



COMMISSION EUROPÉENNE

Bruxelles, le 15.12.2011
COM(2011) 885 final

**COMMUNICATION DE LA COMMISSION AU PARLEMENT EUROPÉEN, AU
CONSEIL, AU COMITÉ ÉCONOMIQUE ET SOCIAL EUROPÉEN ET AU COMITÉ
DES RÉGIONS**

Feuille de route pour l'énergie à l'horizon 2050

{SEC(2011) 1565 final}
{SEC(2011) 1566 final}
{SEC(2011) 1569 final}

1. INTRODUCTION

Le bien-être de la population, la compétitivité industrielle et le fonctionnement global de la société sont tributaires d'une énergie sûre, durable, disponible à un prix abordable et dont l'approvisionnement est garanti. Les infrastructures énergétiques qui alimenteront les foyers, l'industrie et les services en 2050, ainsi que les bâtiments qui seront utilisés, sont conçus et construits aujourd'hui. Les schémas de production et de consommation d'énergie en 2050 se déterminent dès à présent.

L'UE s'est fixé comme objectif de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 80 à 95 % par rapport aux niveaux de 1990 d'ici à 2050 dans le cadre des réductions à réaliser collectivement par les pays développés¹. La Commission a analysé les implications de cet objectif dans sa «feuille de route vers une économie compétitive à faible intensité de carbone à l'horizon 2050»². La «feuille de route pour un espace européen unique des transports»³ a mis l'accent sur la recherche de solutions pour le secteur des transports et sur la création d'un espace européen unique des transports. Dans la présente **feuille de route pour l'énergie à l'horizon 2050**, la Commission étudie les défis posés par la réalisation de l'objectif de décarbonisation de l'UE tout en garantissant la **sécurité de l'approvisionnement en énergie** et la **compétitivité**. Elle répond en cela à une demande formulée par le Conseil européen⁴.

Les mesures et les politiques de l'UE pour atteindre les **objectifs de 2020 en matière d'énergie**⁵ et la stratégie «Énergie 2020» sont ambitieuses⁶. Elles continueront à porter leurs fruits au-delà de 2020 en contribuant à diminuer les émissions d'environ 40 % d'ici à 2050. Toutefois, cela restera insuffisant pour réaliser l'objectif de décarbonisation de l'UE pour 2050, qui ne serait atteint que pour moins de la moitié en 2050. Cela donne une indication de l'intensité des efforts et des changements, tant structurels que sociaux, nécessaires pour assurer la réduction voulue des émissions tout en conservant un secteur énergétique compétitif et sûr.

Il manque aujourd'hui des **indications sur la voie à suivre après la stratégie 2020**. Cette situation crée des incertitudes chez les investisseurs, les gouvernements et les citoyens. Selon les scénarios décrits dans la «feuille de route vers une économie compétitive à faible intensité de carbone à l'horizon 2050», si les investissements sont différés, ils coûteront davantage de 2011 à 2050 et entraîneront plus de perturbations à long terme. Il est urgent de développer des stratégies pour l'après-2020. Les investissements énergétiques mettent du temps à donner des résultats. La présente décennie voit se mettre en place un nouveau cycle d'investissement, car les infrastructures construites il y a 30 ou 40 ans doivent être remplacées. En agissant maintenant, il sera possible d'éviter des modifications coûteuses pendant les décennies à venir et de diminuer les effets de verrouillage. L'Agence internationale de l'énergie (AIE) a montré

¹ Conseil européen, octobre 2009.

² COM(2011) 112, 8 mars 2011.

³ COM(2011) 144, 28 mars 2011.

⁴ Conseil européen extraordinaire, 4 février 2011.

⁵ Conseil européen, 8 et 9 mars 2007; à l'horizon 2020, diminution d'au moins 20 % des émissions de gaz à effet de serre par rapport à 1990 (30 % si la situation internationale le permet; Conseil européen, 10 et 11 décembre 2009); diminution de 20 % de la consommation énergétique de l'UE par rapport aux projections pour 2020; part de 20 % de sources d'énergie renouvelables dans la consommation énergétique de l'UE et de 10 % dans les transports.

⁶ Voir aussi «Énergie 2020 - Stratégie pour une énergie compétitive, durable et sûre», COM(2010) 639, novembre 2010.

le rôle essentiel joué par les gouvernements et a souligné la nécessité d'une action urgente⁷; les scénarios de la feuille de route pour l'énergie à l'horizon 2050 offrent une analyse approfondie de diverses trajectoires que l'Europe pourrait emprunter.

Il est impossible de prévoir l'avenir à long terme. Les scénarios présentés dans la présente feuille de route pour l'énergie à l'horizon 2050 **étudient les pistes pouvant mener à la décarbonisation** du système énergétique. Ils impliquent tous des **changements importants** en ce qui concerne, par exemple, les prix du carbone, les technologies et les réseaux. Plusieurs scénarios examinés visent une réduction de 80 % des émissions de gaz à effet de serre impliquant une diminution de quelque 85 % des émissions de CO₂ du secteur énergétique, y compris en provenance des transports⁸. La Commission a également analysé les scénarios et les points de vue des États membres et des parties prenantes⁹. Évidemment, compte tenu de l'éloignement des échéances, ces résultats sont teintés d'incertitude, en grande partie parce qu'ils sont basés sur des hypothèses qui ne sont elles-mêmes pas certaines¹⁰. Il est impossible de prévoir si un pic pétrolier se produira (car de nouvelles découvertes ont lieu régulièrement), dans quelle mesure le gaz de schiste en Europe s'avérera viable, si la technologie du captage et du stockage du carbone (CSC) atteindra une échelle commerciale, quel rôle les États membres souhaiteront jouer dans le domaine du nucléaire et comment l'action en faveur du climat évoluera à travers le monde. Les changements sociaux, technologiques et comportementaux auront également une influence significative sur le système énergétique¹¹.

L'analyse des scénarios a un caractère purement illustratif et se borne à étudier les impacts, les défis et les risques liés aux différentes manières de moderniser le système énergétique. Les options proposées ne s'excluent pas mutuellement et font plutôt ressortir les éléments communs qui soutiennent les approches à plus long terme en matière d'investissements.

L'incertitude constitue un obstacle majeur aux investissements. L'analyse des projections par la Commission, les États membres et les parties prenantes révèle un certain nombre de tendances manifestes, de défis, de perspectives et de changements structurels associés à la conception des mesures qui s'imposent pour doter les investisseurs du cadre approprié. Sur la base de cette analyse, la présente feuille de route sur l'énergie tire des conclusions essentielles au sujet des options «sans regret» dans le système énergétique européen. Il importe également, dès lors, de définir une approche européenne dans laquelle tous les États membres possèdent une vision commune des éléments essentiels devant permettre d'opérer une transition vers un système énergétique à faible intensité de carbone, et offrant la certitude et la stabilité nécessaires.

⁷ AIE (2011), World Energy Outlook (Perspectives énergétiques mondiales) de 2011.

⁸ Le modèle utilisé à cette fin est le modèle de représentation des systèmes énergétiques PRIMES.

⁹ Voir l'annexe relative à une sélection de scénarios des parties prenantes, qui comprend notamment des scénarios de l'Agence internationale de l'énergie, de Greenpeace/EREC, de l'European Climate Foundation et d'Eurelectric. D'autres études et rapports ont été analysés en profondeur, tels que le rapport indépendant du groupe consultatif ad hoc sur la feuille de route pour l'énergie à l'horizon 2050.

¹⁰ Ces incertitudes comprennent notamment le rythme de la croissance économique, l'étendue des efforts mondiaux pour atténuer les changements climatiques, les développements géopolitiques, le niveau des prix mondiaux de l'énergie, la dynamique des marchés, l'évolution des technologies futures, la disponibilité des ressources naturelles, les changements sociaux et la perception par la population.

¹¹ Les sociétés européennes devront peut-être repenser la manière de consommer l'énergie, par exemple en modifiant les schémas de consommation et d'aménagement urbain. Voir la feuille de route pour une Europe efficace dans l'utilisation des ressources (COM(2011) 571).

La feuille de route ne remplace pas les efforts nationaux, régionaux et locaux visant à moderniser l'approvisionnement énergétique, mais elle s'efforce plutôt d'**élaborer un cadre européen à long terme et technologiquement neutre** au sein duquel ces politiques seront plus efficaces. Elle affirme qu'en matière de défi énergétique, le fait d'avoir une approche européenne plutôt que des régimes nationaux parallèles augmentera la sécurité et la solidarité et abaissera les coûts en créant un marché flexible et de plus grande taille pour de nouveaux produits et services. Ainsi, les économies potentielles pourraient atteindre 25 % pour certaines parties prenantes s'il existait une approche plus européenne en matière d'utilisation rationnelle des sources d'énergie renouvelables.

2. UN SYSTEME ENERGETIQUE SUR, CONCURRENTIEL ET DECARBONISE EN 2050 EST POSSIBLE

Le secteur énergétique représente le plus gros des émissions de gaz à effet de serre d'origine humaine. C'est pourquoi l'objectif de réduire ces émissions de plus de 80 % d'ici à 2050 mettra une pression particulière sur les systèmes énergétiques.

Si, comme on peut s'y attendre, les marchés mondiaux de l'énergie deviennent plus interdépendants, la situation énergétique de l'UE sera directement influencée par la situation de ses voisins et par les tendances énergétiques mondiales. Les résultats des scénarios dépendent notamment de la finalisation d'un accord mondial sur le climat, qui entraînerait aussi une diminution mondiale de la demande et des prix des combustibles fossiles.

Récapitulatif des scénarios¹²

Scénarios basés sur les tendances actuelles

- Scénario de référence. Le scénario de référence intègre les tendances actuelles et les projections à long terme concernant le développement économique (croissance du produit intérieur brut (PIB) de 1,7 % par an). Le scénario prend en compte les politiques adoptées jusqu'en mars 2010, y compris les objectifs concernant la part des SER et la réduction des GES d'ici à 2020, ainsi que la directive relative au système d'échange des quotas d'émissions (SEQUE). Aux fins de l'analyse, plusieurs hypothèses ont été prises en considération, en fonction de taux de croissance du PIB inférieurs et supérieurs et de prix des importations d'énergie plus faibles et plus élevés.
- Initiatives actuelles (CPI – Current Policy Initiatives). Ce scénario met à jour des mesures déjà adoptées, par exemple, après les événements survenus à Fukushima à la suite des catastrophes naturelles qui ont frappé le Japon, et actuellement proposées, comme dans la stratégie «Énergie 2020»; il comprend également de propositions de mesures, telles que le «plan d'efficacité énergétique» et la nouvelle «directive sur la taxation de l'énergie».

Scénarios de décarbonisation (voir le graphique 1)

- Haute efficacité énergétique. Engagement politique pour des économies d'énergie très importantes. Les mesures comprennent, par exemple, des exigences minimales plus strictes pour les appareils et les bâtiments neufs, des taux élevés de rénovation des bâtiments existants et la création d'obligations d'économies d'énergie pour les entreprises

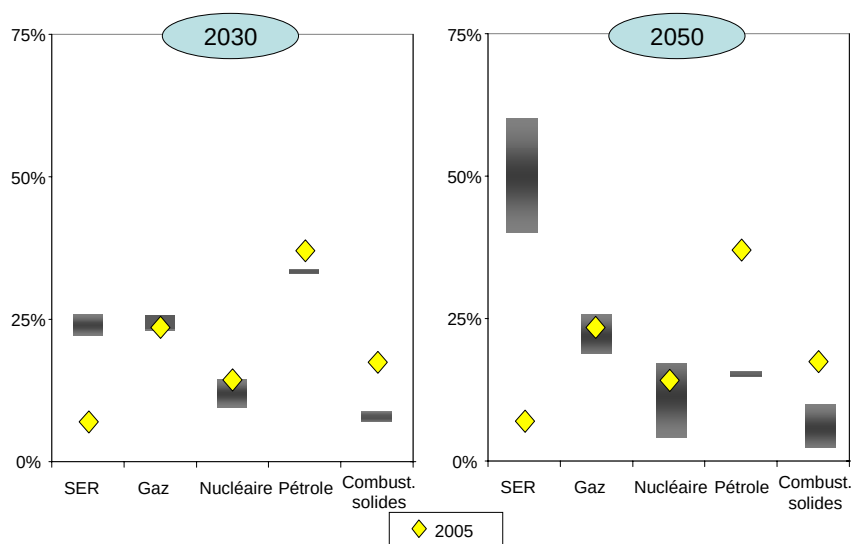
¹²

Pour des informations détaillées sur les scénarios, voir l'analyse d'impact.

publiques du secteur de l'énergie. Ce scénario entraîne, d'ici à 2050, une diminution de 41 % de la demande énergétique par rapport aux pics de 2005/2006.

- Technologies d'approvisionnement diversifiées. Aucune technologie n'est privilégiée; toutes les sources d'énergie peuvent entrer en concurrence en fonction du marché sans aucune mesure d'aide spécifique. La décarbonisation est induite par la tarification du carbone, en supposant une adhésion du public tant au nucléaire qu'à la capture et au stockage du carbone (CSC).
- Part élevée de sources d'énergie renouvelables (SER). De puissantes mesures d'aide en faveur des SER entraînent une part très élevée de SER dans la consommation énergétique finale brute (75 % en 2050) et une part de SER dans la *consommation* d'électricité atteignant 97 %.
- CSC retardé. Scénario similaire à celui des technologies d'approvisionnement diversifiées, mais qui part du principe que le CSC est retardé, ce qui entraîne des parts plus élevées pour l'énergie nucléaire, la décarbonisation étant induite par les prix du carbone plutôt que par des avancées technologiques.
- Faible part de nucléaire. Scénario similaire à celui des technologies d'approvisionnement diversifiées, mais qui part du principe qu'aucune nouvelle centrale nucléaire n'est construite (hormis les réacteurs actuellement en cours de construction), ce qui entraîne une pénétration plus élevée du CSC (environ 32 % dans le secteur de la production d'électricité).

Graphique 1: Scénarios de décarbonisation pour l'UE – Parts des combustibles dans la consommation d'énergie primaire en 2030 et 2050 par rapport aux chiffres observés en 2005 (fourchette en %)



Dix changements structurels pour la transformation du système énergétique

La combinaison des divers scénarios permet de tirer certaines conclusions qui peuvent nous aider à élaborer aujourd'hui des stratégies de décarbonisation qui produiront pleinement leurs effets en 2020, 2030 et après.

(1) La décarbonisation est possible et peut s'avérer moins coûteuse à long terme que les politiques actuelles

Les scénarios montrent que la décarbonisation du système énergétique est possible. En outre, les coûts liés à la transformation du système énergétique *ne sont pas* tellement différents de ceux prévus par le scénario «initiatives actuelles» (CPI). Le coût total du système énergétique (comprenant les coûts des combustibles et de l'électricité, les coûts de capital, les investissements dans les équipements, les produits présentant une bonne efficacité énergétique, etc.) pourrait représenter légèrement moins de 14,6 % du PIB européen en 2050 dans le cas du scénario CPI, par rapport au niveau de 10,5 % en 2005. Cela reflète une évolution significative du rôle joué par l'énergie dans la société. L'exposition à la volatilité des prix des combustibles fossiles chuterait dans les scénarios de décarbonisation car la dépendance à l'égard des importations passerait à 35-45 % en 2050 au lieu des 58 % obtenus avec les politiques actuelles.

(2) Dépenses d'investissement plus élevées et coûts de combustible plus faibles

Tous les scénarios de décarbonisation montrent une transition du système actuel, qui présente des coûts d'exploitation et de combustible élevés, vers un système énergétique basé sur des dépenses d'investissement plus élevées et des coûts de combustible plus faibles. Cette situation est également liée au fait qu'un nombre important de capacités d'approvisionnement énergétique actuelles arrivent à la fin de leur durée de vie utile. Dans tous les scénarios de décarbonisation, la facture de l'UE pour les importations de combustibles fossiles en 2050 serait considérablement inférieure à ce qu'elle est aujourd'hui. L'analyse montre également que les coûts cumulés d'investissement dans les réseaux pourraient, à eux seuls, représenter entre 1 500 et 2 200 milliards d'euros entre 2011 et 2050, la fourchette haute reflétant un investissement plus élevé dans le soutien aux énergies renouvelables.

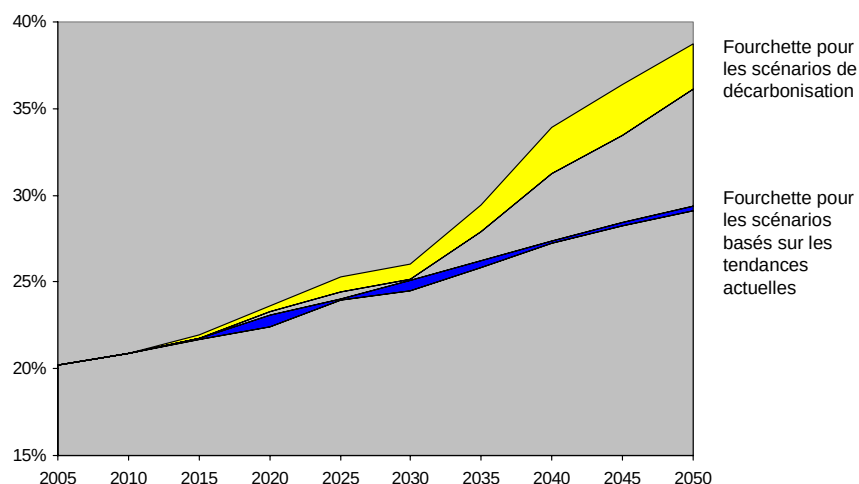
Les **coûts de capital** moyens **du système énergétique** augmenteront de manière significative – investissements dans les réseaux et les centrales électriques, les équipements énergétiques industriels, les systèmes de chauffage et de refroidissement (notamment le chauffage et le refroidissement urbains), les compteurs intelligents, les matériaux d'isolation, les véhicules à faibles émissions et à efficacité énergétique plus élevée, les dispositifs permettant d'exploiter les sources d'énergie renouvelables locales (chaleur solaire et énergie photovoltaïque), les biens consommateurs d'énergie durables, etc. Cela a un impact étendu sur l'économie et les emplois dans les secteurs de la fabrication, des services, de la construction, des transports et de l'agriculture. La satisfaction de cette demande croissante créerait des opportunités considérables pour l'industrie et les fournisseurs de services européens, ce qui souligne l'importance de la recherche et de l'innovation en vue de développer des technologies plus concurrentielles en termes de coûts.

(3) L'électricité joue un rôle croissant

Tous les scénarios montrent que **l'électricité sera amenée à jouer un rôle bien plus grand** qu'aujourd'hui (sa part dans la demande énergétique finale devrait quasiment doubler pour atteindre 36 à 39 % en 2050) et devra contribuer à la décarbonisation des transports et du chauffage/refroidissement (voir le graphique 2). Comme indiqué dans tous les scénarios de décarbonisation, l'électricité pourrait fournir environ 65 % de la demande énergétique liée aux voitures particulières et aux véhicules utilitaires légers. La demande finale d'électricité augmente même dans le scénario «haute efficacité énergétique». Pour parvenir à ce résultat, le **système de production d'électricité devrait subir des modifications structurelles** et

atteindre un niveau significatif de décarbonisation dès 2030 (57 à 65 % en 2030 et 96 à 99 % en 2050). Dans ces conditions, il importe de démarrer la transition dès maintenant et de fournir les signaux nécessaires en vue de réduire au minimum les investissements dans les installations à forte intensité de carbone au cours des vingt années à venir.

Graphique 2: Part d'électricité dans les scénarios basés sur les tendances actuelles et les scénarios de décarbonisation
(en % de la demande d'énergie finale)



(4) Les prix de l'électricité augmentent jusqu'en 2030 avant de redescendre

Selon la plupart des scénarios, les **prix de l'électricité** augmenteront jusqu'en 2030, avant de redescendre. La majeure partie de ces augmentations se produisent déjà dans le scénario de référence car elles sont liées au remplacement, dans les 20 années à venir, d'anciennes installations de production déjà entièrement amorties. Dans le scénario «part élevée de SER», qui suppose une part de 97 % de sources renouvelables dans la consommation d'électricité, les prix de l'électricité modélisés continuent d'augmenter mais à un rythme moindre – en raison de *coûts de capital élevés* et des hypothèses de ce scénario «part d'électricité à base de SER voisine de 100 %» tablant sur des besoins d'*investissement* importants dans les capacités d'équilibrage, le stockage et *les réseaux*. Par exemple, la capacité de production d'électricité à partir de SER en 2050 représenterait plus de deux fois la capacité totale actuelle de production d'électricité à partir de toutes les sources. Une forte pénétration des SER ne signifie cependant pas nécessairement des prix élevés pour l'électricité. Ainsi, les prix de l'électricité sont les moins élevés dans le scénario «haute efficacité énergétique» et celui basé sur des technologies d'approvisionnement diversifiées, alors qu'ils fournissent 60 à 65 % de la consommation d'électricité à partir de SER, contre seulement 20 % à l'heure actuelle. Sur ce point, il est à noter que les prix se trouvent actuellement à un niveau artificiellement bas dans certains États membres, en raison de l'existence de tarifs réglementés et de subventions.

(5) Les dépenses des ménages vont augmenter

Dans tous les scénarios, y compris les scénarios basés sur les tendances actuelles, les dépenses consacrées à l'énergie et aux produits qui y sont liés (notamment les transports) risquent de gagner en importance dans les **dépenses des ménages**, dont elles pourraient représenter

jusqu'à 16 % en 2030, avant de redescendre à 15 % et quelque en 2050¹³. Cette tendance serait également marquée pour les petites et moyennes entreprises (PME). À long terme, l'augmentation des coûts d'investissement pour l'acquisition d'appareils, de véhicules et de matériaux d'isolation à haut rendement est dépassée par la réduction des dépenses d'électricité, de combustible et de carburant. Les coûts englobent les coûts des carburants et combustibles ainsi que les coûts de capital liés notamment à l'achat de véhicules et d'appareils ayant une meilleure efficacité énergétique et à la rénovation des logements. Toutefois, en recourant à des mesures réglementaires, des normes ou des mécanismes innovants pour accélérer l'introduction de produits et de services à haute efficacité énergétique, il serait possible de réduire ces coûts.

(6) Des économies d'énergie s'imposent pour tous les éléments du système

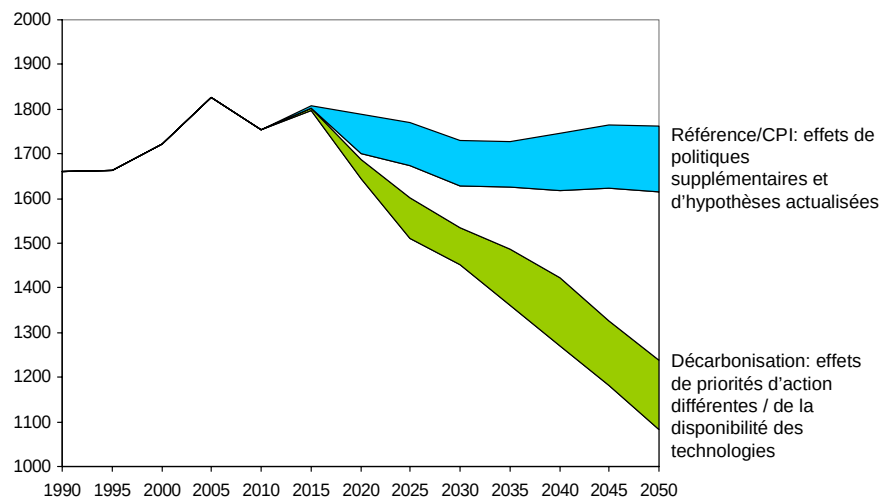
Des **économies d'énergie substantielles** (voir le graphique 3) devraient être réalisées dans tous les scénarios de décarbonisation. La demande d'énergie *primaire* recule de 16 à 20 % d'ici à 2030 et de 32 à 41 % d'ici à 2050 par rapport aux pics constatés en 2005-2006. Les importantes économies d'énergie à réaliser demanderont un découplage plus important entre croissance économique et consommation d'énergie ainsi qu'un renforcement des mesures dans tous les États membres et tous les secteurs économiques.

(7) Les énergies renouvelables en nette hausse

La **part des sources d'énergie renouvelables (SER) augmente considérablement** dans tous les scénarios, pour atteindre au moins 55 % de la consommation énergétique finale brute en 2050, soit une progression de 45 points de pourcentage par rapport au niveau actuel de 10 %. La part des SER dans la consommation d'électricité atteint 64 % dans le scénario «haute efficacité énergétique» et 97 % dans le scénario «part élevée de SER», qui prévoit un important stockage d'électricité pour absorber les variations dans l'approvisionnement en provenance des SER même lorsque la demande est faible.

¹³ Les coûts du système énergétique d'aujourd'hui et de 2050 ne sont pas directement comparables. Si les coûts de rénovation entrent intégralement dans la comptabilisation des coûts, l'augmentation de la valeur des habitations relève de considérations comptables qui ne font pas partie de l'analyse énergétique, comme l'actif et le capital social. Et comme il n'est pas possible de distinguer les coûts liés à l'énergie des autres coûts dans les dépenses liées aux véhicules en question, des estimations hautes ont été utilisées.

Graphique 3: Consommation brute d'énergie – fourchettes pour les scénarios basés sur les tendances actuelles (REF/CPI) et les scénarios de décarbonisation (en Mtep)



(8) Les méthodes de captage et de stockage du carbone ont un rôle central à jouer dans la transformation du système

Les méthodes **de captage et de stockage du carbone (CSC)**, si elles sont commercialisées, auront une contribution importante à apporter dans la plupart des scénarios, particulièrement dans l'hypothèse d'une production nucléaire limitée, auquel cas elle pourra atteindre 32 % dans le secteur de la production d'électricité. Dans les autres scénarios, à l'exception du scénario «part élevée de SER», cette part représenterait entre 19 et 24 %.

(9) L'énergie nucléaire apporte une contribution importante

L'**énergie nucléaire** est appelée à jouer un rôle déterminant dans le processus de transformation du système énergétique dans les États membres où elle est maintenue. Elle reste une source essentielle de production d'électricité à faible intensité de carbone. La pénétration du nucléaire est la plus forte dans les scénarios «CSC retardé» et «technologies d'approvisionnement diversifiées» (respectivement 18 et 15 % de l'énergie primaire), qui présentent les coûts énergétiques totaux les plus faibles.

(10) La décentralisation et les systèmes centralisés interagissent de plus en plus

La **décentralisation** du système électrique et de la production de chaleur augmente du fait d'une production utilisant davantage les sources d'énergie renouvelables. Cependant, les scénarios montrent que les **systèmes centralisés de grande envergure**, tels que les centrales nucléaires et à gaz, et les systèmes décentralisés devront de plus en plus collaborer. Le nouveau système énergétique devra faire émerger une nouvelle configuration de systèmes décentralisés et de systèmes centralisés de grande envergure, qui dépendront les uns des autres si, par exemple, les ressources locales ne sont pas suffisantes ou varient dans le temps.

Lien avec l'action mondiale en faveur du climat

Les conclusions des scénarios de décarbonisation supposent toutes l'existence d'une action mondiale en faveur du climat. En premier lieu, il est important de noter que le système énergétique de l'UE nécessite des niveaux élevés d'investissement même en l'absence d'efforts ambitieux en matière de décarbonisation. Deuxièmement, les scénarios indiquent que la modernisation du système énergétique entraînera des niveaux élevés d'**investissement dans l'économie européenne**. Troisièmement, la décarbonisation peut être un atout pour l'Europe qui deviendrait ainsi un précurseur sur le marché mondial des biens et services liés à l'énergie, un marché en pleine croissance. Quatrièmement, elle contribuera à réduire la dépendance à l'égard des importations et l'exposition à la volatilité des prix des combustibles fossiles. Cinquièmement, elle entraînera d'importants avantages associés en termes de pollution atmosphérique et de santé.

Cependant, dans la mise en œuvre de la feuille de route, l'UE devra tenir compte des progrès et des actions concrètes dans les autres pays. Sa politique ne devrait pas être élaborée dans l'isolement, mais devrait au contraire prendre en compte les développements internationaux, par exemple en ce qui concerne les «fuites de carbone» et les effets néfastes sur la compétitivité. Un arbitrage éventuel entre les politiques de changement climatique et la compétitivité reste une menace pour certains secteurs, en particulier dans la perspective d'une décarbonisation totale si l'Europe agit seule. L'Europe ne peut pas parvenir seule à une décarbonisation mondiale. Le coût d'investissement total dépend étroitement du cadre politique, réglementaire et socioéconomique et de la situation économique internationale. Comme l'Europe dispose d'une base industrielle solide, qu'elle doit d'ailleurs renforcer, la transition du système énergétique devrait s'efforcer d'éviter les pertes et les distorsions industrielles, d'autant que l'énergie demeure un facteur de coût important pour l'industrie¹⁴. Les mesures destinées à parer les fuites de carbone devront rester soumises à un contrôle étroit, en corrélation avec les efforts déployés par les pays tiers. À mesure que l'Europe progressera sur la voie d'une plus grande décarbonisation, une intégration plus étroite avec les pays voisins et les autres blocs régionaux deviendra de plus en plus nécessaire, de même que la construction d'interconnexions et la création de complémentarités énergétiques. Les opportunités d'échanges et de coopération nécessiteront des conditions équitables au-delà des frontières européennes.

3. PASSER DE 2020 A 2050 – DEFIS ET OPPORTUNITES

3.1. Transformer le système énergétique

(a) Économies d'énergie et gestion de la demande: la responsabilité de tous

L'**efficacité énergétique** doit rester la préoccupation majeure. L'amélioration de l'efficacité énergétique est une priorité dans tous les scénarios de décarbonisation. Les initiatives actuelles doivent être mises en œuvre rapidement afin de réaliser des changements. Et l'obtention de résultats économiquement rationnels sera d'autant plus rapide si cette mise en œuvre s'effectue dans le cadre plus général de l'efficacité globale des ressources.

Une meilleure efficacité énergétique dans les bâtiments neufs et existants est essentielle. Les *bâtiments à consommation d'énergie quasi-nulle* devraient devenir la norme. Les bâtiments –

¹⁴ Par exemple, selon les estimations, les prix de l'électricité en Europe sont supérieurs de 21 % à ceux des États-Unis ou de 197 % à ceux de la Chine.

y compris les maisons – pourraient produire plus d'énergie qu'ils n'en utilisent. Les produits et les appareils devront se conformer aux normes d'efficacité énergétique les plus élevées. Le secteur des transports requiert des véhicules économes en énergie et des incitations à changer de comportement. La facture énergétique du consommateur s'en trouvera plus prévisible et contrôlable. Les compteurs intelligents et les technologies intelligentes telles que la domotique permettront aux consommateurs d'avoir une plus grande influence sur leurs propres modes de consommation. D'importants gains d'efficacité peuvent être réalisés en agissant sur les ressources corrélées à la consommation d'énergie, comme le recyclage, la production au plus juste et la prolongation de la durée de vie des produits¹⁵.

Les investissements réalisés par les ménages et les entreprises devront jouer un rôle majeur dans la transformation du système énergétique. **Un accès accru aux capitaux pour les consommateurs et les modèles économiques innovants est essentiel.** Sur ce point également, des incitations à changer de comportement sont nécessaires, sous la forme de taxes, de subventions ou de conseils d'experts sur le terrain, par exemple, ainsi que des incitations financières par des prix de l'énergie intégrant les coûts externes. En règle générale, l'efficacité énergétique doit être incluse dans un large éventail d'activités économiques allant, par exemple, du développement de systèmes informatiques aux normes applicables aux appareils électroménagers. Le rôle **des organisations locales et des villes** sera beaucoup plus important dans les systèmes énergétiques du futur.

Il faut analyser des **mesures d'efficacité énergétique** plus ambitieuses et des stratégies optimales en termes de coûts. L'efficacité énergétique doit suivre son potentiel économique. Cela suppose des questions telles que: dans quelle mesure l'urbanisme et l'aménagement du territoire peuvent-ils contribuer à économiser l'énergie à moyen et long terme? quel est le choix stratégique optimal en termes de coûts entre isoler les bâtiments pour utiliser moins de chauffage et de refroidissement et utiliser systématiquement la chaleur dégagée lors de la production d'électricité dans des centrales de cogénération? Un **cadre stable** est susceptible de nécessiter des actions supplémentaires pour économiser l'énergie, en particulier par rapport aux objectifs de 2030.

(b) Basculement vers des sources d'énergie renouvelables

L'analyse de tous les scénarios montre que la majeure partie des technologies d'approvisionnement énergétique en 2050 proviendra de sources d'énergie renouvelables. Par conséquent, la **deuxième condition préalable essentielle** pour un système énergétique plus sûr et plus durable est une **part plus élevée de sources d'énergie renouvelables** au-delà de 2020. En 2030, tous les scénarios de décarbonisation prévoient une part croissante de sources d'énergie renouvelables, atteignant environ 30 % de la consommation brute d'énergie finale. Le défi pour l'Europe est de permettre aux acteurs des marchés de faire baisser les coûts de la technologie des énergies renouvelables à travers un renforcement de la recherche, l'industrialisation de la chaîne d'approvisionnement et des régimes d'aide et des politiques plus efficaces. Cela pourrait nécessiter davantage de convergence en matière de régimes d'aide et des responsabilités plus grandes à l'égard des coûts du système entre les producteurs, en plus des gestionnaires de réseau de transport (GRT).

¹⁵ Par exemple, une économie de plus de 5 000 pétajoules d'énergie pourrait être réalisée dans l'UE [plus de trois fois la consommation annuelle d'énergie de la Finlande (SEC (2011) 1067)].

Les sources d'énergie renouvelables vont devenir une composante majeure du bouquet énergétique en Europe, que ce soit dans le secteur du développement technologique ou dans la production de masse et le déploiement, à petite comme à grande échelle, et intégreront les sources tant locales qu'éloignées, qu'elles soient subventionnées ou ouvertes à la concurrence. La mutation que vont connaître les sources d'énergie renouvelables requiert des changements de politique pour accompagner leur évolution.

Les incitations, compte tenu de la part grandissante des sources d'énergie renouvelables, devront désormais devenir plus efficaces, générer des économies d'échelle et **entraîner une plus grande intégration des marchés et, de ce fait, une approche plus européenne**. Cette évolution devra s'appuyer sur l'utilisation de tout le potentiel de la législation existante¹⁶, sur les principes communs de coopération entre les États membres et avec les pays voisins, ainsi que sur d'autres mesures éventuelles.

De nombreuses technologies d'exploitation des sources d'énergie renouvelables doivent faire l'objet de développements ultérieurs afin de faire baisser les coûts. Il est nécessaire d'investir dans de nouvelles technologies d'exploitation des sources d'énergie renouvelables, telles que l'énergie océanique, l'énergie solaire concentrée et les biocarburants de 2^e et 3^e génération. Il est également nécessaire d'améliorer les technologies existantes, par exemple en augmentant la taille des turbines et des pales des éoliennes en mer pour utiliser davantage de vent et en améliorant les panneaux photovoltaïques afin d'utiliser davantage d'énergie solaire. **Les technologies de stockage demeurent un enjeu capital**. À l'heure actuelle, le stockage est souvent plus cher que la création de capacités de transport supplémentaires et de capacité de production de secours au gaz, tandis que le stockage traditionnel d'énergie sous forme hydraulique est limité. Une meilleure efficacité dans leur utilisation et la compétitivité des coûts nécessitent des infrastructures améliorées pour permettre une intégration à travers toute l'Europe. Avec des capacités d'interconnexion suffisantes et un réseau plus intelligent, il sera aussi possible de gérer les variations dans la production d'énergie éolienne et solaire dans certaines zones locales à partir de sources d'énergie renouvelables situées ailleurs en Europe. Cela pourrait diminuer les besoins en matière de stockage, de redondances et de fourniture de base.

Dans un futur proche, l'énergie éolienne en provenance des mers septentrionales et du bassin atlantique pourra représenter une part importante de l'approvisionnement en électricité, avec des coûts en baisse. Dans le scénario «part élevée de SER», l'énergie éolienne fournira d'ici 2050 davantage d'électricité que toute autre technologie. À moyen terme, l'énergie océanique pourra apporter une contribution importante à l'approvisionnement en électricité. De même, l'éolien et le solaire en provenance des pays de la Méditerranée pourraient fournir des quantités considérables d'électricité. La possibilité d'importer de l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables en provenance des régions voisines est déjà complétée par des stratégies visant à utiliser l'avantage comparatif des États membres, comme en Grèce où des projets solaires à grande échelle sont en voie de développement. L'UE continuera à encourager et à faciliter le développement des sources d'énergie renouvelables et à faible taux d'émissions dans la Méditerranée du Sud ainsi que les interconnexions avec les réseaux de distribution européens. Le renforcement de l'interconnexion avec la Norvège et la Suisse restera également primordial. Dans le même ordre d'idées, l'UE étudiera le potentiel

¹⁶ Directive 2009/28/CE relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables.

offert par des pays comme la Russie et l'Ukraine en matière de sources d'énergie renouvelables (notamment la biomasse).

Les moyens **de chauffage et de refroidissement basés sur des sources d'énergie renouvelables** sont essentiels pour la décarbonisation. Une orientation de la consommation d'énergie vers les sources d'énergie à faible intensité de carbone et produites localement (notamment les pompes à chaleur et les appareils de chauffage à accumulation) et vers les énergies renouvelables (par exemple, le chauffage solaire, l'énergie géothermique, les biogaz, la biomasse), y compris au niveau des réseaux de chauffage urbain, est requise.

La décarbonisation nécessitera une grande quantité de **biomasse** pour la chaleur, l'électricité et le transport. Dans ce dernier secteur, il faudra une combinaison de plusieurs carburants de substitution pour remplacer le pétrole, en tenant compte des spécificités de chaque mode de transport. Les biocarburants seront probablement le premier choix dans l'aviation, le transport routier de longue distance et les chemins de fer, s'il n'est pas possible de procéder à leur électrification. Des travaux visant à garantir la durabilité (par exemple, en matière de changement indirect d'affectation des sols) sont en cours. Il faut continuer à promouvoir l'adoption par les marchés de nouvelles bioénergies préservant les terrains nécessaires aux cultures alimentaires et augmentant les réductions nettes de gaz à effet de serre (par exemple, biocarburants basés sur les déchets, les algues ou les résidus forestiers).

À mesure que les technologies arriveront à maturité, les coûts baisseront et il sera possible de diminuer le soutien financier. Les échanges entre les États membres et les importations en provenance de pays situés en dehors de l'UE pourraient diminuer les coûts à moyen ou long terme. Les objectifs actuels en matière d'énergie renouvelable semblent être utiles pour offrir une prévisibilité aux investisseurs tout en encourageant une approche et une intégration des marchés des énergies renouvelables à l'échelle européenne.

(c) Le gaz joue un rôle essentiel dans la transition

Le gaz sera essentiel dans la transformation du système énergétique. Le remplacement du charbon (et du pétrole) par le gaz à court ou moyen terme pourrait contribuer à réduire les émissions avec les technologies existantes au moins jusqu'à 2030 ou 2035. Bien que la demande de gaz du secteur résidentiel, par exemple, soit susceptible de chuter d'un quart d'ici 2030 compte tenu des différentes mesures d'efficacité énergétique relatives au secteur de la construction¹⁷, elle restera élevée pendant une période plus longue dans d'autres secteurs, tels que le secteur de l'électricité. Dans le scénario «technologies d'approvisionnement diversifiées», par exemple, la production d'électricité dans des centrales à gaz représente environ 800 TWh en 2050, soit légèrement plus que les niveaux actuels. Avec l'évolution des technologies, le gaz pourrait jouer un rôle croissant dans le futur.

Le marché du gaz nécessite davantage d'intégration, de liquidité, de diversité des sources d'approvisionnement et de capacité de stockage si l'on veut que le gaz conserve ses avantages concurrentiels en tant que combustible pour la production d'électricité. Des contrats de fourniture de gaz de longue durée pourraient continuer à être requis pour garantir les investissements dans les infrastructures de production et de transport de gaz. Une plus grande flexibilité dans la détermination des prix, qui s'éloignerait d'une indexation basée uniquement

¹⁷ Cela étant, le chauffage au gaz pourrait avoir une meilleure efficacité énergétique que le chauffage électrique ou d'autres formes de chauffage utilisant des combustibles fossiles. Le gaz pourrait donc avoir un potentiel de croissance dans le secteur du chauffage dans certains États membres.

sur le pétrole, sera nécessaire si l'on veut que le gaz reste un combustible compétitif pour la production d'électricité.

Les marchés mondiaux du gaz changent, notamment avec l'essor du gaz de schiste en Amérique du Nord. Avec le gaz naturel liquéfié (GNL), le transport est devenu moins dépendant des gazoducs et les marchés sont donc devenus de plus en plus internationaux. Le gaz de schiste et d'autres **sources gazières moins classiques** constituent désormais de nouvelles sources d'approvisionnement potentiellement importantes en Europe ou dans les pays voisins. En combinaison avec l'intégration du marché intérieur, ces développements pourraient atténuer les inquiétudes quant à la dépendance à l'égard des importations de gaz. Cependant, compte tenu du stade précoce de l'exploration, on ne sait pas encore quand les ressources moins classiques pourraient devenir significatives. À mesure que la production de gaz classique diminuera, l'Europe devra compter sur d'importantes importations gazières pour compléter la production intérieure de gaz naturel et l'éventuelle exploitation du gaz de schiste intérieur.

Les scénarios sont plutôt prudents concernant le rôle du gaz. Les avantages économiques du gaz offrent aujourd'hui aux investisseurs un degré de certitude raisonnable quant aux rendements et des risques limités, ce qui pourrait les **inciter à investir dans des centrales électriques à gaz**. Ces dernières ont des coûts d'investissement initiaux inférieurs, sont plutôt rapides à construire et relativement flexibles à utiliser. Les investisseurs peuvent également se couvrir contre les risques d'évolution des prix, car les centrales à gaz définissent souvent le prix du marché de gros de l'électricité. Cependant, les coûts d'exploitation dans le futur pourraient être plus élevés que pour les options sans émission de carbone, et les centrales électriques à gaz pourraient fonctionner pendant un nombre d'heures moins élevé.

Si le captage et le stockage du carbone (CSC) étaient disponibles et pratiqués à grande échelle, le gaz pourrait devenir une technologie à faible intensité de carbone, mais sans CSC, le rôle joué par le gaz à long terme pourrait se limiter à une capacité de secours et d'équilibrage flexible dans la mesure où les sources d'énergie renouvelables sont variables. Pour tous les combustibles fossiles, **le captage et le stockage du carbone devra être appliqué à partir d'environ 2030** dans le secteur de l'électricité si l'on veut atteindre les objectifs en matière de décarbonisation. Le CSC est également une option importante pour la décarbonisation de plusieurs industries lourdes; de plus, en combinaison avec la biomasse, il pourrait donner des valeurs «à bilan carbone négatif». L'avenir du CSC dépend étroitement de l'adhésion du public et d'une tarification appropriée du carbone; cette technologie doit être suffisamment démontrée à grande échelle, et les investissements réalisés pendant la présente décennie devraient être mis en œuvre à compter de 2020 afin de pouvoir l'exploiter de manière généralisée dès 2030.

(d) Transformation des autres combustibles fossiles

Le **charbon** dans l'UE s'intègre dans un portefeuille énergétique diversifié et contribue à la sécurité de l'approvisionnement. Avec le développement du CSC et d'autres nouvelles technologies «propres», le charbon pourrait continuer à jouer un rôle important pour garantir un approvisionnement durable et sûr dans le futur.

Le **pétrole** est susceptible d'être encore présent dans le bouquet énergétique même en 2050 et sera principalement utilisé en tant que carburant pour une partie du transport de passagers et de marchandises de longue distance. Le défi pour le secteur du pétrole est de s'adapter aux changements de la demande de pétrole induits par le basculement vers des combustibles

renouvelables et alternatifs et aux incertitudes concernant les prix et les approvisionnements futurs. Pour l'économie de l'UE, pour les secteurs qui dépendent des produits du raffinage pour s'approvisionner en matières premières, comme l'industrie pétrochimique, et pour la sécurité de l'approvisionnement, il est important de rester présent sur le marché pétrolier mondial et de **conserver une présence européenne dans le raffinage intérieur**, qui devra toutefois être capable d'adapter les niveaux de capacité aux réalités économiques d'un marché arrivé à maturité.

(e) L'énergie nucléaire apporte une contribution importante

L'énergie nucléaire est une option de décarbonisation qui fournit aujourd'hui la majeure partie de l'électricité à faible intensité de carbone consommée dans l'UE. Certains États membres jugent inacceptables les risques liés à l'énergie nucléaire. Depuis l'accident de Fukushima, la politique dans le domaine de l'énergie nucléaire a changé dans certains États membres, mais d'autres continuent à considérer l'énergie nucléaire comme une source sûre, fiable et d'un prix abordable pour la production d'électricité à faible intensité de carbone.

Les coûts liés à la sûreté¹⁸ et les montants liés au démantèlement des centrales existantes et à l'élimination des déchets risquent d'augmenter. Les nouvelles technologies nucléaires pourraient contribuer à répondre aux inquiétudes relatives aux déchets et à la sûreté.

L'analyse des scénarios montre que **l'énergie nucléaire contribue à abaisser les coûts de système et les prix de l'électricité**. En tant qu'option de grande échelle à faible intensité de carbone, l'énergie nucléaire continuera à faire partie du bouquet de production d'électricité de l'UE. La Commission continuera à faire progresser le cadre régissant la sûreté et la sécurité nucléaires, dans la perspective de conditions de concurrence homogènes pour les investissements dans les États membres qui souhaitent conserver le nucléaire dans leur bouquet énergétique. Il faut continuer à garantir les normes de sûreté et de sécurité les plus strictes dans l'UE et à travers le monde, ce qui ne sera possible qu'en conservant au sein de l'UE son rôle moteur sur le plan des compétences et des technologies. En outre, dans la perspective de 2050, le rôle que la production d'énergie par fusion pourra être amenée à jouer deviendra plus clair.

(f) Technologies intelligentes, stockage et combustibles de substitution

Quelle que soit la trajectoire envisagée, les scénarios montrent que les proportions des différents combustibles utilisés peuvent varier considérablement dans le temps, largement en fonction de l'accélération du développement technologique. Il est difficile de prédire quelles seront les solutions technologiques susceptibles de connaître un essor, à quel rythme, avec quelles conséquences et moyennant quels compromis. Mais les nouvelles technologies créent de nouvelles options pour l'avenir. La technologie est un élément essentiel de la solution au défi de la décarbonisation. Le progrès technologique peut donner lieu à d'importantes réductions de coûts et à des retombées économiques considérables. Pour créer des marchés de l'énergie adaptés aux besoins, il faudra de nouvelles technologies de réseau. Il importe de soutenir les activités de recherche et de démonstration à l'échelle industrielle.

Au niveau européen, l'UE devrait contribuer directement aux projets scientifiques et aux programmes de recherche et de démonstration, en s'appuyant sur le plan stratégique européen

¹⁸ Y compris ceux qui résultent de la nécessité de renforcer la résilience en cas de catastrophe naturelle et de catastrophe d'origine humaine.

pour les technologies énergétiques (plan SET) et le prochain cadre financier pluriannuel, et notamment Horizon 2020, pour investir dans des partenariats avec l'industrie et les États membres visant à la démonstration et au déploiement à grande échelle de nouvelles technologies énergétiques à haute efficacité. Un plan SET renforcé pourrait entraîner la création de pôles européens de recherche à moindre coût à une époque où les budgets dans les États membres sont serrés. Les avantages d'une coopération sont considérables, vont au-delà du soutien financier et exploitent les avantages d'une meilleure coordination en Europe.

Un aspect de plus en plus important dans les mutations technologiques nécessaires réside dans l'utilisation des technologies de l'information et des communications (TIC) dans les secteurs de l'énergie et des transports et pour les applications urbaines intelligentes. Il s'ensuit une convergence des chaînes de valeur industrielles pour les infrastructures et les applications urbaines intelligentes qu'il convient d'encourager pour préserver l'avance acquise en matière d'innovation industrielle. L'infrastructure numérique qui doit rendre le réseau intelligent aura également besoin d'un soutien à l'échelon de l'UE sous la forme d'activités de normalisation et de recherche et de développement dans les TIC.

Un autre enjeu qui revêt une importance particulière est le **basculement vers les carburants de substitution**, y compris les véhicules électriques. Un soutien s'impose au niveau européen sous la forme de réglementations, d'activités de normalisation, de mesures d'infrastructure et de nouveaux efforts de recherche et de démonstration, notamment sur les batteries, les piles à combustible et l'hydrogène, qui, en combinaison avec les réseaux intelligents, peuvent multiplier les retombées positives de l'électro-mobilité, tant pour la décarbonisation des transports que pour le développement des sources d'énergie renouvelables. Les autres grandes options en matière de carburants de substitution sont les biocarburants, les carburants de synthèse, le méthane et le GPL (gaz de pétrole liquéfié).

3.2. Repenser les marchés de l'énergie

(a) Des nouvelles manières de gérer l'électricité

Le choix du bouquet énergétique national est tributaire de contraintes nationales. Nous avons la responsabilité collective de veiller à ce que les décisions nationales soient solidaires et exemptes de retombées négatives. L'impact transfrontière du marché intérieur mérite qu'on lui porte une attention nouvelle. Il en résulte que les marchés de l'électricité sont confrontés à de **nouveaux défis** dans la transition vers un système à faible intensité de carbone offrant un niveau de sécurité énergétique élevé et des approvisionnements en électricité à un prix abordable. Plus que jamais, il faut exploiter toutes les potentialités du marché intérieur. C'est la meilleure réponse à apporter au défi de la décarbonisation.

L'un de ces défis réside dans la **nécessité de disposer de ressources souples** au sein du système énergétique (par exemple, flexibilité de la production, du stockage, de la gestion de la demande) à mesure que la contribution de la production intermittente d'énergie à partir de sources renouvelables augmentera. Le deuxième est l'impact sur les prix du marché de gros de cette production. L'électricité d'origine éolienne et solaire a des coûts marginaux faibles ou nuls, et à mesure que sa pénétration dans le système augmentera, **les prix au comptant** sur le marché de gros **pourraient diminuer** et rester faibles pendant des périodes plus longues¹⁹.

¹⁹ Cette situation n'est pas traitée dans les scénarios: dans la modélisation, le mécanisme de tarification est conçu de telle sorte que les investisseurs soient entièrement rémunérés (recouvrement intégral des coûts grâce aux prix de l'électricité), ce qui entraîne une augmentation à long terme des prix de l'électricité.

Cela réduira les recettes de tous les producteurs, y compris ceux qui sont nécessaires pour garantir une capacité suffisante afin de répondre à la demande lorsque l'éolien ou le solaire ne sont pas disponibles. Si les prix ne sont pas relativement élevés dans ces circonstances, ces centrales pourraient ne pas être économiquement viables. Cette situation entraîne des inquiétudes concernant la volatilité des prix et, pour les investisseurs, concernant leur **capacité à recouvrer les dépenses d'investissement et les coûts opérationnels fixes**.

Il deviendra de plus en plus important de s'assurer que les modalités d'organisation du marché répondent à ces défis par des solutions offrant un bon rapport coût-efficacité. L'**accès aux marchés** doit être garanti pour des approvisionnements flexibles de tous les types, pour la gestion de la demande et le stockage et pour la production, et une telle flexibilité doit être récompensée sur le marché. Tous les types de capacité (variable, de base, flexible) doivent pouvoir s'attendre à un retour sur investissement raisonnable. Il est toutefois important de faire en sorte que les **développements politiques dans les États membres** ne créent pas de nouveaux obstacles à **l'intégration des marchés de l'électricité - ou du gaz**²⁰. Il convient de prendre en compte les impacts sur le marché intérieur, duquel tous dépendent de plus en plus, que ce soit concernant le bouquet énergétique, les modalités d'organisation du marché, les contrats de longue durée, le soutien à la production à faible intensité de carbone, les seuils de prix du carbone, etc. Aujourd'hui plus que jamais, une coordination s'impose. L'évolution de la politique énergétique doit pleinement tenir compte de la manière dont chaque système d'électricité national subit les conséquences des décisions prises dans les pays voisins. Travailler ensemble permettra de comprimer les coûts et d'assurer la sécurité de l'approvisionnement.

En s'appuyant sur le 3^e paquet relatif au marché intérieur de l'énergie, la Commission, assistée par l'Agence de coopération des régulateurs de l'énergie (ACRE), continuera à faire en sorte que le cadre réglementaire stimule l'intégration des marchés, qu'il incite suffisamment à renforcer les **capacités** et la **flexibilité**, et que les **modalités d'organisation du marché** soient aptes à relever les défis posés par la décarbonisation. La Commission examine l'efficacité de différents modèles de marchés pour la rémunération des capacités et de la flexibilité et étudie leur interaction avec des marchés de gros et d'équilibrage de plus en plus intégrés.

(b) Intégration des ressources locales et des systèmes centralisés

Le développement d'infrastructures nouvelles et flexibles est une option «sans regret» susceptible d'accompagner plusieurs trajectoires.

Avec la pénétration progressive des énergies renouvelables et du commerce de l'électricité d'ici à 2050 dans pratiquement tous les scénarios, et en particulier dans le scénario «part élevée de SER», il devient urgent de disposer d'infrastructures adéquates pour la distribution, l'interconnexion et le transport de longue distance. D'ici à 2020, la capacité d'interconnexion doit être étendue au moins au rythme des plans de développement actuels. Une augmentation générale de 40 % de la capacité d'interconnexion d'ici à 2020 sera requise, avec une poursuite de l'intégration par la suite. Pour que l'intégration puisse progresser utilement après 2020, l'UE doit éliminer totalement ses îlots énergétiques d'ici à 2015; de plus, il faudra étendre les

²⁰ Intégration totale des marchés d'ici à 2014, conformément à la décision du Conseil européen du 4 février 2011, soutenue par les développements des infrastructures et les travaux techniques relatifs aux orientations-cadres et aux codes de réseau.

réseaux et établir, à terme, des liens synchronisés entre l'Europe continentale et la région de la Baltique.

La mise en œuvre des politiques existantes dans le marché intérieur de l'énergie et de nouvelles politiques, telles que le règlement sur les infrastructures énergétiques²¹, peut aider l'UE à relever ce défi. La **planification des besoins en infrastructures** à 10 ans en Europe par le REGRT²² et l'ACRE donne déjà aux investisseurs une vision à plus long terme et entraîne une coopération régionale plus forte. Il sera nécessaire d'élargir les méthodes de planification actuelles à une planification de réseau totalement intégrée pour le transport (sur terre et en mer), la distribution, le stockage et les autoroutes de l'électricité sur une période potentiellement plus longue. Des infrastructures CO₂, aujourd'hui inexistantes, seront requises, et leur planification devrait commencer rapidement.

Pour utiliser localement la production issue des sources d'énergie renouvelables, le **réseau de distribution** doit devenir plus intelligent afin de pouvoir gérer la production variable provenant de nombreuses sources réparties, notamment les panneaux solaires photovoltaïques, mais aussi d'offrir une meilleure réponse à la demande. Avec une production plus décentralisée, des réseaux intelligents, des nouveaux utilisateurs du réseau (par exemple, les véhicules électriques) et une réactivité à la demande, il est plus nécessaire que jamais d'avoir une **vision plus intégrée du transport, de la distribution et du stockage**. Pour exploiter l'électricité issue des sources d'énergie renouvelables de la mer du Nord et de la Méditerranée, des infrastructures supplémentaires considérables, en particulier sous-marines, seront nécessaires. Dans le cadre de l'initiative du réseau en mer dans les mers septentrionales, le REGRT-E effectue déjà des études de réseau pour le nord-ouest de l'Europe à l'horizon 2030. Cela devrait alimenter les travaux du REGRT-E en vue de l'élaboration d'un plan de développement modulaire pour un système paneuropéen d'autoroutes de l'électricité d'ici 2050.

Pour soutenir la décarbonisation dans la production d'électricité et intégrer les énergies renouvelables, des capacités gazières flexibles et à des prix compétitifs sont requises. De nouvelles infrastructures gazières permettant d'interconnecter le marché intérieur selon l'axe nord-sud et de relier l'Europe à de nouvelles sources d'approvisionnement diversifiées via le corridor sud seront essentielles pour encourager la création, à travers toute l'UE, de marchés de gros du gaz qui fonctionnent bien.

3.3. Mobilisation des investisseurs – une approche unifiée et efficace en matière d'incitations pour le secteur de l'énergie

Entre maintenant et 2050, il faudra effectuer un remplacement à grande échelle d'infrastructures et de biens d'investissement à travers toute l'économie, y compris les biens de consommation à domicile. Il s'agit ici d'investissements initiaux très importants, avec des retours qui s'étalent souvent sur une longue durée. Des efforts de recherche et d'innovation très en amont s'imposent. Un cadre d'action unifié qui synchroniserait tous les instruments, depuis les politiques de recherche et d'innovation jusqu'aux politiques de déploiement, soutiendrait ces efforts.

²¹ Proposition de règlement concernant des orientations pour les infrastructures énergétiques transeuropéennes (COM(2011) 658) et proposition de règlement établissant le mécanisme pour l'interconnexion en Europe (COM(2011) 665).

²² Réseau européen des gestionnaires de réseau de transport.

Il importe d'investir massivement dans les infrastructures. Il convient de souligner les coûts supplémentaires en cas de retard, particulièrement dans les années ultérieures, en reconnaissant que les décisions d'investissement finales seront influencées par le climat économique et financier global²³. Le secteur public pourrait jouer un rôle de facilitation des investissements dans la révolution énergétique. Les incertitudes actuelles pesant sur le marché augmentent le **coût du capital pour les investissements à faible intensité de carbone**. L'UE doit commencer dès aujourd'hui à améliorer les conditions des financements dans le secteur de l'énergie.

La **tarification du carbone** peut inciter à la mise en œuvre de technologies efficaces à faible intensité de carbone. Le SEQE est le pilier central de la politique climatique européenne. Il se veut neutre sur le plan technologique, d'un bon rapport coût-efficacité et entièrement compatible avec le marché intérieur de l'énergie. Son rôle est appelé à grandir. Les scénarios montrent que la tarification du carbone peut coexister avec des instruments conçus pour atteindre des objectifs spécifiques en matière de politique énergétique, en particulier la recherche et l'innovation, la promotion de l'efficacité énergétique et le développement des énergies renouvelables²⁴. Une cohérence et une stabilité accrue restent cependant nécessaires entre les politiques de l'UE et celles des États pour que le signal de prix fonctionne correctement.

Un prix du carbone plus élevé crée des incitations plus fortes à investir dans les technologies à faible intensité de carbone, mais peut augmenter le risque de fuites de carbone. Ces dernières sont particulièrement préoccupantes pour les secteurs industriels soumis à une concurrence internationale et à des structures de prix mondiales. En tenant compte des efforts déployés par les pays tiers, un système opérant de tarification du carbone devrait conserver des mécanismes tels que les incitations aux réductions rentables des émissions en dehors de l'Europe et des quotas gratuits basés sur des critères de référence afin de prévenir les risques importants de fuites de carbone.

Les risques d'investissement doivent être supportés par les investisseurs privés, sauf si des raisons claires justifient le contraire. Certains investissements dans le système énergétique ont une nature de **bien public**. Par conséquent, il serait possible d'accorder un certain soutien pour les initiatives novatrices (par exemple, voitures électriques, technologies propres). Une évolution vers un financement plus important et adapté, à travers des **institutions financières publiques**, telles que la **Banque européenne d'investissement** (BEI) ou la **Banque européenne pour la reconstruction et le développement** (BERD), et la mobilisation du secteur bancaire commercial dans les États membres pourraient également faciliter la transition.

Les investisseurs privés continueront à occuper une place prépondérante dans une approche de la politique énergétique axée sur le marché. Le rôle des compagnies publiques pourrait évoluer considérablement, particulièrement en ce qui concerne les investissements. Alors que, par le passé, de nombreux investissements dans la production d'électricité pouvaient être

²³ Les scénarios pour la feuille de route vers une économie à faible intensité de carbone de mars 2011 montrent les coûts supplémentaires liés aux retards dans l'action. En outre, le rapport World Energy Outlook 2011 (Perspectives énergétiques mondiales 2011) de l'AIE affirme qu'au niveau mondial, pour chaque dollar d'investissement évité avant 2020 dans le secteur de l'électricité, il faudrait dépenser 4,3 \$ après 2020 pour compenser les émissions supplémentaires.

²⁴ Le scénario CPI entraîne une valeur carbone d'environ 50 € en 2050; les scénarios de décarbonisation, beaucoup plus.

réalisés par les seules compagnies publiques, d'aucuns avancent que cette probabilité se réduira à l'avenir, compte tenu de l'échelle des investissements et des besoins en innovation. De nouveaux **investisseurs à long terme doivent entrer en jeu**. Les investisseurs institutionnels pourraient devenir des acteurs plus importants dans le financement des investissements liés à l'énergie. Les consommateurs joueront également un rôle plus important, moyennant un accès aux capitaux pour un coût raisonnable.

Des **mesures de soutien** (par exemple, subventions à l'énergie) pourraient rester nécessaires après 2020 pour que le marché encourage le développement et la mise en œuvre de technologies nouvelles, et elles devront ensuite être progressivement supprimées à mesure que les technologies et les chaînes d'approvisionnement arriveront à maturité et que les défaillances du marché seront résolues. Les **régimes d'aide** publics dans les États membres devraient être bien ciblés, prévisibles, avoir une portée limitée, être proportionnés et inclure des dispositions de suppression progressive. Toute mesure de soutien doit être mise en œuvre dans le respect du marché intérieur et des règles applicables de l'UE en matière d'aides d'État. Le processus de réforme doit se poursuivre afin d'évoluer rapidement pour garantir des régimes d'aide plus efficaces. À plus long terme, les technologies à faible intensité carbonique et haute valeur ajoutée, un secteur dominé par l'Europe, auront des effets positifs sur la croissance et l'emploi.

3.4 Impliquer le public est essentiel

La **dimension sociale** de la feuille de route pour l'énergie est importante. La transition affectera l'emploi et les fonctions, et nécessitera des efforts d'enseignement et de formation et un dialogue social plus dynamique. Pour gérer efficacement le changement, la participation de l'ensemble des partenaires sociaux à tous les niveaux s'imposera, dans le souci d'une transition juste et le respect des principes d'un travail décent. Des mécanismes sont nécessaires pour aider les travailleurs en situation de transition professionnelle à développer leur employabilité.

De nouvelles centrales électriques et un nombre significatif d'installations supplémentaires utilisant des sources d'énergie renouvelables devront être construites. De nouvelles installations de stockage, y compris pour le CSC, et un nombre supplémentaire de pylônes et de lignes de transport sont requis. Des procédures d'autorisation performantes sont essentielles, en particulier pour les infrastructures, car il s'agit d'une condition préalable à la modification des systèmes d'approvisionnement et au passage progressif à la décarbonisation. La tendance actuelle, où chaque technologie énergétique est remise en cause et son utilisation ou sa mise en œuvre retardée, soulève des problèmes graves pour les investisseurs et induit des risques pour les modifications du système énergétique. L'énergie ne peut pas être fournie sans technologies ou sans infrastructures. De plus, une énergie plus propre a un coût. Si de nouveaux mécanismes de tarification et de nouvelles incitations peuvent s'avérer nécessaires, des mesures doivent être prises pour garantir que les régimes de tarification restent transparents et compréhensibles pour le consommateur final. Les citoyens doivent être informés et impliqués dans le processus décisionnel mais, dans le même temps, les choix technologiques doivent prendre en compte l'environnement local.

Les outils permettant de répondre aux augmentations de prix à travers une amélioration de l'efficacité énergétique et une réduction de la consommation devront être en place, en particulier à moyen terme, lorsque les prix risquent d'augmenter, indépendamment des politiques suivies. Bien qu'un meilleur contrôle et une réduction des factures énergétiques puissent être une incitation, l'accès aux capitaux et aux nouvelles formes de services énergétiques sera essentiel. Les **consommateurs vulnérables**, en particulier, pourront

nécessiter des aides spécifiques afin de leur permettre de financer les investissements nécessaires en vue de réduire leur consommation d'énergie. Cette tâche aura une importance croissante à mesure que la transformation du secteur de l'énergie deviendra réalité. Un marché intérieur qui fonctionne bien et des mesures favorisant l'efficacité énergétique sont des éléments particulièrement importants pour les consommateurs. Pour les consommateurs vulnérables, la meilleure protection contre la pauvreté énergétique réside dans la mise en œuvre intégrale par les États membres de la législation européenne en vigueur dans le domaine de l'énergie et dans le recours à des solutions d'efficacité énergétique innovantes. La pauvreté énergétique étant l'une des sources de la pauvreté en Europe, les aspects sociaux de la tarification de l'énergie devraient être pris en compte dans la politique énergétique des États membres.

3.5 Incitation au changement au niveau international

Dans la transition vers 2050, l'Europe doit garantir et diversifier ses approvisionnements en combustibles fossiles tout en développant la coopération pour construire des **partenariats internationaux sur une base plus large**. La demande de l'Europe tendant à s'éloigner des combustibles fossiles et les producteurs d'énergie développant des économies plus diversifiées, les stratégies intégrées avec les fournisseurs actuels doivent prendre en considération les bénéfices de la coopération dans d'autres domaines tels que les énergies renouvelables, l'efficacité énergétique et autres technologies à faible intensité de carbone. L'UE devrait saisir cette occasion pour renforcer sa coopération avec ses partenaires internationaux, conformément aux nouvelles priorités fixées en septembre 2011²⁵. Il sera important de gérer la transition en partenariat étroit avec les partenaires de l'UE en matière d'énergie, et notamment nos voisins, comme la Norvège, la Fédération de Russie, l'Ukraine, l'Azerbaïdjan et le Turkménistan, les pays du Maghreb et du Golfe, en établissant progressivement de nouveaux partenariats énergétiques et industriels. C'est par exemple l'objectif de la feuille de route UE-Russie en matière d'énergie à l'horizon 2050. L'énergie apporte également une contribution importante à la politique de développement compte tenu de son effet multiplicateur sur les économies des pays en développement. Les travaux doivent se poursuivre dans le monde entier pour assurer l'accès universel à l'énergie²⁶.

L'UE doit étendre et diversifier les liens entre le réseau européen et les pays voisins, en particulier l'Afrique du Nord (afin d'exploiter au mieux le potentiel du Sahara en matière d'énergie solaire).

L'UE doit également traiter la question de l'importation d'énergie à forte intensité de carbone, et notamment de l'électricité. Une coopération plus poussée s'impose pour mettre en place des conditions équitables en matière de réglementation du marché et du carbone, en particulier dans le secteur de l'électricité, tandis que les échanges augmenteront et que la question de fuites de carbone se fera plus pressante.

4. PERSPECTIVES

La feuille de route pour l'énergie à l'horizon 2050 montre que **la décarbonisation est faisable**. Quel que soit le scénario retenu, il se dégage un certain nombre d'options «sans

²⁵ Communication sur la sécurité de l'approvisionnement énergétique et la coopération internationale (COM(2011) 539).

²⁶ «Accroître l'impact de la politique de développement de l'UE: un programme pour le changement» (COM(2011) 637, 13 octobre).

regret» susceptibles de réduire efficacement les émissions d'une manière économiquement viable.

Il est impératif de transformer le système énergétique européen pour des raisons liées au climat, à la sécurité et à l'économie. Les décisions prises aujourd'hui façonnent d'ores et déjà le système énergétique de 2050. Pour assurer, à terme, la transformation nécessaire du système énergétique, il faut une volonté politique beaucoup plus ferme et un sens de l'urgence plus aigu. La Commission dialoguera avec les autres institutions de l'UE, les États membres et les parties prenantes sur la base de la présente feuille de route. Elle **l'actualisera régulièrement**, en reconsidérant au besoin certains points en fonction des progrès accomplis et de l'évolution observée, et envisage un processus itératif entre les États membres, dans le cadre de leurs politiques nationales, et l'UE afin de prendre en temps utile les mesures nécessaires pour réaliser une transformation du système énergétique qui permette d'atteindre les objectifs de la décarbonisation, d'une plus grande sécurité d'approvisionnement et d'une compétitivité accrue au profit de tous.

Les coûts de système globaux engendrés par la transformation du système énergétique s'équivalent dans tous les scénarios. Une approche commune au niveau de l'UE peut contribuer à comprimer les coûts.

Les prix de l'énergie sont en hausse partout dans le monde. La feuille de route démontre que, si la hausse des prix doit se poursuivre jusqu'aux alentours de 2030, de nouveaux systèmes énergétiques peuvent induire une baisse des prix par la suite. Il faut éviter les distorsions du marché intérieur de l'énergie, qui peuvent résulter notamment de prix réglementés à des niveaux artificiellement bas, car cela enverrait des signaux erronés au marché et supprimerait des incitations à économiser l'énergie et à investir dans les procédés à faible intensité de carbone, freinant ainsi les transformations qui doivent permettre d'infléchir les prix à long terme. Il faut que la société se prépare et s'adapte à des prix de l'énergie plus élevés dans les années à venir. Il est possible qu'une aide doive être apportée à titre transitoire aux clients vulnérables et aux industries à forte intensité d'énergie. Le message est clair: les **investissements seront rentables**, car ils favoriseront la croissance, l'emploi, la sécurité énergétique et la réduction des coûts de combustible. La transformation crée un nouveau paysage pour l'industrie européenne et peut accroître la compétitivité.

Dix **conditions** doivent être remplies pour réaliser ce nouveau système énergétique.

- (1) La priorité immédiate est de mettre en œuvre intégralement la **stratégie «Énergie 2020»** de l'UE. Toute la législation en vigueur doit être appliquée, et il y a lieu d'adopter rapidement les propositions actuellement débattues, notamment sur l'efficacité énergétique, les infrastructures, la sécurité et la coopération internationale. La trajectoire qui doit mener à un nouveau système énergétique possède également une **dimension sociale**; la Commission continuera à encourager le dialogue social et la participation des partenaires sociaux dans le souci d'une transition équitable et d'une gestion efficace du changement.
- (2) L'**efficacité énergétique** doit progresser considérablement au sein du système énergétique et dans la société en général. Dès lors qu'elle s'inscrit dans le cadre d'un programme plus général d'efficacité des ressources, les objectifs pourraient accessoirement être atteints d'une manière plus rapide et plus efficace au regard des coûts.

- (3) Le développement des **sources d'énergie renouvelables** continue de mériter une attention particulière. Compte tenu du rythme de leurs progrès, de leur impact sur le marché et de l'évolution rapide de la part qu'ils représentent dans la demande énergétique, une modernisation du cadre stratégique s'impose. L'objectif de 20 % d'énergie renouvelable que l'UE s'est fixé a fait la preuve de son efficacité pour favoriser le développement des sources d'énergie renouvelables dans l'UE, et il importe d'étudier en temps utile les options envisageables pour les grandes étapes menant à 2030.
- (4) Il est essentiel de renforcer les investissements publics et privés dans **la R&D et l'innovation technologique** pour accélérer la commercialisation de toutes les solutions à faible intensité carbonique.
- (5) L'UE a la volonté d'aboutir à un marché totalement intégré d'ici à 2014. En plus des mesures techniques déjà évoquées, il existe des **lacunes réglementaires et structurelles** auxquelles il faut remédier. Pour développer toutes les potentialités du marché intérieur de l'énergie, alors que le marché de l'énergie accueille de nouveaux investissements et que le bouquet énergétique est en train d'évoluer, il faut des instruments bien conçus agissant au niveau des structures du marché, ainsi que de nouveaux modes de coopération.
- (6) **Les prix de l'énergie devraient mieux intégrer les coûts**, notamment ceux des nouveaux investissements à réaliser dans l'ensemble du système énergétique. Moins on tardera à intégrer les coûts dans les prix, plus la transformation sera facile à long terme. **Une attention spéciale** devrait également être accordée aux groupes les plus vulnérables, qui éprouveront des difficultés à faire face à la transformation du système énergétique. Des mesures particulières devraient être définies aux niveaux national et local pour prévenir la pauvreté énergétique.
- (7) Un nouveau sens de l'urgence et de la responsabilité collective doit influencer sur le développement des **nouvelles infrastructures et capacités de stockage d'énergie** dans toute l'Europe et avec les pays voisins.
- (8) Aucun compromis ne sera permis en matière de sûreté et de sécurité, que ce soit pour les sources d'énergie nouvelles ou traditionnelles. L'UE doit continuer de renforcer **les conditions de sûreté et de sécurité** et jouer un rôle moteur dans ce domaine à l'échelon international.
- (9) En ce qui concerne les **relations internationales dans le domaine de l'énergie**, une approche plus large et plus coordonnée de l'UE doit devenir la norme. Elle devra notamment redoubler d'effort pour renforcer l'action internationale concernant le climat.
- (10) Les États membres et les investisseurs ont besoin de **repères concrets**. La feuille de route vers une économie compétitive à faible intensité de carbone à l'horizon 2050 a déjà établi des objectifs intermédiaires en matière d'émissions de gaz à effet de serre. La prochaine étape consiste à définir un **cadre d'action à l'horizon 2030**, une échéance raisonnablement prévisible et sur laquelle la plupart des investisseurs actuels braquent leur attention.

Sur cette base, la Commission continuera de présenter des initiatives, en commençant par des propositions d'une grande portée sur le marché intérieur, les sources d'énergie renouvelables et la sûreté nucléaire dès l'année prochaine.