</b>
<b>%</b>	<b>16%</b>	<b>77%</b>	<b>71%</b>	<b>90%</b>	<b>26%</b>	<b>28%</b>	<b>68%</b>	<b>18%</b>	<b>52%</b>	<b>32%</b>	<b>34%</b>	<b>56%</b>	<b>26%</b>	<b>84%</b>

# Références

---

- Ackermann T., Andersson G., Soder L. (2001) : Distributed Generation: A Definition. In: *Electric Power System Research*, Vol. 57 (2001), pp. 195-204.
- Anderson W., White V., Finney A. (2010) : 'You just have to get by': Coping with low incomes and cold homes. University of Bristol. <https://core.ac.uk/download/pdf/29025974.pdf>.
- Bashmakov (2009) : Resource of energy efficiency in Russia: scale, costs, and benefits. *Energy Efficiency* 2, 369–386. [www.mdpi.com/journal/sustainability](http://www.mdpi.com/journal/sustainability). in section 7.6.2 Climate Change 2014 : Mitigation of Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change. <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>.
- BlackRock (2017) : BlackRock. Black Rock Investment Stewardship engages on Climate Risk. <https://www.blackrock.com/corporate/en-us/literature/market-commentary/how-blackrock-investment-stewardship-engages-on-climate-risk-march2017.pdf>.
- Blok, K., Hofheinz, P., Kerkhoven, J. (2015) : The 2050 Energy Productivity and Economic Prosperity Index. How Efficiency Will Drive Growth, Create Jobs and Spread Wellbeing Throughout Society. <https://www.ecofys.com/files/files/the-2015-energy-productivity-and-economic-prosperity-index.pdf>.
- Bloomberg New Energy Finance (2017) : New Energy Outlook 2017. <https://about.bnef.com/new-energy-outlook/>.
- Bondarak J. (2016) : Poland Coal Sector Update. Presented at the Global Methane Initiative Coal Subcommittee Meeting 24 October 2016. [https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pp/coal/cmm/11cmm\\_gmi.cs\\_oct2016/4\\_GMI\\_Poland\\_coal.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pp/coal/cmm/11cmm_gmi.cs_oct2016/4_GMI_Poland_coal.pdf).
- BPIE and i24c - Buildings Performance Institute Europe; Industrial Innovation for Competitiveness (2016) : Scaling up Deep Energy Renovation, Unleashing the Potential through Innovation and industrialization. Building Performance Institute of Europe and Industrial Innovation for Competitiveness. <http://bpie.eu/publication/scaling-up-deep-energy-renovation/>.
- Brunner K., Spitzerb M., Christanell A. (2012) : Experiencing fuel poverty. Coping strategies of low-income households in Vienna/Austria. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421511009748>.
- BSW-Solar (2015) : Statistische Zahlen der deutschen Solarstrombranche (Photovoltaik). German Solar Industry Association (BSW-Solar).
- CLASP - Collaborative Labeling and Appliance Standards Program (2017) : Standards and Labeling Database. <http://clasp.ngo/Tools/Tools/SLSearch>.
- Clean Energy Wire (2016) : EEG reform 2016 – switching to auctions for renewables. <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/eeg-reform-2016-switching-auctions-renewables>.
- Climate Action Tracker (2017a) : Effect of current pledges and policies on global temperature. <http://climateactiontracker.org/global.html>.
- Climate Action Tracker (2017b) : Tracking (I)NDCs. <http://climateactiontracker.org/indcs.html>.
- Cold@Home Today (2017) : Homepage. <http://www.coldathome.today/>.
- Cosic, B. (2013) : Status of Bioenergy in Croatia. Presented at the Workshop – International cooperation in the Field of Bioenergy October 22-23, 2013. <http://iet.jrc.ec.europa.eu/remea/sites/remea/files/files/documents/events/cosic.pdf>.
- DENA - Deutsche Energie-Agentur (2010): Identifying Energy Efficiency potential in Russian Local and District Heating Networks. In UNDP (2014) : Sustainable Energy and Human Development in Europe and the CIS. <http://uabio.org/img/files/news/pdf/undp2014-sustainable-energy-cis.pdf>.
- Deutscher Bundestag (2017) : Energiearmut im Winter in Deutschland. <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/18/113/1811351.pdf>.
- DKVind (2017). Danmarks Vindmøllering (Danish Wind Turbine Owner's Association). <http://dkvind.dk/html/eng/cooperatives.html#sthash.ze1WdtmC.dpuf>.
- Domac, J.; Risovic, S., Šegon, V., Pentek, T., Šafran, B., Papa, I. (2015) : Can biomass trigger an energy-wise transition in Croatia and rest of Southeastern Europe?. <http://www.sumari.hr/sumlist/pdf/201505610.pdf>.
- EBRD – European Bank for Reconstruction and Development (2016) : How to become a green city. <http://www.ebrd.com/news/2016/how-to-become-a-green-city.html>.

## Références

---

- EBRD (2017a): Renewable Energy in Kazakhstan. EBRD Green Energy Transition. [www.ebrd.com/documents/ict/renewable-energy-in-kazakhstan.pdf](http://www.ebrd.com/documents/ict/renewable-energy-in-kazakhstan.pdf).
- EBRD (2017b): Green Economy Financing Facilities. <https://ebrdgeff.com/>.
- Economidou, M., N. Labanca, L. Castellazzi, T. Serrenho, P. Bertoldi, P. Zancanella, D. Paci, S. Panev, and I. Gabrielaitiene (2016). Assessment of the First National Energy Efficiency Action Plans under the Energy Efficiency Directive. Synthesis Report. European Commission, Joint Research Center (JRC) Science for Policy Report. Ispra, Italy. [http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC102284/jrc102284\\_jrc%20synthesis%20report\\_online%20template.pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC102284/jrc102284_jrc%20synthesis%20report_online%20template.pdf).
- EDF - Environmental Defense Fund (2016): Investor Confidence Programme. Project Development Specification. <http://www.eepperformance.org/uploads/8/6/5/0/8650231/projectdevelopmentspecificationv1.0.pdf>.
- Energy Community (2017): About us. <https://www.energy-community.org/>.
- Energy Efficiency Agreements Finland (2017): Energy efficiency agreements 2017-2025. <http://www.energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/en/>.
- Energysprong (2017): Homepage. <http://energiesprong.nl/transitionzero/>. ENOVA (2017): Homepage. <http://www.enr-network.org/enova.html>.
- European Commission (2012): Article 14 of the Energy Efficiency Directive: Promotion of the efficiency of heating and cooling. In: European Union Energy Efficiency Directive. 2012/27/EU [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/Art%2014\\_1Hungary%20Reporten.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/Art%2014_1Hungary%20Reporten.pdf).
- European Commission (2014). In-depth study of European Energy Security. [http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20140528\\_energy\\_security\\_study.pdf](http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20140528_energy_security_study.pdf).
- European Commission and Latvia (2015): Intended Nationally Determined Contribution of the EU and its Member States. <http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Latvia/1/LV-03-06-EU%20INDC.pdf>.
- European Commission Joint Research Center (2014): GHG (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, F-gases) emission time series 1990-2012 per region/country. <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=GHGts1990-2012&sort=asc3>.
- European Commission Joint Research Center (2016): CO<sub>2</sub> time series 1990-2015 per capita for world countries. In: Emission Database for Global Atmospheric Research. [http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=CO2ts\\_pc1990-2015](http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=CO2ts_pc1990-2015).
- European Commission (2016): Energy Efficiency. [http://iet.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/sites/energyefficiency/files/files/documents/events/nl\\_-\\_energy\\_audits\\_madrid\\_20032014.pdf](http://iet.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/sites/energyefficiency/files/files/documents/events/nl_-_energy_audits_madrid_20032014.pdf).
- European Commission (2017a): Gas and oil supply routes. <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/imports-and-secure-supplies/supplier-countries>.
- European Commission (2017b): Supplier countries. <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/imports-and-secure-supplies/gas-and-oil-supply-routes>.
- European Commission (2017c): Fluorinated greenhouse gases. [https://ec.europa.eu/clima/policies/f-gas\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/f-gas_en).
- European Commission (2017d): Report: EU energy efficiency requirements for products generate financial and energy savings. <https://ec.europa.eu/energy/en/news/report-eu-energy-efficiency-requirements-products-generate-financial-and-energy-savings>.
- European Commission (2017e): National Energy Efficiency Actions Plans and Annual Reports. <http://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-directive/national-energy-efficiency-action-plans>.
- European Commission (2017f): Energy Security Strategy. <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/energy-security-strategy>.
- European Environment Agency (2016): Trends and projections in Europe 2016 - Tracking progress towards Europe's climate and energy targets. <https://www.eea.europa.eu/themes/climate/trends-and-projections-in-europe>.
- European Parliament (2009): Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32009L0125>.
- European Parliament (2016): Energy poverty, protecting vulnerable consumers. [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/583767/EPRS\\_BRI\(2016\)\\_583767\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/583767/EPRS_BRI(2016)_583767_EN.pdf).
- Eurostat (2017a): Electricity price statistic. [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity\\_price\\_statistics](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity_price_statistics).

- Eurostat (2017b): Europe 2020 indicators - climate change and energy. [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Europe\\_2020\\_indicators\\_-\\_climate\\_change\\_and\\_energy](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Europe_2020_indicators_-_climate_change_and_energy).
- Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF (2016): Global Trends in Renewable Energy Investment 2016. [http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/attachments/16008nef\\_smallversionkomp.pdf](http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/attachments/16008nef_smallversionkomp.pdf).
- Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF (2017): Global Trends in Renewable Energy Investment 2017. <http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/publications/globaltrendsinrenewableenergyinvestment2017.pdf>.
- GAZPROMneft (2015): GAZPromNeft 2015 Annual Report. [http://ir.gazprom-neft.com/fileadmin/user\\_upload/documents/annual\\_reports/gpn\\_ar15\\_full\\_eng.pdf](http://ir.gazprom-neft.com/fileadmin/user_upload/documents/annual_reports/gpn_ar15_full_eng.pdf).
- GE - General Electric (2017): GE Global Power Plant Efficiency Analysis. <http://www.gereports.com/wp-content/themes/ge-reports/ge-power-plant/dist/pdf/GE%20Global%20Power%20Plant%20Efficiency%20Analysis.pdf>.
- Geissdoerfer M., Savaget P., Bocken N., Hultink E. (2017): The Circular Economy – A new sustainability paradigm?. In: Journal of Cleaner Production. 143: 757–768.
- GFEI – Global Fuel Economy Initiative (2016): International comparison of light-duty vehicle fuel economy, Ten years of fuel economy benchmarking. <http://www.globalfueleconomy.org/media/418761/wp15-ldv-comparison.pdf>.
- GFEI (2017): Global Fuel Economy Initiative. <http://www.globalfueleconomy.org/Pages/Homepage.aspx>.
- GIZ – Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (2016): Synergy and Dissemination of Experience. Kyiv. <http://eeim.org.ua/interview/ukrayinska-sinergiya-ta-poshirennya-dosvidu-kiyiv/>.
- GIZ (2017): Energy Efficiency in Public Buildings in Turkey. <https://www.giz.de/en/worldwide/32607.html>.
- GMI – Global Methane Initiative (2014): Global Methane Emissions and Mitigation Opportunities. [http://www.globalmethane.org/documents/analysis\\_fs\\_en.pdf](http://www.globalmethane.org/documents/analysis_fs_en.pdf).
- GMI (2017). Homepage. <https://www.globalmethane.org/partners/index.aspx>.
- GTM Research (2015): The US Installed 6.2GW of Solar in 2014, up 30% over 2013. <https://www.greentechmedia.com/articles/read/the-us-installed-6-2-gw-of-solar-in-2014-up-30-over-2013#gs.S06Oofg>.
- KAPSARC – King Abdullah Petroleum Studies and Research Center (-): Energy Productivity. [https://www.necst.eu/wp-content/uploads/PPT\\_Hobbs.pdf](https://www.necst.eu/wp-content/uploads/PPT_Hobbs.pdf).
- IEA - International Energy Agency (2009): Advancing near term low carbon technologies in Russia. Paris: OECD/IEA <https://www.iea.org/media/topics/cleanenergy/technologies/chp/profiles/russia.pdf>.
- IEA (2011): Energy Efficiency Policy and Carbon Pricing. [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/energyefficiency\\_Carbon\\_Pricing.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/energyefficiency_Carbon_Pricing.pdf).
- IEA (2012a): Building Energy Efficiency Policies Database. <http://www.iea.org/beep/>. IEA (2012b): World Energy Outlook 2012. <http://www.worldenergyoutlook.org/weo2012/>.
- IEA (2014a). Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency. [http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Captur\\_the\\_MultiplBenef\\_ofEnergyEfficiency.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Captur_the_MultiplBenef_ofEnergyEfficiency.pdf).
- IEA (2014b): Energy Efficiency Indicators: Fundamentals on Statistics. [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/IEA\\_EnergyEfficiencyIndicatorsFundamentalsonStatistics.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/IEA_EnergyEfficiencyIndicatorsFundamentalsonStatistics.pdf).
- IEA (2015a): Energy Policies Beyond IEA Countries: Caspian and Black Sea Regions 2015. <http://www.oecd.org/publications/energy-policies-beyond-iea-countries-caspian-and-black-sea-regions-2015-9789264228719-en.htm>.
- IEA (2015b): CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion. <http://www.oecd-library.org/docserver/download/6115291e.pdf?expires=1502895214&id=id&accname=ocid195767&checksum=0BF0BDA8D1AF28BE9364CF8FF98DE41B>.
- IEA (2015c): The 4E Energy Efficient End-use Equipment Programme. 2015 Annual Report. [http://www.iea4e.org/files/otherfiles/0000/0354/4E\\_Annual\\_Report\\_2015\\_FINAL.pdf](http://www.iea4e.org/files/otherfiles/0000/0354/4E_Annual_Report_2015_FINAL.pdf).
- IEA (2015d): Energy Efficiency Market Report 2015. <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/MediumTermEnergyefficiencyMarketReport2015.pdf>.
- IEA (2016a): Energy Efficiency Market Report 2016. [https://www.iea.org/eemr16/files/medium-term-energy-efficiency-2016\\_WEB.PDF](https://www.iea.org/eemr16/files/medium-term-energy-efficiency-2016_WEB.PDF).



## Références

---

- IEA (2016b). Next Generation Wind and Solar - From cost to value. <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/next-generation-wind-and-solar-power.html>.
- IEA (2016c): IEA Medium-Term Coal Market Report. 2016. <https://www.iea.org/newsroom/news/2016/december/medium-term-coal-market-report-2016.html>.
- IEA (2016d): Energy Technology Perspectives. <http://www.iea.org/etp/etp2016/>.
- IEA (2016e): Key world energy statistics 2016. <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2016.pdf>.
- IEA (2016f): World Energy Outlook 2016 Excerpt - Water-Energy Nexus. <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/world-energy-outlook-2016---excerpt-water-energy-nexus.html>.
- IEA (2017a): IEA finds CO2 emissions flat for third straight year even as global economy grew in 2016. IEA Newsroom 17 March 2017. <http://www.iea.org/newsroom/news/2017/march/iea-finds-co2-emissions-flat-for-third-straight-year-even-as-global-economy-grew.html>.
- IEA (2017b): Getting Wind and Solar onto the Grid. <http://www.iea.org/publications/insights/insightpublications/getting-wind-and-solar-onto-the-grid.html>.
- IEA (2017c): IEA Atlas of Energy. <http://energyatlas.iea.org/#/tellmap/-297203538/1>.
- IEA (2017d): Energy Efficiency 2017. [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Energy\\_Efficiency\\_2017.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Energy_Efficiency_2017.pdf).
- IEA (2017e): Homepage – The Energy Efficient End-Use Equipment Programme. <https://www.iea-4e.org/>.
- IEA (2017f): Voluntary Energy Efficiency Agreements for 2017 – 2025. <https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/finland/name-23913-en.php>.
- IIP - Institute for Industrial Productivity (2017): <http://www.iipnetwork.org/IEE>.
- INOGATE (2016): 2016 Activity Completion Report. RESMAP Geospatial mapping for sustainable energy investment. RWP:NEW (phase 1 – Georgia)RWP. 17 (phase 2 – Armenia, Azerbaijan, Moldova) [http://www.inogate.org/documents/Final\\_ACR\\_RESMAP\\_26092016\\_FINAL.pdf](http://www.inogate.org/documents/Final_ACR_RESMAP_26092016_FINAL.pdf).
- Independent (2015): Fuel poverty killed 15,000 people last winter. [www.independent.co.uk/news/uk/home-news/fuel-poverty-killed-15000-people-last-winter-10217215.html](http://www.independent.co.uk/news/uk/home-news/fuel-poverty-killed-15000-people-last-winter-10217215.html).
- Institute of Environmental Economics (2013): Energy Efficiency in Poland. [http://www.buildup.eu/sites/default/files/content/ee\\_review\\_poland\\_2013\\_eng.pdf](http://www.buildup.eu/sites/default/files/content/ee_review_poland_2013_eng.pdf).
- International Energy Charter (1994): Energy Charter Treaty: Protocol on Energy Efficiency and Related Environmental Aspects (PEEREA). <http://www.energycharter.org/process/energy-charter-treaty-1994/energy-efficiency-protocol/>.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (2014a): Climate Change 2014: Summary for Policymakers. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_summary-for-policymakers.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_summary-for-policymakers.pdf).
- IPCC (2014b): Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_wcover.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf).
- IPCC (2014c): Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>.
- IRENA – International Renewable Energy Agency (2016): Renewable Energy Capacity Statistics 2015. [http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA\\_renewable\\_energy\\_Capacity\\_Statistics\\_2015.pdf](http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_renewable_energy_Capacity_Statistics_2015.pdf).
- IRENA (2017a): Preliminary Findings of the Gap Analysis for Central Asia. Presented at the Regional Workshop on Renewable Energy in Central Asia, 26–27 April 2017, Abu Dhabi. <http://www.irena.org/eventdocs/Central%20Asia%20Regional%20Workshop%201%20Session%201%20Status%20and%20Priorities%20for%20Renewable%20Energy%20Development%20Gurbuz%20Gonul.pdf>.
- IRENA (2017b): Global Wind Atlas. <http://globalwindatlas.com/map.html>. IRENA (2017c): Bioenergy Simulator. <https://irena.masdar.ac.ae/bioenergy/>.
- IRENA (2017d): Renewable Energy Auctions. [http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA\\_REAuctions\\_summary\\_2017.pdf](http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_REAuctions_summary_2017.pdf).

- ISO – International Standard Organisation (2011): ISO 50001:2011. <https://www.iso.org/standard/51297.html>.
- Jacobson et al. (2017): 100% Clean and Renewable Wind, Water, and Sunlight All-Sector Energy Roadmaps for 139 Countries of the World. In: *Joule* 1, 1–14 (2017). <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542435117300120>.
- KAPSARC (2016): Heating degree Day. <https://www.kapsarc.org/research/projects/global-degree-days-database/>.
- Karatayev M. and Clarke M (2014): Current energy resources in Kazakhstan and the future potential of renewables: A review. In: *Energy Procedia*, 59(2014), 97-104.
- Lopez Labs (2017): Masonry Heater Fuel Crib Repeatability Testing. <http://heatkit.com/html/lopez2a.htm>.
- Meibom P, Kiviluoma J., Barth R., Brand H., Weber C., and Larsen H. (2007): Value of electric heat boilers and heat pumps for wind power integration. In: *Energy*. Volume 10, Issue 4, pages 321–337, July/August 2007. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/we.224/abstract>.
- Ministry of Energy and Natural Resources of Turkey (-): Market transformation of energy efficient appliances in Turkey. [http://www.undp.org/content/dam/turkey/docs/projectdocuments/EnvSust/UNDP-TR-%20EVUDP%20ENG%20\(1\)\\_baskiyagiden.pdf](http://www.undp.org/content/dam/turkey/docs/projectdocuments/EnvSust/UNDP-TR-%20EVUDP%20ENG%20(1)_baskiyagiden.pdf).
- Ministry of Energy of Bulgaria (2011): Energy from Renewable Sources Act. <https://www.me.government.bg/library/index/download/lang/en/fileId/167>.
- Nazarbayev University (2016): Energy Export Strategies of the Central Asian Caspian Region. Presented at the 1st AIEE Energy Symposium Current and Future Challenges to Energy Security, Italy, Rome. <http://www.aieeconference2016milano.eu/files/BAKDOLOTOV.pdf>.
- Neue Energien Forum Feldheim (2017): The energy self-sufficient village. <http://nef-feldheim.info/the-energy-self-sufficient-village/?lang=en>.
- Nordic Council of Ministers Secretariat (2014): A common Nordic end-user market: Consequences of the Energy Efficiency Directive. <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A733370&dswid=4459>.
- NREL - National Renewable Energy Laboratory (2017): Biofuels Atlas. <https://maps.nrel.gov>.
- Nyquist, Scott (2017): Peering into energy's crystal ball. In: *McKinsey Quarterly*. <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/peering-into-energys-crystal-ball>.
- Parkhomchik L., Simsek H.A., Nurbayev, D. (2016): Natural Gas Pipeline Infrastructure in Central Asia. In: *Eurasian Research Institute. Weekly E-Bulletin*, 10.05.2016- 16.05.2016, No: 67. [http://www.ayu.edu.tr/static/aae\\_haftalik/aae\\_bulten\\_en\\_67.pdf](http://www.ayu.edu.tr/static/aae_haftalik/aae_bulten_en_67.pdf).
- Parliament of Ukraine (2017): Draft Law on the Electricity Market of Ukraine. [http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4\\_2?id=&pf3516=4493&skl=9](http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_2?id=&pf3516=4493&skl=9).
- PBL Netherlands Environmental Assessment Agency (2016): Trends in Global CO2 Emissions 2016 Report. [http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news\\_docs/jrc-2016-trends-in-global-co2-emissions-2016-report-103425.pdf](http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news_docs/jrc-2016-trends-in-global-co2-emissions-2016-report-103425.pdf).
- Pelkmans, L., Šaša, D. (2014): National policy landscapes: Croatia. <http://www.biomasspolicies.eu/wp-content/uploads/2013/09/National-Policy-Landscape-Croatia.pdf>.
- REN21 – Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (2017): Global Status Report 2017. [http://www.ren21.net/gsr-2017/chapters/chapter\\_05/chapter\\_05/](http://www.ren21.net/gsr-2017/chapters/chapter_05/chapter_05/).
- Reuters (2017): Talk of Tokyo: LNG trio to test leverage in push to free-up purchases. <http://uk.reuters.com/article/uk-japan-gastech-preview-idUKKBN1740YW>.
- Rogner, R.F. Aguilera, C.L. Archer, R. Bertani, S. C. Bhattacharya, M. B. Dusseault, L. Gagnon, and V. Yakushev, Eds. (2012): *Global Energy Assessment*. Cambridge University Press and International Institute for Applied Systems Analysis, Cambridge, UK & New York, NY, Vienna, Austria.
- SEforAll – Sustainable Energy for All (2016): Going Further Faster. [http://www.se4all.org/sites/default/files/2016\\_EUSEW.pdf](http://www.se4all.org/sites/default/files/2016_EUSEW.pdf).
- SMA Solar Technology AG (2011): What does kilowatt peak (kWp) actually mean? <http://solar-is-future.com/faq-glossary/faq-photovoltaic-technology-and-how-it-works/what-does-kilowatt-peak-kwp-actually-mean/index.html>.
- SPECA – Special Programme for Central Asia (2016): Enhanced Competitiveness, Increased Trade and Economic Growth (2016-2020).
- Spiegel (2016): Rentnerin erstickt bei Brand. Tausende Spanier demonstrieren gegen Energiearmut. [www.spiegel.de/wirtschaft/soziales/spanien-tausende-demonstrieren-gegen-energiearmut-a-1122158.html](http://www.spiegel.de/wirtschaft/soziales/spanien-tausende-demonstrieren-gegen-energiearmut-a-1122158.html).

## Références

---

- Steven Sorrell (2007). The rebound effect: An assessment of the evidence for economy-wide energy savings from improved energy efficiency. UK Energy Research Centre. <http://www.ukerc.ac.uk/asset/3B43125E-EEBD-4AB3-B06EA914C30F7B3E/>.
- Strafor (2013): Map - Central Asia-China Energy Infrastructure. [http://www.stratfor.com/sites/default/files/main/images/Central\\_Asia\\_pipelines\\_v5.jpg](http://www.stratfor.com/sites/default/files/main/images/Central_Asia_pipelines_v5.jpg).
- Sustainable Development Knowledge Platform (2017): Energy for Sustainable Development. <https://sustainabledevelopment.un.org/topics/energy>.
- The New York Times (2017): Germany Strikes Offshore Wind Deals, Subsidy Not Included. <https://www.nytimes.com/2017/04/14/business/energy-environment/offshore-wind-subsidy-dong-energy.html?mcubz=0>.
- United Kingdom DECC – Department of Energy and Climate Change (2012): Energy Efficiency Statistical Summary. [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/65598/6918-energy-efficiency-strategy-statistical-summary.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/65598/6918-energy-efficiency-strategy-statistical-summary.pdf).
- United Kingdom Government (2014): Government Community Energy Strategy. People powering change. [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/275164/20140126\\_Community\\_Energy\\_Strategy\\_summary.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/275164/20140126_Community_Energy_Strategy_summary.pdf).
- Ukraine (2014): Ukraine National Renewable Energy Action Plan 2014. <https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/ukraine/name-131666-en.php>.
- UNDP – United Nations Development Programme (2014): Sustainable Energy and Human Development in Europe and the CIS. <http://www.tr.undp.org/content/dam/turkey/docs/Publications/EnvSust/UNDP,2014-Sustainable%20Energy%20and%20Human%20Development%20in%20Europe%20and%20the%20CIS.pdf>.
- UNECE – United Nations Economic Commission for Europe (2013): Good practices for energy-efficient housing in the UNECE region. <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/hlm/documents/Publications/good.practices.e.e.housing.pdf>.
- UNECE (2014): Revised recommendations of the United Nations Economic Commission for Europe to the United Nations Framework Convention on Climate Change on how carbon capture and storage in cleaner electricity production and through enhanced oil recovery could be used in reducing GHG emissions. [https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/comm23/ECE.ENERGY.2014.5\\_e.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/comm23/ECE.ENERGY.2014.5_e.pdf).
- UNECE and REN21 (2015a): UNECE Renewable Energy Status Report 2015. <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/gere/publ/2015/web-REN21-UNECE.pdf>.
- UNECE (2015b): Best Policy Practices for Promoting Energy Efficiency. [https://www.unece.org/fileadmin/DAM/UNECE\\_Best\\_Practices\\_in\\_energyefficiency\\_publication\\_1.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/UNECE_Best_Practices_in_energyefficiency_publication_1.pdf).
- UNECE (2015c): Tools for analyzing the water-food-energy-ecosystems nexus. [http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/nexus/Nexus\\_tools\\_final\\_for\\_web.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/nexus/Nexus_tools_final_for_web.pdf).
- UNECE (2015d): Reconciling resource uses in transboundary basins: assessment of the water-food-energy-ecosystems nexus. [http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/publications/WAT\\_Nexus/ece\\_mp.wat\\_46\\_eng.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/publications/WAT_Nexus/ece_mp.wat_46_eng.pdf).
- UNECE (2016): Best Practice Guidance for Effective Methane Drainage and Use in Coal Mines. 2nd edition. [https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/cmm/docs/BPG\\_2017.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/cmm/docs/BPG_2017.pdf).
- UNECE and REN21 (2017a): UNECE Renewable Energy Status Report 2017. [https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pp/renew/Renewable\\_energy\\_report\\_2017\\_web.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pp/renew/Renewable_energy_report_2017_web.pdf).
- UNECE (2017b): Survey on Methane Management. <http://www.unece.org/energy/welcome/areas-of-work/energysedocscmmx-long/survey-on-methane-management.html>.
- UNECE (2017c): Deployment of Renewable Energy: The Water-Energy-Food- Ecosystem Nexus Approach to Support the Sustainable Development Goals. [http://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/gere/publ/2017/DeploymentOf\\_RenewableEnergy\\_TheWaterEnergyFood.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/gere/publ/2017/DeploymentOf_RenewableEnergy_TheWaterEnergyFood.pdf).
- UNECE (2017d): Reconciling Resource Uses in Transboundary Basins: Assessment of the Water-Food-Energy Ecosystems Nexus in the Sava River Basin. <http://www.unece.org/index.php?id=45241>.
- UNECE (2017e): Framework guidelines for energy efficiency standards in buildings. [https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/geee/geee4\\_Oct2017/ECE\\_ENERGY\\_GE.6\\_2017\\_4\\_EEBuildingGuidelines\\_final.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/geee/geee4_Oct2017/ECE_ENERGY_GE.6_2017_4_EEBuildingGuidelines_final.pdf).
- UNECE (2017f): Policy Brief: Assessment of the water-food-energy-ecosystems nexus and the benefits of transboundary cooperation in the Drina River Basin. ECE/MP.WAT/NONE/6.



## Références

---

- World Bank (2016): Republic of Uzbekistan. Scaling up Energy Efficiency in Buildings. Report No: ACS19957. August 2016 <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/25093/ACS19957.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.
- World Bank and International Energy Agency (2017a): Global Tracking Framework. Progress toward Sustainable Energy. <http://gtf.esmap.org/downloads>.
- World Bank (2017b): Global Solar Atlas. <http://globalsolaratlas.info>.
- World Bank (2017c): World Development Indicators. <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators> (as of 13 April 2017).
- World Bank (2017d): Stuck in Transition: Reform Experiences and Challenges Ahead in the Kazakhstan Power Sector. <http://documents.worldbank.org/curated/en/104181488537871278/pdf/113146-PUB-PUBLIC-PUBDATE-2-27-17.pdf>.
- World Bank (2017e): World Development Indicators: Trends in greenhouse gas emissions. <http://wdi.worldbank.org/table/3.9#>.
- WEC - World Energy Council (2016): World Energy Resources. Waste to Energy. 2016: [https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2017/03/WEResources\\_Waste\\_to\\_Energy\\_2016.pdf](https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2017/03/WEResources_Waste_to_Energy_2016.pdf).
- WHO - World Health Organisation (2007): Housing Energy and Thermal Comfort: A Review of 10 Countries within the WHO European Region. [http://www.euro.who.int/data/assets/pdf\\_file/0008/97091/E89887.pdf](http://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0008/97091/E89887.pdf).
- Yashchenko I. (2016): Status of coal mine methane degasification and utilization in Ukraine. Presented at the UNECE Group of Expert on Coal Mine Methane, Eleventh Session, Geneva, 24-25 October 2016. [https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pp/coal/cmm/11cmm\\_gmi.cs\\_oct2016/5\\_Ukraine\\_GMI.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pp/coal/cmm/11cmm_gmi.cs_oct2016/5_Ukraine_GMI.pdf).

# Notes de fin

---

1. The Global Tracking Framework reports have been published in 2013, 2015, and 2017, following the initiation of the Sustainable Energy for All (SEforALL) Initiative in December 2010. The third report in 2017 links tracking of SEforALL with the tracking of SDG 7, with involvement of the five Regional Commissions. The global and five regional reports are published online: <http://gtf.esmap.org>
2. Target 7.1 and 7.3 are the same as the SEforALL targets 1 and 3. Target 7.2 differs as the SEforALL renewables target aims to “double the share of renewable energy in the global energy mix”.
3. GDP, PPP (constant 2011 international USD).
4. As defined by the International Energy Agency (IEA), total primary energy supply (TPES) (in terajoules [TJ]) is production plus net imports minus international marine and aviation bunkers plus/minus stock changes. *Data sources:* Energy balances from the IEA, supplemented by UN Statistical Division for countries not covered by IEA.
5. World Bank and International Energy Agency (2017a): Global Tracking Framework. Progress toward Sustainable Energy. <http://gtf.esmap.org/>
6. World Bank (2017c): World Development Indicators: <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators> (as of 13 April 2017).
7. The sub-regions in this report differ from the 2017 GTF which divided the UNECE region in four sub-regions. While the sub-regions Western and Central Europe, Southeast Europe and North America remain the same, the 2017 GTF sub-region “Central Asia, Caucasus, Eastern Europe, Israel, Russian Federation, and Turkey” was further split into four regions Caucasus, Central Asia including Turkey, Eastern Europe including Israel, South-east Europe, and the Russian Federation.
8. World Bank et al. (2017a).
9. World Bank et al. (2017a).
10. Data presented here are based on 2014, following the tracking period of 2012-2014 for the 2017 GTF report. At the writing of the global GTF report, no more recent data were available. The results presented in this report are hence limited with a view towards more recent developments across the energy sector.
11. No data available for Andorra, Liechtenstein, Monaco, and San Marino.
12. EIA (2017): *EIA’s AEO2017 projects the United States to be a net energy exporter in most cases*. <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=29433>
13. IEA (2017c): *IEA Atlas of Energy*. <http://energyatlas.iea.org/#/tellmap/-297203538/1>
14. European Commission (2017a): *Gas and oil supply routes*. <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/imports-and-secure-supplies/supplier-countries>
15. European Commission (2017b): *Supplier countries*. <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/imports-and-secure-supplies/gas-and-oil-supply-routes>
16. Parkhomchik L., Simsek H.A., Nurbayev, D. (2016): Natural Gas Pipeline Infrastructure in Central Asia. In: *Eurasian Research Institute Weekly E-Bulletin*, 10.05.2016-16.05.2016, No: 67. [http://www.ayu.edu.tr/static/aae\\_haftalik/aae\\_bulten\\_en\\_67.pdf](http://www.ayu.edu.tr/static/aae_haftalik/aae_bulten_en_67.pdf)
17. Parkhomchik et al (2016). Wood Mackenzie (2017a) : *Central Asia-Centre Pipeline*. <https://www.woodmac.com/reports/upstream-oil-and-gas-central-asia-centre-pipeline-9544435>
18. SPECA (2016): *Enhanced Competitiveness, Increased Trade and Economic Growth (2016-2020)*.
19. SE4All tracking is replaced by SDG 7 tracking which are the same indicators. The methodology and data sources for the GTF indicators can be reviewed in Annex IV.
20. Total final energy consumption (TFC) is the sum of energy consumption by the different end-use sectors, excluding non-energy uses of fuels. TFC is broken down into energy demand in the following sectors: industry, transport, residential, services, agriculture, and others. It excludes international marine and aviation bunkers, except at world level where it is included in the transport sector. *Data sources:* Energy balances from IEA, supplemented by United Nations Statistical Division for countries not covered by IEA.
21. SE4All (2016): *Going Further Faster*. [http://www.se4all.org/sites/default/files/2016\\_EUSEW.pdf](http://www.se4all.org/sites/default/files/2016_EUSEW.pdf)
22. United Kingdom DECC (2012): *Energy Efficiency Statistical Summary*. [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/65598/6918-energy-efficiency-strategy-statistical-summary.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/65598/6918-energy-efficiency-strategy-statistical-summary.pdf)
23. Nyquist, Scott (2017): Peering into energy’s crystal ball. In: *McKinsey Quarterly*. <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/peer-ing-into-energys-crystal-ball>
24. KAPSARC (-): *Energy Productivity*. [https://www.necst.eu/wp-content/uploads/PPT\\_Hobbs.pdf](https://www.necst.eu/wp-content/uploads/PPT_Hobbs.pdf)
25. As reported in World Bank et al (2017a).
26. Definition as used in GTF 2017. Primary energy intensity is the ratio of TPES to GDP measured at PPP in constant 2011 USD (MJ/2011 PPP\$). Throughout this document references to USD use 2011 values calculated on the basis of purchasing power parity (PPP).
27. The 1.0% increase in energy intensity in 2010 resulted from the global financial crisis as economic activity decreased slightly faster than energy demand.
28. One exajoule equals 10<sup>18</sup> (one quintillion) joules.
29. Armenia, Azerbaijan, Belarus, Estonia, Georgia, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Latvia, Lithuania, Republic of Moldova, the Russian Federation, Tajikistan, Turkmenistan, Ukraine, and Uzbekistan.
30. World Bank (2017): *Indicator “Manufacturing, value added (% of GDP)”*. <https://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.MANFZS?end=2016&locations=BY-UA&start=1989&view=chart>
31. As reported in World Bank et al. (2017a).
32. The ranking of Iceland as an energy-intense economy shows the shortcomings of using energy intensity as an indicator for energy efficiency. The high reliance on geothermal electricity with efficiency ratings of 10% is the reason for its high energy intensity, despite numerous energy saving programmes <http://energyatlas.iea.org/#/tellmap/-297203538/1>.



33. Economidou, M., N. Labanca, L. Castellazzi, T. Serrenho, P. Bertoldi, P. Zancanella, D. Paci, S. Panev, and I. Gabrieliatiene (2016). Assessment of the First National Energy Efficiency Action Plans under the Energy Efficiency Directive. Synthesis Report. European Commission, Joint Research Center (JRC) Science for Policy Report. Ispra, Italy. [http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC102284/jrc102284\\_jrc%20synthesis%20report\\_online%20template.pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC102284/jrc102284_jrc%20synthesis%20report_online%20template.pdf).
34. Economidou et al. (2016).
35. As reported in World Bank et al (2017a).
36. Within the GTF, renewable energy consumption includes “renewable energy consumption of all technology: hydro, biomass, wind, solar, liquid biofuels, biogas, geothermal, marine and renewable wastes”. Modern renewable energy consumption is defined as „total renewable energy consumption minus traditional consumption/use of biomass. It covers all forms of renewable energy directly measured, including wind, hydro, solar, geothermal, marine, biogas, liquid biofuel, renewable energy waste, and modern biomass”. Traditional renewable energy consumption is defined as “Final consumption of traditional uses of biomass. Biomass uses are considered traditional when biomass is consumed in the residential sector in non-Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) countries. It includes the following categories in IEA statistics: primary solid biomass, charcoal and non-specified primary biomass and waste”.
37. As reported in World Bank et al. (2017a).
38. European Environment Agency (2016): *Trends and projections in Europe 2016 - Tracking progress towards Europe's climate and energy targets*. <https://www.eea.europa.eu/themes/climate/trends-and-projections-in-europe>
39. Eurostat (2017b): *Europe 2020 indicators - climate change and energy*. [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Europe\\_2020\\_indicators\\_-\\_climate\\_change\\_and\\_energy](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Europe_2020_indicators_-_climate_change_and_energy)
40. European Environment Agency (2016).
41. According to the GTF 2017, modern renewable energy consumption includes solar, wind, biomass, geothermal, hydro, liquid biofuels, biogas, marine, and renewable wastes, without traditional energy which is defines as solid biomass when consumed in the residential sector in non-Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) countries.
42. IEA (2016e): Key World Energy Statistics.
43. The renewable power capacity data shown in these tables represents the maximum net generating capacity of power plants and other installations that use renewable energy sources to produce electricity (IRENA Statistics). this incluces Hydro (small and large), pumped storage and mixed plants, marine energy, geothermal, solar photovoltaic (PV), concentrated solar power (CSP), wind (on/off shore), and bioenergy (solidas biomass, renewable waste, biogas, and liquid biofuels).
44. IRENA (2015): *Renewable Energy Capacity Statistics 2015*. [http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA\\_renewable\\_energy\\_Capacity\\_Statistics\\_2015.pdf](http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_renewable_energy_Capacity_Statistics_2015.pdf).
45. Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF (2016): *Global Trends in Renewable Energy Investment 2016*. [http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/attachments/16008nef\\_smallversionkomp.pdf](http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/attachments/16008nef_smallversionkomp.pdf); Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF (2017): *Global Trends in Renewable Energy Investment 2017*. <http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/publications/globaltrendsinrenewableenergyinvestment2017.pdf>
46. UNECE and REN21 (2017a): *UNECE Renewable Energy Status Report*. [https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pp/renew/Renewable\\_energy\\_report\\_2017\\_web.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pp/renew/Renewable_energy_report_2017_web.pdf).
47. Bloomberg New Energy Finance (2017): *New Energy Outlook 2017*. <https://about.bnef.com/new-energy-outlook/>
48. Sustainable Development Knowledge Platform (2017): *Energy for Sustainable Development*. <https://sustainabledevelopment.un.org/topics/energy>
49. IRENA (2017a): *Preliminary Findings of the Gap Analysis for Central Asia*. Presented at the Regional Workshop on Reneable Energy in Central Asia, 26–27 April 2017, Abu Dhabi. <http://www.irena.org/eventdocs/Central%20Asia%20Regional%20Workshop/1%20Session%20I%20Status%20and%20Priorities%20for%20Renewable%20Energy%20Development%20Gurbuz%20Gonul.pdf>
50. World Bank (2013): *Tajikistan's Winter Energy Crisis. Electricity Supply and Demand Alternatives*. <http://documents.worldbank.org/curated/en/500811468116363418/pdf/796160PUB0REPL00Box377374B00PUBLIC0.pdf>
51. UNECE and REN21 (2017a): *UNECE Renewable Energy Status Report*. [https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pp/renew/Renewable\\_energy\\_report\\_2017\\_web.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pp/renew/Renewable_energy_report_2017_web.pdf)
52. Eurostat (2017a): *Electricity price statistic*. [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity\\_price\\_statistics](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity_price_statistics)
53. Deutscher Bundestag (2017): *Energiearmut im Winter in Deutschland*. <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/18/113/1811351.pdf>.
54. Spiegel (2016): *Rentnerin erstickt bei Brand. Tausende Spanier demonstrieren gegen Energiearmut*. [www.spiegel.de/wirtschaft/soziales/spanien-tausende-demonstrieren-gegen-energiearmut-a-1122158.html](http://www.spiegel.de/wirtschaft/soziales/spanien-tausende-demonstrieren-gegen-energiearmut-a-1122158.html); Independent (2015): *Fuel poverty killed 15,000 people last winter*. [www.independent.co.uk/news/uk/home-news/fuel-poverty-killed-15000-people-last-winter-10217215.html](http://www.independent.co.uk/news/uk/home-news/fuel-poverty-killed-15000-people-last-winter-10217215.html)
55. WHO (2007): *Housing Energy and Thermal Comfort: A Review of 10 Countries within the WHO European Region*. [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/97091/E89887.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/97091/E89887.pdf)
56. UNECE and REN21 (2015a): *UNECE Renewable Energy Status Report 2015*. <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/gere/publ/2015/web-REN21-UNECE.pdf>
57. A limited number of combustion tests point to efficiencies similar to other controlled combustion stoves; generally above 60% and up to 72%.
58. KAPSARC (-).
59. KAPSARC (-).
60. IPCC (2014a): *Climate Change 2014: Summary for Policymakers*. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwicker and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_summary-for-policy-makers.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_summary-for-policy-makers.pdf)
61. IPCC (2014b): Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2014a): *Climate Change 2014: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_wcover.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf)



93. Anderson W., White V., Finney A. (2010): 'You just have to get by': Coping with low incomes and cold homes. University of Bristol. <https://core.ac.uk/download/pdf/29025974.pdf>.
94. Brunner K., Spitzer M., Christanell A. (2012): *Experiencing fuel poverty. Coping strategies of low-income households in Vienna/Austria*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421511009748>
95. European Parliament (2016).
96. United Kingdom Government (2014): *Community Energy Strategy. People powering change. 2014*. [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/275164/20140126\\_Community\\_Energy\\_Strategy\\_summary.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/275164/20140126_Community_Energy_Strategy_summary.pdf)
97. IEA (2014a): *Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency*. [http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Captur\\_the\\_MultiplBenef\\_ofEnergyEfficiency.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Captur_the_MultiplBenef_ofEnergyEfficiency.pdf)
98. Out of the 18 countries that reported a rate below 98 % in 2014. The 36 countries that reached a rate above 98% in 2014 are not considered in the projections.
99. IEA (2014a).
100. As energy consumers save on energy cost through energy efficiency, they may spend their savings on other energy-intensive activities, or increase their demand for the new service, thereby countering the potential savings of energy. This is called the rebound effect. In: IEA (2011): *Energy Efficiency Policy and Carbon Pricing*. [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EE\\_Carbon\\_Pricing.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EE_Carbon_Pricing.pdf).
101. Steven Sorrell (2007). *The rebound effect: An assessment of the evidence for economy-wide energy savings from improved energy efficiency*. UK Energy Research Centre. <http://www.ukerc.ac.uk/asset/3B43125E-EEBD-4AB3-B06EA914C30F7B3E/>
102. IEA (2014a).
103. IEA (2014b): *Energy Efficiency Indicators: Fundamentals on Statistics*. [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/IEA\\_EnergyEfficiencyIndicatorsFundamentalsonStatistics.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/IEA_EnergyEfficiencyIndicatorsFundamentalsonStatistics.pdf).
104. Institute of Environmental Economics (2013): *Energy Efficiency in Poland*. [http://www.buildup.eu/sites/default/files/content/ee\\_review\\_poland\\_2013\\_eng.pdf](http://www.buildup.eu/sites/default/files/content/ee_review_poland_2013_eng.pdf)
105. UNECE (2013).
106. UNECE (2017e): *Framework guidelines for energy efficiency standards in buildings*. [https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/geee/geee4\\_Oct2017/ECE\\_ENERGY\\_GE.6\\_2017\\_4\\_EEBuildingGuidelines\\_final.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/geee/geee4_Oct2017/ECE_ENERGY_GE.6_2017_4_EEBuildingGuidelines_final.pdf)
107. European Parliament (2009): *Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products*. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32009L0125>.
108. IEA (2016a): *Energy Efficiency Market Report 2016*. <https://www.iea.org/eemr16/files/medium-term-energy-efficiency-2016>.
109. European Commission (2017d): *Report: EU energy efficiency requirements for products generate financial and energy savings*. <https://ec.europa.eu/energy/en/news/report-eu-energy-efficiency-requirements-products-generate-financial-and-energy-savings>.
110. IEA (2017e): Homepage – The Energy Efficient End-Use Equipment Programme. <https://www.iea-4e.org/>
111. IEA (2015c): *The 4E Energy Efficient End-use Equipment. 2015 Annual Report*. [http://www.iea4e.org/files/otherfiles/0000/0354/4E\\_Annual\\_Report\\_2015\\_FINAL.pdf](http://www.iea4e.org/files/otherfiles/0000/0354/4E_Annual_Report_2015_FINAL.pdf).
112. Ministry of Energy and Natural Resources of Turkey (-): *Market transformation of energy efficient appliances in Turkey*. [http://www.undp.org/content/dam/turkey/docs/projectdocuments/EnvSust/UNDP-TR-%20EVUDP%20ENG%20\(1\)\\_baskiyagiden.pdf](http://www.undp.org/content/dam/turkey/docs/projectdocuments/EnvSust/UNDP-TR-%20EVUDP%20ENG%20(1)_baskiyagiden.pdf)
113. GFEI (2016): *International comparison of light-duty vehicle fuel economy, Ten years of fuel economy benchmarking*. <http://www.globalfuelconomy.org/media/418761/wp15-ldv-comparison.pdf>
114. GFEI (2017): Global Fuel Economy Initiative. <http://www.globalfuelconomy.org/Pages/Homepage.aspx>
115. The GFEI is a partnership of the IEA, UNEP, and other organizations, and works to secure real improvements in fuel economy, and the maximum deployment of existing fuel economy technology in vehicles across the world. See website for more information: <https://www.globalfuelconomy.org/>
116. GFEI (2016).
117. GFEI (2016).
118. IEA (2017d): *Energy Efficiency 2017*. [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Energy\\_Efficiency\\_2017.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Energy_Efficiency_2017.pdf).
119. IPCC (2014a).
120. WEC (2016): *World Energy Resources. Waste to Energy. 2016*. [https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2017/03/WEResources\\_Waste\\_to\\_Energy\\_2016.pdf](https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2017/03/WEResources_Waste_to_Energy_2016.pdf).
121. IIP (2017): *Website*. <http://www.iipnetwork.org/IEE>.
122. IEA (2012)
123. IEA (2017f): *Voluntary Energy Efficiency Agreements for 2017 – 2025*. <https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/finland/name-23913-en.php>; Energy Efficiency Agreements Finland (2017): *Energy efficiency agreements 2017-2025*. <http://www.energiategohokkuussopimus2017-2025.fi/en/>
124. European Commission (2016): *Energy Efficiency*. [http://iet.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/sites/energyefficiency/files/files/documents/events/nl\\_-\\_energy\\_audits\\_madrid\\_20032014.pdf](http://iet.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/sites/energyefficiency/files/files/documents/events/nl_-_energy_audits_madrid_20032014.pdf)
125. For more information about the activities of the UNECE Group of Experts on Energy Efficiency please visit <https://www.unece.org/energyefficiency.html>.
126. See more details under ISO (2011): ISO 50001:2011. <https://www.iso.org/standard/51297.html>.
127. UNIDO (2015): *The UNIDO Programme on Energy Management System Implementation in Industry*. [https://www.unido.org/fileadmin/user\\_media\\_upgrade/What\\_we\\_do/Topics/Energy\\_access/11\\_IEE\\_EnMS\\_Brochure.pdf](https://www.unido.org/fileadmin/user_media_upgrade/What_we_do/Topics/Energy_access/11_IEE_EnMS_Brochure.pdf)
128. GIZ (2016): *Synergy and Dissemination of Experience. Kyiv*. <http://eeim.org.ua/interview/ukrayinska-sinerhiya-ta-poshirennya-dosvidu-kiyiv/>; GIZ (2017): *Energy Efficiency in Public Buildings in Turkey*. <https://www.giz.de/en/worldwide/32607.html>.
129. BPIE I24c (2016): *Scaling up Deep Energy Renovation, Unleashing the Potential through Innovation and industrialization*. Building Performance Institute of Europe and Industrial Innovation for Competitiveness. <http://bpie.eu/wp-content/uploads/2016/11/cover-i24c.png>

130. BPIE et al. (2016).
131. Energysprong (2017): *Homepage*. <http://energysprong.nl/transitionzero/>
132. World Bank (2016).
133. European Commission (2017e): *National Energy Efficiency Actions Plans and Annual Reports*. <http://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-directive/national-energy-efficiency-action-plans>.
134. ENOVA (2017): *Homepage*. <http://www.enr-network.org/enova.html>
135. UNECE has not reviewed these policies, as this is a significant task and well beyond the scope of this report.
136. The 2006 EU Directive on Energy End-Use Efficiency and Energy Services (Energy Services Directive) requires Member States to submit NEEAP in 2007, 2011 and 2014. In the first NEEAP, each Member State should have adopted an overall national indicative savings target for end-use sectors of 9% or higher, to be achieved in 2016, and with an intermediate target for 2010.
137. International Energy Charter (1994): *Energy Charter Treaty: Protocol on Energy Efficiency and Related Environmental Aspects (PEEREA)*. <http://www.energycharter.org/process/energy-charter-treaty-1994/energy-efficiency-protocol/>
138. Through the implementation of PEEREA, the Energy Charter provides its member countries with a menu of good practices and a forum in which to share experiences and policy advice on energy efficiency issues. There are two types of reviews conducted by the Energy Charter in its member countries: regular monitoring based on a standard review format and in-depth energy efficiency reviews.
139. Approximately every four years, the policies of individual member countries are reviewed in-depth by a team of peers led by the IEA. The country review are available online: <https://www.iea.org/publications/countryreviews/>
140. <http://www.iea.org/policiesandmeasures/>
141. Blok, K., Hofheinz, P., Kerkhoven, J. (2015): *The 2050 Energy Productivity and Economic Prosperity Index. How Efficiency Will Drive Growth, Create Jobs and Spread Wellbeing Throughout Society*. <https://www.ecofys.com/files/files/the-2015-energy-productivity-and-economic-prosperity-index.pdf>
142. WoodMackenzie (2017b): *Energy market disruption and the role of power markets: are the markets prepared?* <https://www.woodmac.com/reports/power-markets-energy-market-disruption-and-the-role-of-power-markets-are-the-markets-prepared-49588535>
143. "Distributed", "decentralized" or "off-grid" generation (or energy) is defined as the "installation and operation of electric power generation units connected directly to the distribution network or connected to the network on the customer site of the meter" with the purpose to "provide a source of active electric power. This type of more local generation is different from the common system of centralized supply including large-scale fossil fuel fired power plants, and hydro power, as well as large-scale renewable energy such as off-shore wind, which require transmission lines to transport the power produced over vaster distances.
144. Ackermann T., Andersson G., Soder L. (2001): Distributed Generation: A Definition. In: *Electric Power System Research*, Vol. 57 (2001), pp. 195-204.
145. IEA (2017b): *Getting Wind and Solar onto the Grid*. <http://www.iea.org/publications/insights/insightpublications/getting-wind-and-solar-onto-the-grid.html>
146. Parliament of Ukraine (2017): *Draft Law on the Electricity Market of Ukraine*. [http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4\\_2?id=&pf3516=4493&skl=9](http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_2?id=&pf3516=4493&skl=9).
147. Neue Energien Forum Feldheim (2017): *The energy self-sufficient village*. <http://nef-feldheim.info/the-energy-self-sufficient-village/?lang=en>.
148. DKVind (2017): *Danmarks Vindmøllering (Danish Wind Turbine Owner's Association)*. <http://dkvind.dk/html/eng/cooperatives.html#sthash.ze1WdtmC.dpuf>
149. UN ESCWA and UNECE (2016): *Promoting Renewable Energy Investments for Climate Change Mitigation and Sustainable Development. Georgia Case Study*. Presented at session "Enabling Policies to Promote Financing Renewable Energy Investments", 7<sup>th</sup> International Forum for Energy for Sustainable Development, 19-20 September 2016. <https://www.unescwa.org/events/enabling-policies-promote-financing-renewable-energy>
150. Domac, J.; Risovic, S., Šegon, V., Pentek, T., Šafra, B., Papa, I. (2015): *Can biomass trigger an energy-wise transition in Croatia and rest of Southeastern Europe?*. <http://www.sumari.hr/sumlist/pdf/201505610.pdf>
151. Pelkmans, L., Šaša, D. (2014): *National policy landscapes: Croatia*. <http://www.biomasspolicies.eu/wp-content/uploads/2013/09/National-Policy-Landscape-Croatia.pdf>
152. Cosic, B. (2013): *Status of Bioenergy in Croatia*. Presented at the Workshop –International cooperation in the Field of Bioenergy October 22-23, 2013. <http://iet.jrc.ec.europa.eu/renea/sites/renea/files/files/documents/events/cosic.pdf>
153. Pelkmans et al. (2014).
154. Lopez Labs (2017): *Masonry Heater Fuel Crib Repeatability Testing*. <http://heatkit.com/html/lopez2a.htm>
155. Kilowatt peak stands for peak power. This value specifies the output power achieved by a Solar module under full solar radiation (under set Standard Test Conditions). Solar radiation of 1,000 watts per square meter is used to define standard conditions. Peak power is also referred to as "nominal power" by most manufacturers. Since it is based on measurements under optimum conditions, the peak power is not the same as the power under actual radiation conditions. In practice, this will be approximately 15-20% lower due to the considerable heating of the solar cells. Source: SMA Solar Technology AG (2011).
156. According to global distribution of solar potential expressed in photovoltaic electricity output. Source: World Bank (2017b): *Global Solar Atlas*. <http://globalsolaratlas.info>
157. BSW-Solar (2015): *Statistische Zahlen der deutschen Solarstrombranche (Photovoltaik)*. German Solar Industry Association (BSW-Solar).
158. IRENA (2017b): *Global Wind Atlas*. <http://globalwindatlas.com/map.html>
159. NREL (2017): *Biofuels Atlas*. <https://maps.nrel.gov>.
160. IRENA (2017c): *Bioenergy Simulator*. <https://irena.masdar.ac.ae/bioenergy/>
161. Government of Kazakhstan (2013): *National Concept for Transition to a Green Economy up to 2050*. Decree of the President of the Republic of Kazakhstan dated February 20, 2013.
162. Karatayev M. and Clarke M. (2014): Current energy resources in Kazakhstan and the future potential of renewables: A review. In: *Energy Procedia*, 59(2014), 97-104.
163. WEF (2015): *Future of Electricity*. [http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA\\_FutureOfElectricity\\_Report2015.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_FutureOfElectricity_Report2015.pdf)

164. IEA (2016b). *Next Generation Wind and Solar - From cost to value*. <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/next-generation-wind-and-solar-power.html>
165. IEA (2016b).
166. IEA (2016d).
167. IEA (2016f): *World Energy Outlook 2016 Excerpt - Water-Energy Nexus*. <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/world-energy-outlook-2016---excerpt---water-energy-nexus.html>
168. IEA (2016c): *IEA Medium-Term Coal Market Report 2016*. <https://www.iea.org/newsroom/news/2016/december/medium-term-coal-market-report-2016.html>
169. According to IRENA Statistics, 195 MW of new hydro have been installed in 2016.
170. GE(2017): *GE Global Power Plant Efficiency Analysis*. <http://www.gereports.com/wp-content/themes/ge-reports/ge-power-plant/dist/pdf/GE%20Global%20Power%20Plant%20Efficiency%20Analysis.pdf>
171. World Bank et al. (2017a).
172. World Bank et al. (2017a).
173. Ministry of Energy of Bulgaria (2011): *Energy from Renewable Sources Act*. <https://www.me.government.bg/library/index/download/lang/en/fileId/167>
174. Ukraine (2014): *Ukraine National Renewable Energy Action Plan 2014*. <https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/ukraine/name-131666-en.php>
175. Vilgerts Legal and Tax (2015). Renewable energy in Belarus: new tariffs 2015. In : *Insider Energy*. [http://www.vilgerts.com/wp-content/uploads/2015/10/Insider.Vilgerts-Renewable-Energy-Belarus.New-Tariffs.Oct2015.Eng\\_.pdf](http://www.vilgerts.com/wp-content/uploads/2015/10/Insider.Vilgerts-Renewable-Energy-Belarus.New-Tariffs.Oct2015.Eng_.pdf)
176. The New York Times (2017): *Germany Strikes Offshore Wind Deals, Subsidy Not Included*. <https://www.nytimes.com/2017/04/14/business/energy-environment/offshore-wind-subsidy-dong-energy.html?mcubz=0>
177. Clean Energy Wire (2016): *EEG reform 2016 – switching to auctions for renewables*. <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/eeg-reform-2016-switching-auctions-renewables>
178. IRENA (2017d): *Renewable Energy Auctions*. [http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA\\_REAuctions\\_summary\\_2017.pdf](http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_REAuctions_summary_2017.pdf)
179. Nazarbayev University (2016): *Energy Export Strategies of the Central Asian Caspian Region*. Presented at the 1st AIEE Energy Symposium Current and Future Challenges to Energy Security, Italy, Rome. <http://www.aieeconference2016milano.eu/files/BAKDOLOTOV.pdf>
180. European Commission (2017f): *Energy Security Strategy*. <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/energy-security-strategy>
181. European Commission (2014). *In-depth study of European Energy Security*. [http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20140528\\_energy\\_security\\_study.pdf](http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20140528_energy_security_study.pdf)
182. US EIA (2016a): *United States Crude Oil and Natural Gas Proved Reserves*. <https://www.eia.gov/naturalgas/crudeoilreserves/>
183. US DoE (2017): *Revolution Now*. <https://energy.gov/eere/downloads/revolutionnow-2016-update>
184. GTM Research (2015): *The US Installed 6.2GW of Solar in 2014, up 30% over 2013*. <https://www.greentechmedia.com/articles/read/the-us-installed-6-2-gw-of-solar-in-2014-up-30-over-2013#gs.S06Oof>
185. GAZPROMNeft (2015): *GAZPromNeft 2015 Annual Report*. [http://ir.gazprom-neft.com/fileadmin/user\\_upload/documents/annual\\_reports/gpn\\_ar15\\_full\\_eng.pdf](http://ir.gazprom-neft.com/fileadmin/user_upload/documents/annual_reports/gpn_ar15_full_eng.pdf)
186. European Commission (2014).
187. European Commission (2014).
188. Reuters (2017): *Talk of Tokyo: LNG trio to test leverage in push to free-up purchases*. <http://uk.reuters.com/article/uk-japan-gastech-preview-idUKKB-N1740YW>
189. European Commission (2014).
190. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency (2016): *Trends in Global CO<sub>2</sub> Emissions 2016 Report*. [http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news\\_docs/jrc-2016-trends-in-global-co2-emissions-2016-report-103425.pdf](http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news_docs/jrc-2016-trends-in-global-co2-emissions-2016-report-103425.pdf)
191. IEA (2016c).
192. IEA (2016c).
193. Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF (2017).
194. IEA (2017a): *IEA finds CO<sub>2</sub> emissions flat for third straight year even as global economy grew in 2016*. IEA Newsroom 17 March 2017. <http://www.iea.org/newsroom/news/2017/march/iea-finds-co2-emissions-flat-for-third-straight-year-even-as-global-economy-grew.html>
195. GTM Research (2015).
196. US EIA (2016b): *Annual Coal Report 2016*. <https://www.eia.gov/coal/annual/>
197. US EIA (2016b).
198. IEA (2014a).
199. IEA (2014a).
200. World Bank (2017e): *World Development Indicators: Trends in greenhouse gas emissions*. <http://wdi.worldbank.org/table/3.9#>
201. IEA (2017a).
202. IEA (2017a).
203. UNFCCC (2017b): *INDC Registry*. <http://www4.unfccc.int/submissions/indc/Submission%20Pages/submissions.aspx>
204. UNFCCC (2017c): *Interim NDC Registry*. <http://www4.unfccc.int/ndcregistry/Pages/Home.aspx>
205. UNFCCC (2017d): *Nationally Determined Contributions (NDCs)*. <http://unfccc.int/focus/items/10240.php>
206. European Commission and Latvia (2015): *Intended Nationally Determined Contribution of the EU and its Member States*. <http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Latvia/1/LV-03-06-EU%20INDC.pdf>
207. European Commission and Latvia (2015).



208. Eurostat (2017b).
209. UNFCCC (1992): *United Nations Framework Convention on Climate Change*. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>
210. Climate Action Tracker (2017): *Effect of current pledges and policies on global temperature*. <http://climateactiontracker.org/global.html>
211. Climate Action Tracker (2017): *Tracking (I)NDCs*. <http://climateactiontracker.org/indcs.html>
212. Based on cumulative forcing over 100 and 20 years, respectively. Source: IPCC (2014b).
213. US EPA (2017): *Global Mitigation of Non-CO<sub>2</sub> Greenhouse Gases: 2010-2030*. <https://www.epa.gov/global-mitigation-non-co2-greenhouse-gases/global-mitigation-non-co2-greenhouse-gases-2010-2030-3>
214. United States EPA (2016): *International Coal Mine Methane Projects List*. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-05/coalprojectlist.xlsx>
215. See for example: (a) United Nations Framework Convention on Climate Change, available at: [http://unfccc.int/files/essential\\_background/background\\_publications\\_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf](http://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf), see in particular Article 4, Article 10, and Article 12 of the Convention; (b) US Environmental Protection Agency, Greenhouse Gas Reporting Program available at: <https://www.epa.gov/ghgreporting>. See also 40 CFR Part 98 available at: [https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=3c71c656d3f1a8cdf64a78060d713bf9&tpl=/ecfrbrowse/Title40/40cfr98\\_main\\_02.tpl](https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=3c71c656d3f1a8cdf64a78060d713bf9&tpl=/ecfrbrowse/Title40/40cfr98_main_02.tpl); and (c) Norwegian Environmental Agency 2016: "Cold venting and fugitive emissions from Norwegian offshore oil and gas activities – summary report". The report presents a survey and mapping of direct methane and NMVOC emissions from Norwegian offshore infrastructure, an updated estimate of emission inventories, proposals for improved future quantification of the emissions, and an assessment of emission abatement opportunities. It identifies a total of 48 potential emission sources. <http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2016/Juni-2016/Cold-venting-and-fugitive-emissions-from-Norwegian-offshore-oil-and-gas-activities--summary-report/>
216. UNECE (2017h): *Methane management in extractive industries – best practices in the gas sector*. ECE/ENERGY/2017/9, para.4. [https://www.uncece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/comm26/ECE\\_ENERGY\\_2017\\_9e.pdf](https://www.uncece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/comm26/ECE_ENERGY_2017_9e.pdf)
217. Bondarak J. (2016): *Poland Coal Sector Update*. Presented at the Global Methane Initiative Coal Subcommittee Meeting 24 October 2016. [https://www.uncece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pp/coal/cmm/11cmm\\_gmi.cs\\_oct2016/4\\_GMI\\_Poland\\_coal.pdf](https://www.uncece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pp/coal/cmm/11cmm_gmi.cs_oct2016/4_GMI_Poland_coal.pdf)
218. Yashchenko I. (2016): *Status of coal mine methane degasification and utilization in Ukraine*. Presented at the UNECE Group of Expert on Coal Mine Methane, Eleventh Session, Geneva, 24-25 October 2016. [https://www.uncece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pp/coal/cmm/11cmm\\_gmi.cs\\_oct2016/5\\_Ukraine\\_GMI.pdf](https://www.uncece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pp/coal/cmm/11cmm_gmi.cs_oct2016/5_Ukraine_GMI.pdf)
219. IEA (2016a).
220. Geissdoerfer M., Savaget P., Bocken N., Hultink E. (2017): *The Circular Economy – A new sustainability paradigm?*. In: *Journal of Cleaner Production*. 143: 757–768.
221. Giordano, et al. (2013) in IEA (2016a).
222. IGRAC in IEA (2016a).
223. UNECE (2017d): *Reconciling Resource Uses in Transboundary Basins: Assessment of the Water-Food-Energy Ecosystems Nexus in the Sava River Basin*. <http://www.uncece.org/index.php?id=45241>. UNECE (2017c): *Deployment of Renewable Energy: The Water-Energy-Food-Ecosystem Nexus Approach to Support the Sustainable Development Goals*. [http://www.uncece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/gere/publ/2017/DeploymentOfRenewableEnergy\\_TheWaterEnergyFood.pdf](http://www.uncece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/gere/publ/2017/DeploymentOfRenewableEnergy_TheWaterEnergyFood.pdf); UNECE (2017f): *Policy Brief: Assessment of the water-food-energy-ecosystems nexus and the benefits of transboundary cooperation in the Drina River Basin*. ECE/MP.WAT/NONE/6.
224. UNFCCC (2016). *Aggregate effect of the intended nationally determined contributions: an update*. *United Nations Framework Convention on Climate Change Secretariat*. <http://unfccc.int/resource/docs/2016/cop22/eng/02.pdf>;
225. UNECE (2014): *Revised recommendations of the United Nations Economic Commission for Europe to the United Nations Framework Convention on Climate Change on how carbon capture and storage in cleaner electricity production and through enhanced oil recovery could be used in reducing GHG emissions*. [https://www.uncece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/comm23/ECE.ENERGY.2014.5\\_e.pdf](https://www.uncece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/comm23/ECE.ENERGY.2014.5_e.pdf).
226. US EPA (2017).
227. Calculations made on the basis of the 100-year global warming potentials
228. IPCC (2014c): *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>.
229. The United States EPA lists Recommended Technologies to Reduce Methane Emissions at the following site. <https://www.epa.gov/natural-gas-star-program/recommended-technology-reduce-methane-emissions>
230. UNECE (2017b): *Survey on Methane Management*. <http://www.uncece.org/energy/welcome/areas-of-work/energysedocscmmx-long/survey-on-methane-management.html>.
231. UNECE (2016): *Best Practice Guidance for Effective Methane Drainage and Use in Coal Mines*. 2nd edition. [https://www.uncece.org/fileadmin/DAM/energy/cmm/docs/BPG\\_2017.pdf](https://www.uncece.org/fileadmin/DAM/energy/cmm/docs/BPG_2017.pdf).
232. UNECE (2015d): *Reconciling resource uses in transboundary basins: assessment of the water-food-energy-ecosystems nexus*. [http://www.uncece.org/fileadmin/DAM/env/water/publications/WAT\\_Nexus/ece\\_mp.wat\\_46\\_eng.pdf](http://www.uncece.org/fileadmin/DAM/env/water/publications/WAT_Nexus/ece_mp.wat_46_eng.pdf)
233. See tools listed under UNECE (2015c): *Tools for analyzing the water-food-energy-ecosystems nexus*. [http://www.uncece.org/fileadmin/DAM/env/water/nexus/Nexus\\_tools\\_final\\_for\\_web.pdf](http://www.uncece.org/fileadmin/DAM/env/water/nexus/Nexus_tools_final_for_web.pdf)
234. INOGATE (2016): *2016 Activity Completion Report. RESMAP Geospatial mapping for sustainable energy investment*. RWP.NEW (phase 1 – Georgia)RWP. 17 (phase 2 – Armenia, Azerbaijan, Moldova) [http://www.inogate.org/documents/Final\\_ACR\\_RESMAP\\_26092016\\_FINAL.pdf](http://www.inogate.org/documents/Final_ACR_RESMAP_26092016_FINAL.pdf).
235. UNECE (2017c): *Deployment of Renewable Energy: The Water-Energy-Food-Ecosystem Nexus Approach to Support the Sustainable Development Goals*. [http://www.uncece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/gere/publ/2017/DeploymentOfRenewableEnergy\\_TheWaterEnergyFood.pdf](http://www.uncece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/gere/publ/2017/DeploymentOfRenewableEnergy_TheWaterEnergyFood.pdf) UNECE (2015d); UNECE (2017g): *Benefit of transboundary cooperation on water-energy nexus for renewable energy development*, Fourth session of the Group of Experts on Renewable Energy (Geneva, 2-3 November 2017). Basin specific technical reports are available at: <http://www.uncece.org/env/water/publications/pub.html>
236. UNECE et al. (2017a).
237. World Bank et al. (2017a).





**Cadre mondial de suivi :**  
**Progrès réalisés par la CEE en matière**  
**d'énergie durable**

Information Service  
United Nations Economic Commission for Europe

Palais des Nations  
CH - 1211 Geneva 10, Switzerland  
Telephone: +41(0)22 917 12 34  
E-mail: [unece\\_info@un.org](mailto:unece_info@un.org)  
Website: <http://www.unece.org>