

Chapitre 2

Vers une croissance verte : améliorer les politiques énergétiques et climatiques

La stratégie de croissance verte du Danemark vise pour l'essentiel à supprimer les combustibles fossiles du système énergétique et à investir dans les technologies vertes, tout en limitant les émissions de gaz à effet de serre. Dans l'ensemble, les mesures en cours devraient permettre au Danemark d'atteindre les objectifs d'atténuation du changement climatique à court terme mais peut-être pas de réaliser ses objectifs les plus ambitieux. Toute la difficulté sera de les atteindre de manière économiquement efficiente et de veiller à ce que ces ambitions contribuent au mieux à l'atténuation des émissions de GES dans le monde ainsi qu'à une croissance plus forte et plus verte au niveau national. Pour faire face à ce défi, le Danemark devra mieux exploiter les interactions avec les politiques mises en œuvre dans le cadre de l'UE et à l'échelle internationale, trouver le meilleur moyen de soutenir les technologies vertes et réduire les émissions de GES dans les secteurs qui ne relèvent pas du système communautaire d'échange de quotas d'émissions.

La croissance verte occupe un rang élevé parmi les priorités du Danemark. Le pays a pris des mesures et adopté des plans de réduction de l'utilisation des combustibles fossiles et de limitation des émissions de gaz à effet de serre (GES), ainsi que d'autres formes de pollution, tout en investissant dans les technologies vertes qui peuvent constituer de nouvelles sources de croissance. L'objectif d'élimination des combustibles fossiles sans recours à l'énergie nucléaire à l'horizon 2050 retient particulièrement l'attention. Il s'agit à bien des égards d'une stratégie visionnaire, mais qui témoigne aussi des difficultés rencontrées pour répondre à une variété d'objectifs de croissance verte, compte tenu de l'incertitude et des phénomènes d'irréversibilité associés aux choix technologiques à effectuer, même si les politiques et les mesures internationales évoluent.

Au Danemark comme dans bien d'autres pays, la politique énergétique a longtemps été dominée par des préoccupations de sécurité énergétique plutôt que de changement climatique. Après la première crise pétrolière, en 1973, elle visait à réduire la dépendance du système énergétique à l'égard du pétrole importé. Depuis le milieu des années 80, il s'agit plutôt d'atténuer la dépendance à l'égard des fournisseurs étrangers et d'améliorer la sécurité de l'approvisionnement par une plus grande efficacité énergétique. Les gouvernements ont aussi mis en place des mesures et des plans afin d'abandonner progressivement les sources d'énergie susceptibles de se raréfier, et de se tourner vers des énergies renouvelables.

Ces diverses politiques ont abouti à des gains considérables d'efficacité énergétique et à une diversification des sources d'énergie en direction du charbon, du gaz naturel et des énergies renouvelables, venus compléter le pétrole. Grâce à l'exploitation des ressources de pétrole et de gaz de la mer du Nord, et plus récemment, au développement de l'énergie éolienne, le pays est devenu exportateur net d'énergie. Ces politiques ont aussi permis d'abaisser les émissions de GES. Le Danemark a pris des mesures pour réduire les émissions de CO₂ dans les années 90, a ratifié le protocole de Kyoto et participe aux politiques climatiques de l'UE. Le gouvernement a annoncé dernièrement qu'il se fixait pour objectif de réduire les émissions de GES de 40 % à l'horizon 2020 par rapport à leur niveau de 1990 ; avec celle que prévoit la Norvège, c'est la plus forte baisse annoncée par un pays développé.

Le Danemark applique ainsi un ensemble de politiques énergétiques et climatiques et se distingue par l'ambition de ses objectifs. Toute la difficulté sera de les atteindre de manière économiquement efficiente, et de s'assurer que ces ambitions contribuent au mieux à l'atténuation des émissions de GES dans le monde, ainsi qu'à une croissance plus forte et plus verte au Danemark.

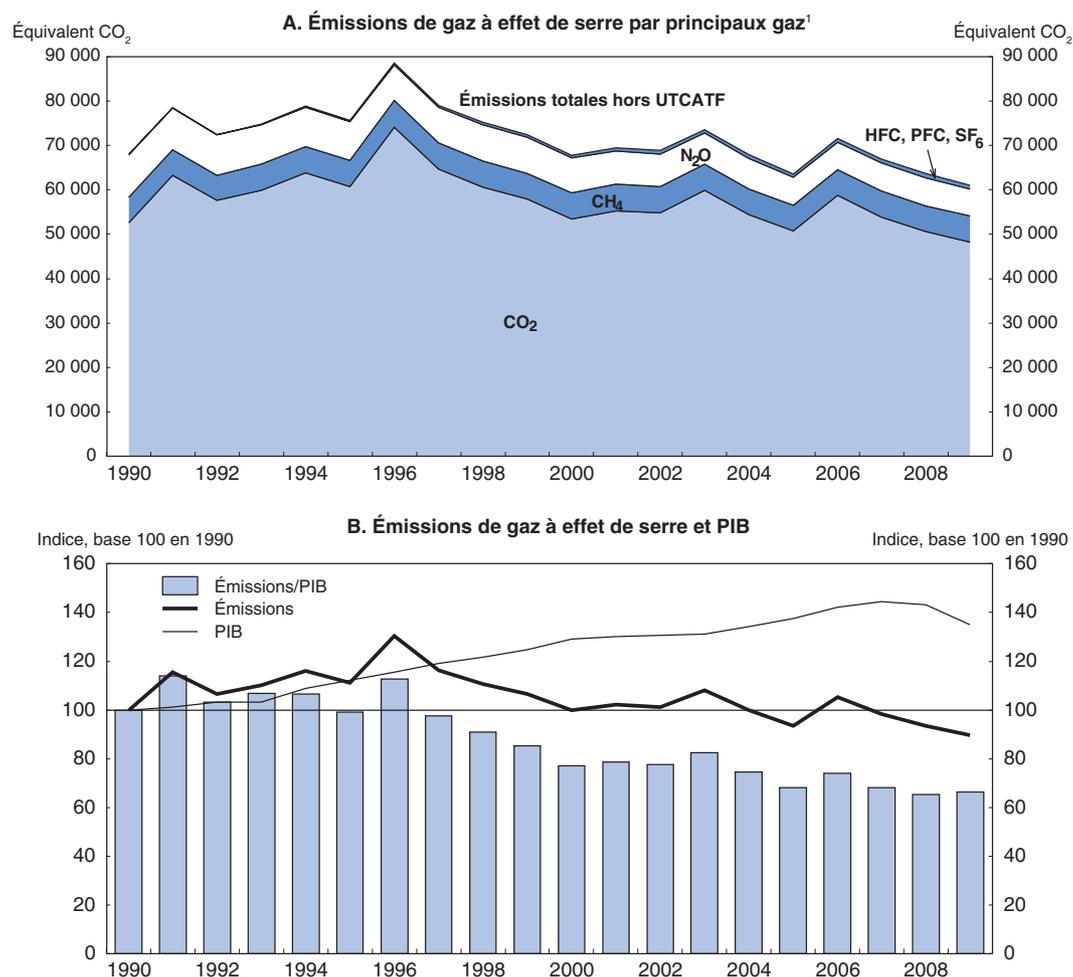
Dans ce chapitre, nous évaluons les politiques énergétiques et climatiques du Danemark en essayant de déterminer comment les améliorer pour que les objectifs soient atteints au moindre coût. Nous commençons par décrire l'évolution des émissions de GES et du mix énergétique depuis 1990, avant de mettre les politiques et objectifs énergétiques et climatiques en perspective et d'en exposer les principales difficultés. Dans la dernière

partie, nous nous interrogeons sur les moyens à utiliser pour renforcer l'efficacité des politiques et en réduire les coûts.

Évolutions passées des politiques énergétiques et des émissions de GES

Les émissions de GES au Danemark – à l'exclusion des émissions résultant de l'utilisation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie (UTCATF) – après avoir enregistré un pic en 1996, ont décliné progressivement depuis, pour s'établir à un peu plus de 60 millions de tonnes en 2009, soit 10 % de moins qu'en 1990 (graphique 2.1, partie A). Il s'agit d'une baisse relativement forte, d'autant que l'ensemble de la zone OCDE a enregistré une hausse sur la même période. Les émissions de GES par habitant au

Graphique 2.1. Évolution des émissions de gaz à effet de serre au Danemark



1. Dioxyde de carbone (CO₂), méthane (CH₄), oxyde nitreux (N₂O) et hydrofluorocarbones, hydrocarbures perfluorés et hexafluorure de soufre (HFC, PFC, SF₆). En équivalent CO₂, à l'exclusion des émissions nettes de CO₂, CH₄ et N₂O du secteur de l'utilisation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie (UTCATF).

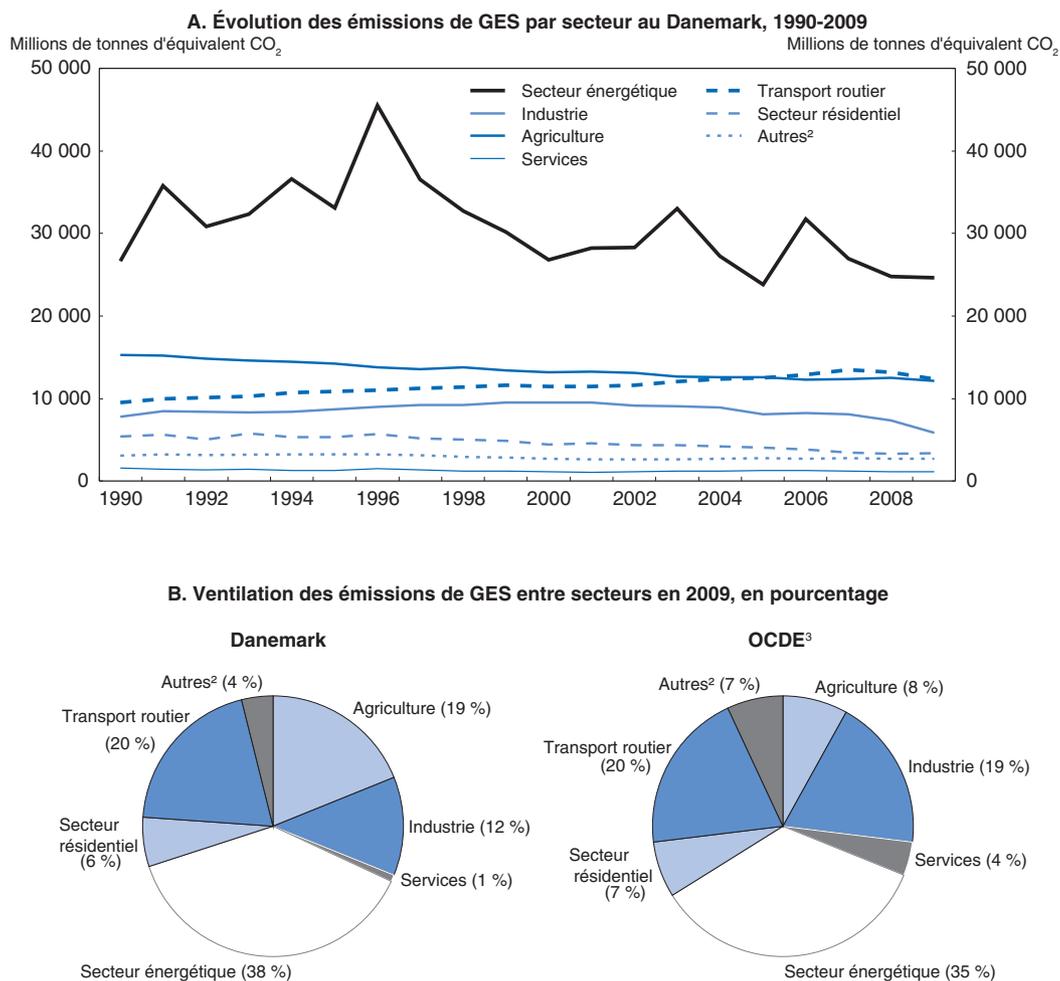
Source : Secrétariat de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et OCDE, Base de données analytique.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888932563438>

Danemark étaient cependant supérieures de 22 % à la moyenne de l'UE en 2009, bien que conformes à la moyenne de l'OCDE (tableau 2.1, partie B). Cette tendance à la baisse connaît des variations qui correspondent aux échanges d'électricité avec les voisins nordiques du Danemark¹. Le CO₂ contribue aux émissions à hauteur de 80 % environ, pourcentage qui est resté stable dans le temps. Depuis le début des années 90, les émissions de GES sont de plus en plus découplées du PIB (graphique 2.1, partie B).

La baisse des émissions de GES concerne essentiellement les secteurs énergétique, agricole et résidentiel, tandis que les émissions des transports ont continué d'augmenter régulièrement (graphique 2.2). Les émissions agricoles sont élevées par rapport à celles d'autres pays de l'OCDE – avec un pourcentage de 19 %, contre 8 % en moyenne dans l'UE

Graphique 2.2. **Contributions aux émissions de gaz à effet de serre par secteur**¹



1. Émissions totales en équivalent CO₂, hors utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie.
2. Déchets, autres transports, utilisation de solvants et d'autres produits, et autres secteurs non décrits ailleurs.
3. L'agrégat OCDE constitue une moyenne non pondérée et exclut le Chili, la Corée, Israël et le Mexique.

Source : Base de données de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888932563457>

en 2009 – et imputables essentiellement à l'élevage. La part des émissions de GES du secteur de l'énergie est proche de la moyenne de l'OCDE.

Les émissions de GES par habitant provenant du secteur de l'énergie (dont la production et le transport d'électricité) étaient inférieures à la moyenne de l'OCDE en 2009, mais supérieures aux émissions enregistrées en Suède et en France, par exemple (tableau 2.1, partie B). Cette situation résulte d'un PIB par habitant élevé, associé à une intensité d'émissions relativement forte du secteur de l'énergie. Le Danemark appartient cependant au groupe des pays qui utilisent l'énergie de la façon la plus efficace, ce qui ne suffit pas néanmoins à le placer parmi les pays qui présentent de faibles émissions.

Les émissions de GES du secteur énergétique par habitant ont plus fortement baissé au Danemark que dans la zone OCDE entre 1990 et 2009 (tableau 2.1, partie C). Plusieurs pays (Allemagne, Royaume-Uni, Suède) ont cependant réduit plus nettement leurs émissions par habitant que le Danemark. En effet, ses gains d'efficacité sont restés limités, car il faisait déjà une utilisation relativement efficace de l'énergie en 1990 (tableau 2.1, partie A).

Tableau 2.1. **Décomposition des émissions de GES du secteur énergétique**¹

Partie A. Émissions en 1990					
Pays/région (%)	Émissions de GES par habitant ²	A = B × C × D			
		Émissions de GES du secteur énergétique par habitant ²	PIB par habitant ³	Émissions de GES du secteur énergétique/consommation d'énergie ⁴	Consommation d'énergie/PIB ⁵
États-Unis	24.6	21.1	31.8	2.8	0.24
Royaume-Uni	13.6	10.6	23.7	3.0	0.15
Allemagne	15.7	12.8	25.9	2.9	0.17
France	9.7	6.6	24.3	1.7	0.16
Italie	9.2	7.4	23.8	2.9	0.11
Danemark	13.5	10.3	25.4	3.1	0.13
Suède	8.5	6.2	24.6	1.1	0.22
Norvège	11.7	7.0	32.1	1.4	0.15
OCDE	13.1	10.7	22.6	2.5	0.19
UE27	11.8	9.1	18.3	2.6	0.19
Partie B. Émissions en 2009					
Pays/région (%)	Émissions de GES par habitant ²	A = B × C × D			
		Émissions de GES du secteur énergétique par habitant ²	PIB par habitant ³	Émissions de GES du secteur énergétique/consommation d'énergie ⁴	Consommation d'énergie/PIB ⁵
États-Unis	21.5	18.7	41.1	2.7	0.17
Royaume-Uni	9.2	7.8	32.0	2.5	0.10
Allemagne	11.2	9.3	32.2	2.4	0.12
France	8.1	5.7	29.4	1.4	0.14
Italie	8.2	6.8	26.5	2.5	0.10
Danemark	11.3	8.9	32.0	2.7	0.11
Suède	6.5	4.8	32.2	1.0	0.15
Norvège	10.6	8.1	47.1	1.4	0.12
OCDE	11.4	9.6	29.4	2.2	0.15
UE27	9.2	7.3	27.1	2.2	0.12

Tableau 2.1. **Décomposition des émissions de GES du secteur énergétique¹ (suite)**
Partie C. Croissance annuelle des émissions, de 1990 à 2009

Pays/région (%)	Émissions de GES par habitant	A ≈ B + C + D			
		Émissions de GES du secteur énergétique par habitant	PIB par habitant	Émissions de GES du secteur énergétique/consommation d'énergie	Consommation d'énergie/PIB
États-Unis	-0.7	-0.6	1.4	-0.2	-1.8
Royaume-Uni	-2.0	-1.6	1.6	-1.0	-2.1
Allemagne	-1.8	-1.7	1.2	-1.0	-1.8
France	-0.9	-0.8	1.0	-1.0	-0.7
Italie	-0.6	-0.4	0.6	-0.8	-0.5
Danemark	-0.9	-0.8	1.2	-0.7	-0.9
Suède	-1.4	-1.3	1.4	-0.5	-2.0
Norvège	-0.5	0.8	2.0	0.0	-1.2
OCDE	-0.7	-0.6	1.4	-0.7	-1.2
UE27	-1.3	-1.2	2.1	-0.9	-2.4

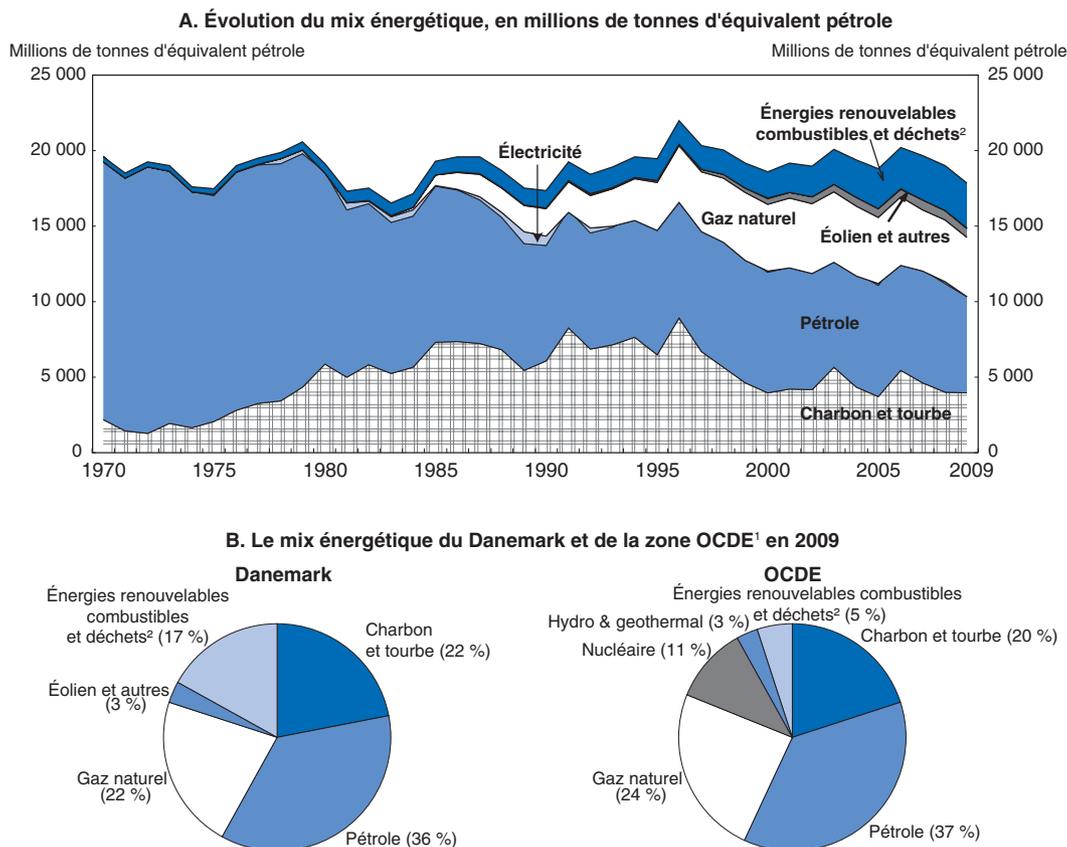
1. Émissions de GES du secteur énergétique par habitant = (PIB par habitant) × (émissions de GES du secteur énergétique/consommation d'énergie) × (consommation d'énergie/PIB). Ces dernières années, la crise économique et financière mondiale a eu une incidence notable sur les émissions de GES.
2. En tonnes d'équivalent CO₂ par habitant.
3. En milliers USD de 2005, sur la base des taux de change à parité de pouvoir d'achat (PPA).
4. Indicateur calculé pour la consommation finale totale d'énergie, exprimé en millions de tonnes d'équivalent CO₂ (Mt éq. CO₂) par millier de tonnes d'équivalent pétrole (ktep).
5. Indicateur calculé pour la consommation finale totale d'énergie, exprimé en milliers de tonnes d'équivalent pétrole (ktep) par milliard USD de 2005, à parité de pouvoir d'achat (PPA).

Sources : Calculs de l'OCDE et Secrétariat de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC).

La baisse de l'intensité des émissions du secteur énergétique au Danemark est conforme à la situation observée dans des pays qui présentaient également des niveaux élevés en 1990 (Royaume-Uni et Allemagne). C'est pourquoi, même si elle a baissé, l'intensité des émissions de ce secteur reste relativement forte au Danemark, ce qui correspond à l'évolution du mix énergétique. Depuis le début des années 90, la part du charbon et du pétrole dans la consommation totale d'énergie tend à baisser, et celle du gaz naturel et des énergies renouvelables à augmenter ; la consommation de charbon a cependant cessé de reculer depuis 2000 (graphique 2.3, partie A). Ce bouquet énergétique qui s'appuie essentiellement sur des combustibles fossiles (80 % de la demande totale d'énergie primaire) produit des émissions de GES relativement élevées (graphique 2.3, partie B). Les pays qui consomment moins de combustibles fossiles en proportion utilisent généralement l'énergie nucléaire et/ou l'hydroélectricité. Or, le Danemark a exclu de recourir à l'énergie nucléaire, et le développement de la production hydroélectrique est impossible en raison de la géographie du pays.

Les énergies renouvelables se sont développées rapidement et leur part dans les approvisionnements atteignaient près de 20 % en 2008, alors que la moyenne de l'OCDE se situait à 7 %. La plus grande partie de cette hausse provient de l'utilisation de la biomasse solide pour le chauffage et de l'énergie éolienne pour la production d'électricité. L'éolien représentait 3 % des approvisionnements en énergie du Danemark en 2009, alors que sa contribution était proche de zéro pour l'ensemble de la zone OCDE. En revanche, l'utilisation de biocarburants et de biogaz reste marginale (graphique 2.4).

Graphique 2.3. Mix énergétique

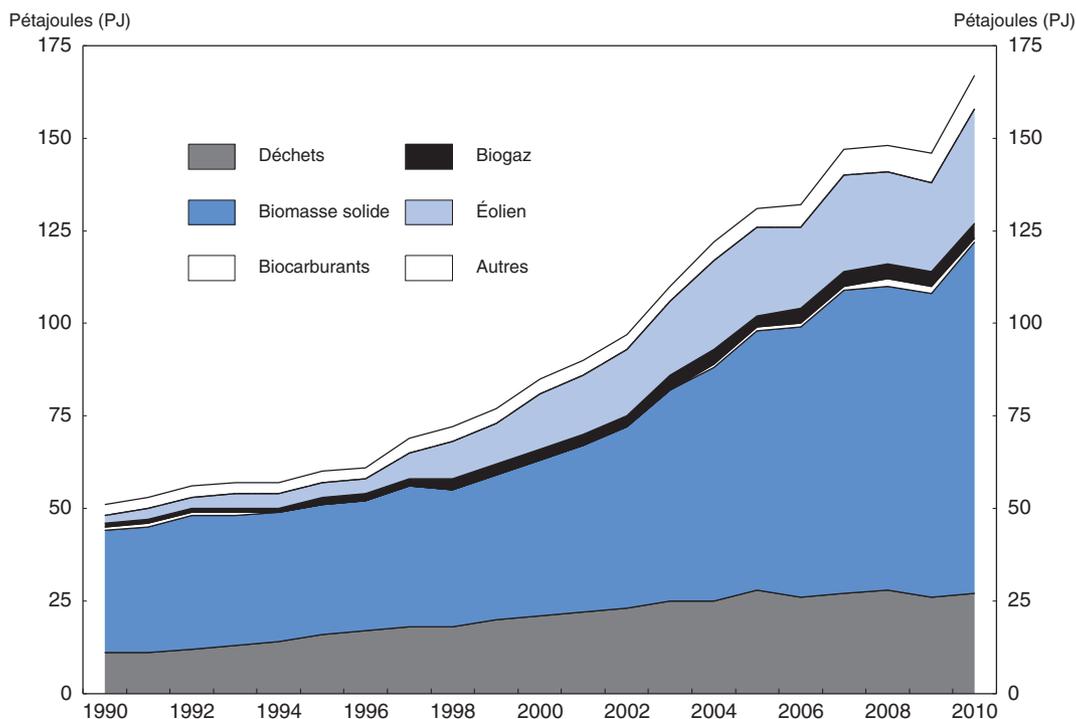


1. En pourcentage des approvisionnements totaux en énergie primaire (ATEP).
2. Dont déchets urbains non renouvelables, déchets industriels, échanges d'électricité et autres sources d'énergie primaire.

Source : Agence internationale de l'énergie (AIE) (2011), *Energy Balances of OECD Countries*.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888932563476>

En conclusion, les émissions totales de GES enregistrées au Danemark ont baissé plus nettement depuis 1990 que la moyenne de l'OCDE (et globalement au même rythme que celles des autres pays de l'UE), mais les émissions par habitant correspondent à la moyenne de l'OCDE. En effet, i) le mix énergétique du Danemark produit davantage d'émissions par unité d'énergie ; et ii) les émissions de GES de l'agriculture sont élevées. À terme, les possibilités de réduction des émissions de GES au Danemark dépendront essentiellement de l'abandon progressif des combustibles fossiles riches en carbone et de la réduction des émissions hors CO₂ dans le secteur agricole.

Graphique 2.4. Le décollage des énergies renouvelables¹

1. Dans la consommation brute d'énergie, corrigée pour tenir compte des échanges d'électricité. Les données rétrospectives sont corrigées des variations climatiques.

Source : Danish Energy Outlook (2011).

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888932563495>

Les politiques climatiques et énergétiques du Danemark en perspective

Principaux objectifs et mesures en cours

Le Danemark s'attache depuis longtemps à réduire ses émissions de GES dans le cadre d'objectifs plus généraux et fait figure de pionnier pour ce qui concerne les politiques d'atténuation du changement climatique. En 1992, il a été l'un des premiers pays, juste après la Suède, à mettre en place une taxe carbone sur certaines utilisations de l'énergie par les ménages et sur le chauffage des locaux des entreprises, qui a depuis été relevée et élargie à d'autres procédés industriels (OCDE, 2007a). Le taux appliqué diffère d'un utilisateur et d'un secteur à l'autre, les ménages étant les plus imposés (tableau 2.2). Des taux beaucoup plus bas s'appliquent aux industries à forte intensité énergétique, pour des raisons de compétitivité. Ces industries bénéficient aussi d'allègements fiscaux dans le cadre d'accords volontaires conclus avec les autorités pour la mise en œuvre de mesures d'économies d'énergie. Les recettes de la taxe carbone sont affectées au financement d'innovations environnementales. Le CO₂ est également imposé indirectement au moyen de taxes sur l'énergie, qui ont été relevées, de sorte que le Danemark est le pays de l'UE où la charge fiscale effective qui pèse sur l'énergie est la plus lourde (graphique 2.5).

Dans les années 90, le Danemark a aussi mis en œuvre un vaste ensemble de mesures contraignantes et de subventions pour stimuler la production d'énergie renouvelable et accroître l'efficacité énergétique. Le soutien aux technologies éoliennes a notamment pris la forme d'un tarif d'achat garantissant aux producteurs la couverture de leurs coûts, d'où un prix supérieur à celui du marché.

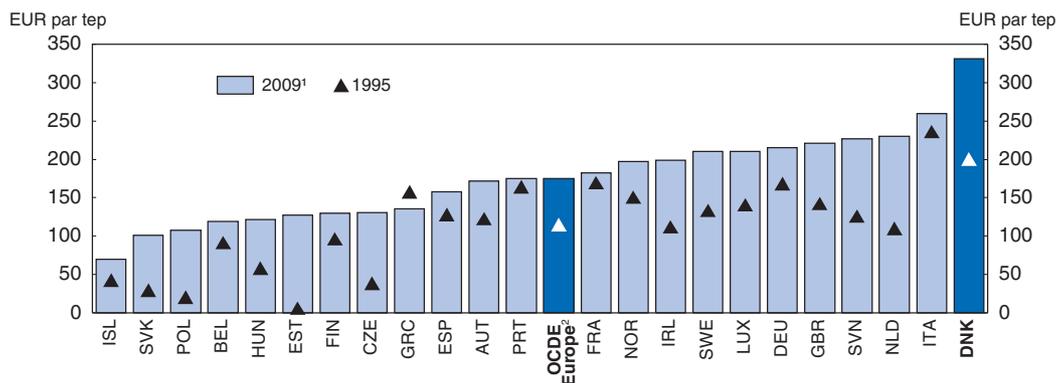
Tableau 2.2. Taux de la taxe carbone
Taux nominal, en EUR/tonne d'équivalent CO₂

	1996	2000-04	2005	2008	2011
Danemark					
Ménages (taux de base)	13.4	13.4	12.1	20	21.3
Entreprises					
Chauffage (taux de base)	13.4	13.4	12.1	20	21.3
Procédés à faible intensité énergétique :					
<i>Sans accord volontaire</i>	6.7	12.1	12.1	20	21.3
<i>Avec accord volontaire</i>	6.7	9.1	9.1	20	21.3
Procédés à forte intensité énergétique :					
<i>Sans accord volontaire</i>	0.7	3.4	3.4	20	21.3
<i>Avec accord volontaire</i>	0.4	0.4	0.4	20	21.3
Suède					
Taux général de la taxe carbone	40.0	69.3	98.7	108.9	114.0

Source : OCDE (2007a), ministère de la Fiscalité du Danemark et ministère des Finances de la Suède.

Graphique 2.5. Taxes effectives sur l'énergie

En EUR par tonne d'équivalent pétrole (tep), année de référence 2000



1. La dernière année connue est 2008 pour la Hongrie, le Portugal et la Norvège, et 2006 pour l'Islande.

2. L'agrégat OCDE Europe est une moyenne simple et n'inclut pas la Suisse ni la Turquie.

Source : Commission européenne (2011), *Taxation Trends in the European Union: Data for the EU Member States, Iceland and Norway*.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888932563514>

Ces dix dernières années, le Danemark s'est efforcé d'atteindre les objectifs de réduction d'émissions définis au titre du protocole de Kyoto et de l'Accord de partage de la charge entre pays de l'UE (ministère du Climat et de l'Énergie, 2009 ; encadré 2.1). Il s'est fixé un objectif ambitieux : réduire les émissions de 21 % pour la période 2008-12 par rapport aux niveaux de l'année de référence ; c'est l'une des réductions les plus fortes parmi les États membres de l'UE, et des mesures nouvelles ont dû être prises², en particulier :

- Mise en place d'un système de plafonnement et d'échange. Le Danemark applique ce système à la production d'électricité depuis 2001, en allouant gratuitement des permis fondés sur les émissions antérieures des entreprises et en prévoyant des possibilités de mise en réserve. Le système a été élargi en 2003 et remplacé en 2005 par le système d'échange de quotas d'émissions de l'UE.

Encadré 2.1. Principaux objectifs en matière d'atténuation du changement climatique et d'énergie

Objectifs à court terme

En vertu de l'accord de partage de la charge découlant du protocole de Kyoto entre les pays de l'Union européenne (UE), le Danemark doit parvenir pendant la période 2008-12 à un niveau moyen d'émissions de gaz à effet de serre (GES) inférieur de 21 % au niveau de 1990.

Suivant l'Accord de 2008 sur la politique énergétique du Danemark, la part des énergies renouvelables dans les approvisionnements bruts en énergie doit être portée à 20 % en 2011.

Objectifs pour 2020 et 2050

Objectifs de l'UE pour 2020

En tant qu'État membre de l'UE, le Danemark doit contribuer à la réalisation des objectifs de l'Union, à savoir :

- Réduire de 20 % les émissions de GES par rapport aux niveaux de 2005. Cette réduction pourrait être portée à pas moins de 30 % si un nouvel accord mondial sur le changement climatique était conclu avec d'autres pays développés faisant des efforts comparables.
- Porter à 20 % la part des énergies renouvelables dans la consommation énergétique.
- Porter à 10 % la part des énergies renouvelables dans le secteur des transports.
- Réduire de 20 % l'utilisation d'énergie primaire par rapport aux niveaux prévus, en améliorant l'efficacité énergétique.

Les pays plus riches de l'UE sont censés contribuer davantage que les plus pauvres. Dans le cas du Danemark, les objectifs spécifiques sont les suivants :

- Réduire de 20 % les émissions des secteurs ne relevant pas du système communautaire d'échange de quotas d'émission (SCEQE) entre 2005 et 2020, pourcentage qui correspond à la réduction la plus forte parmi les États membres.
- Accroître la part de l'énergie tirée des sources renouvelables de 17 % en 2005 à 30 % en 2020.

Objectifs nationaux

Le nouveau gouvernement a réaffirmé l'objectif du Danemark de devenir indépendant à l'égard des combustibles fossiles en 2050, ce qui implique que 100 % de l'énergie consommée devrait provenir de sources renouvelables. En outre, le nouveau gouvernement a annoncé quatre objectifs subalternes :

- En 2020, 50 % de l'électricité devrait être d'origine éolienne.
- Une réduction de 40 % des émissions de GES devra être obtenue essentiellement sur le territoire national en 2020 par rapport aux niveaux de 1990.
- La production d'électricité à partir de charbon et l'utilisation de chaudières à mazout pour le chauffage des logements devraient cesser progressivement d'ici à 2030.
- Les besoins en électricité et en chauffage devraient être intégralement satisfaits au moyen d'énergies renouvelables en 2035.

- Harmonisation et hausse du taux de la taxe carbone. Les différences de taux entre les secteurs ont été atténuées en 2005 et supprimées en 2008 (tableau 2.2). La taxe a été portée à 20 EUR par tonne de CO₂ en 2008, soit le prix du carbone attendu dans le cadre du système communautaire d'échange de quotas d'émission (SCEQE). Son niveau reste

cependant très inférieur au taux de droit commun de la taxe carbone appliquée en Suède, qui était de plus de 100 EUR en 2008. Depuis, le taux danois a été relevé de 1.8 % par an. Son champ d'application a été revu après la mise en place du SCEQE, mais certains secteurs font toujours l'objet d'une double imposition. C'est le cas des producteurs de chauffage urbain, qui sont tous assujettis à la taxe carbone, qu'ils soient ou non couverts par le SCEQE.

- Utilisation des mécanismes de flexibilité envisagée dans le protocole de Kyoto : mise en œuvre conjointe (MOC) et mécanisme pour un développement propre (MDP).
- Le coût du renforcement de la capacité de production d'électricité éolienne est progressivement répercuté sur l'ensemble des consommateurs d'électricité du pays au moyen d'une « obligation de service public » payée par les usagers et qui finance le supplément ajouté au prix du marché de l'électricité garanti aux producteurs. D'autres énergies renouvelables bénéficient aussi de ce système, mais dans une moindre mesure.
- Pour assurer une certaine uniformité des efforts d'atténuation entre les secteurs relevant du SCEQE et les autres, et définir de nouvelles mesures présentant un bon rapport coût-efficacité pour atteindre l'objectif défini dans le cadre de l'accord de partage de la charge au sein de l'UE, le Danemark a fixé à 16 EUR (120 DKK) par tonne d'équivalent CO₂ le niveau de référence pour la mise en œuvre des mesures intérieures en dehors des secteurs couverts par le SCEQE. Ce niveau de référence pourra faire l'objet d'ajustements.

En 2007, le Danemark s'est aussi fixé pour objectif de ne plus dépendre des combustibles fossiles en 2050. Le nouveau gouvernement a confirmé cet objectif, en déclarant que 100 % de l'énergie devrait provenir de sources renouvelables en 2050, et en ajoutant des objectifs subalternes (encadré 2.1). Il a notamment annoncé un nouvel objectif de réduction des émissions de GES de 40 % en 2020 par rapport aux niveaux de 1990, en précisant qu'une grande part au moins de cette réduction devrait être obtenue sur le territoire national. Cet objectif complète l'engagement du Danemark de réduire les émissions de GES de 20 % en 2020 dans les secteurs hors SCEQE, par rapport à leurs niveaux de 2005, dans le cadre du paquet « climat-énergie » adopté par l'UE en 2008.

Efforts nécessaires pour atteindre les objectifs fixés

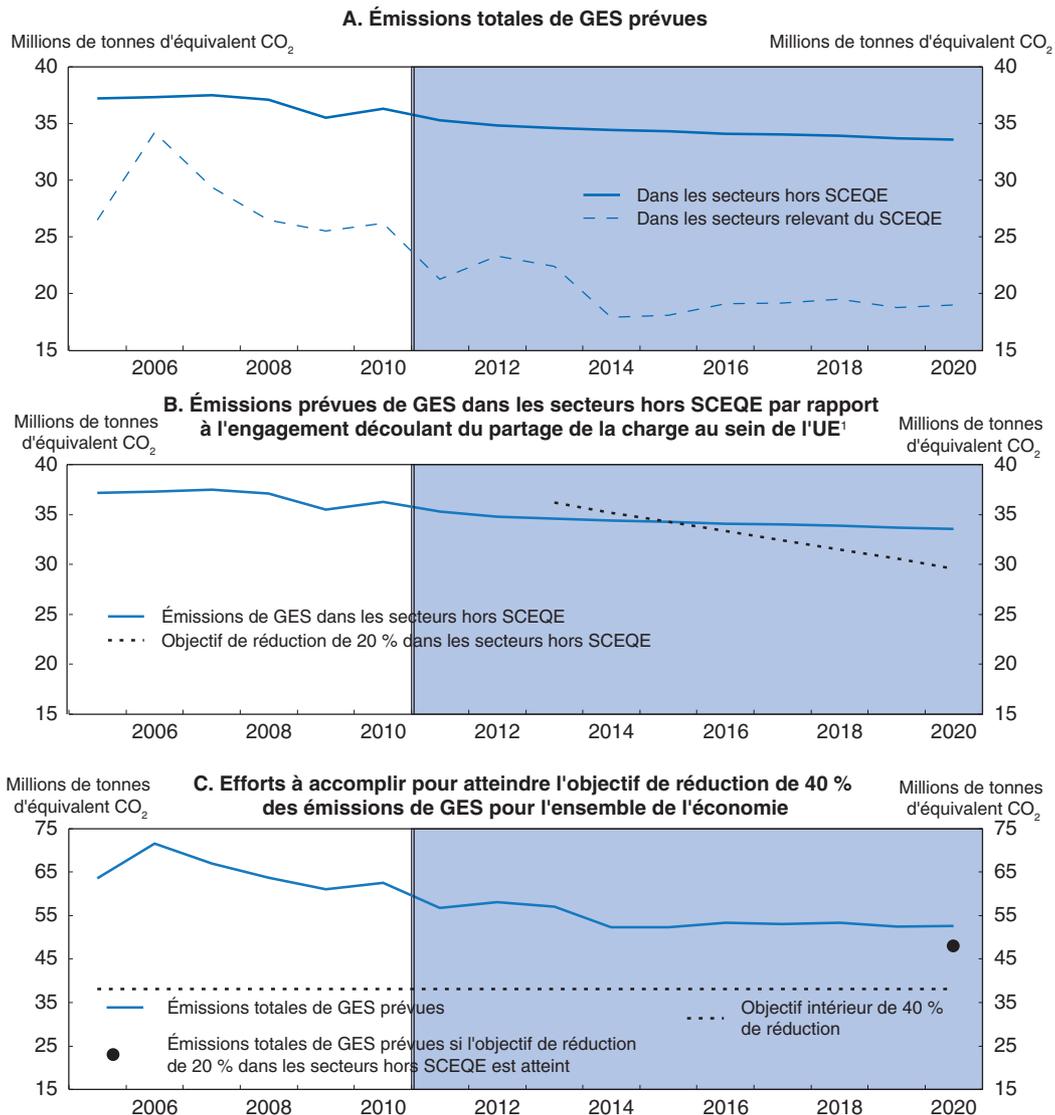
L'Agence danoise de l'énergie a effectué des projections jusqu'en 2025 qui donnent une idée de l'ampleur des efforts à accomplir pour atteindre les objectifs de Kyoto et ceux de 2020 (Agence danoise de l'énergie, 2011). Ces projections sont très sensibles aux hypothèses retenues concernant les politiques publiques et la croissance économique, les prix du carburant, les technologies et le prix du carbone. S'agissant des politiques publiques, ne sont prises en compte que les mesures qui avaient déjà été adoptées fin 2010 : l'accroissement des économies d'énergie dans le cadre de l'Accord de 2008 sur l'énergie, la hausse de certaines taxes sur l'énergie résultant de la réforme de 2009, certaines mesures prises dans le secteur des transports, et le SCEQE. Les projections concernant les combustibles fossiles et les quotas alloués dans le cadre du SCEQE s'appuient sur l'édition 2010 du *World Energy Outlook* de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), tandis que les projections de croissance viennent du ministère des Finances. Comme le montre la baisse générale et inattendue de la consommation d'énergie provoquée en 2008-09 par la récession, ces hypothèses sont fragiles.

Tout en gardant cette réserve à l'esprit, on peut constater d'après les projections effectuées que le Danemark est en mesure d'atteindre les objectifs fixés par le protocole de Kyoto. Il s'agit en particulier de plafonner les émissions de GES au niveau annuel de 54.8 millions de tonnes d'équivalent CO₂ en moyenne pour la période 2008-12, alors que le niveau moyen enregistré se situait à 62.1 millions de tonnes en 2008-09. L'écart entre les deux serait comblé par l'utilisation de crédits provenant des puits de carbone des forêts et des mécanismes de flexibilité (MOC et MDP), et par une baisse régulière des émissions de GES dans les secteurs non couverts par le SCEQE qui, cependant, sera peut-être difficile à obtenir si la croissance est plus rapide que prévu.

Les objectifs de réduction des émissions de GES pour 2020 sont très ambitieux (20 % par rapport aux niveaux de 2005 dans les secteurs hors SCEQE et 40 % par rapport aux niveaux de 1990 pour l'ensemble des secteurs) et nécessiteraient de nouvelles mesures de grande ampleur, à moins qu'ils ne soient atteints par le financement de réduction des émissions de GES en dehors du Danemark. Jusqu'à présent, les réductions obtenues concernent surtout des secteurs couverts par le SCEQE et restent très faibles dans les autres secteurs (graphique 2.6, partie A). Cette situation résulte en partie des difficultés rencontrées pour faire baisser les émissions de GES du secteur des transports. Les projections de l'Agence danoise de l'énergie montrent que les émissions des secteurs ne relevant pas du SCEQE dépasseraient largement le niveau à atteindre au titre de l'objectif de réduction de 20 % (graphique 2.6, partie B). Le nouvel objectif de réduction de 40 % pour l'ensemble des secteurs crée des contraintes encore plus fortes. En fait, même si l'objectif du scénario de l'Agence danoise de l'énergie d'une réduction de 20 % en 2020 dans les secteurs hors SCEQE était atteint, les émissions de GES de l'ensemble des secteurs seraient supérieures de 10 % aux niveaux attendus au titre de l'objectif de réduction de 40 % (graphique 2.6, partie C).

La réalisation des objectifs de développement des énergies renouvelables sera difficile elle aussi. Dans le scénario de l'Agence danoise de l'énergie, la part des énergies renouvelables dans la consommation totale d'énergie se situerait à 28 %, c'est-à-dire juste un peu en deçà de l'objectif de 30 % que le Danemark s'est engagé à atteindre au niveau de l'UE. Le pourcentage correspondant pour le secteur des transports serait de 6 % seulement, niveau bien inférieur à l'objectif de 10 % de l'UE. En 2009, 19 % environ de l'électricité du pays étaient d'origine éolienne. Dans le scénario de l'Agence danoise de l'énergie, la part de l'électricité d'origine éolienne dépasserait légèrement 30 % en 2020, c'est-à-dire qu'elle serait bien inférieure au nouvel objectif de 50 % d'électricité d'origine éolienne à cette date. Ce scénario repose sur l'hypothèse d'un développement du parc éolien en mer, conformément aux marchés qui ont déjà été conclus, et d'un remplacement des éoliennes terrestres par des modèles plus efficaces. Le développement des éoliennes terrestres est incertain car les capacités potentielles sont déjà presque entièrement exploitées. Il est donc très probable que la capacité devra être renforcée en mer pour que l'objectif de 50 % soit atteint, solution qui restera sans doute plus coûteuse que les technologies terrestres pendant un certain temps (tableau 2.3).

Dans l'ensemble, bien que les projections du gouvernement semblent indiquer que le Danemark est en mesure de satisfaire à ses engagements, des efforts supplémentaires seront nécessaires. L'une des principales difficultés sera de réduire les émissions des secteurs hors SCEQE, qui proviennent à plus de 70 % de l'agriculture et des transports. Les coûts marginaux d'atténuation seront probablement élevés dans plusieurs secteurs hors

Graphique 2.6. **Émissions prévues de gaz à effet de serre par rapport aux objectifs fixés dans un scénario de politiques inchangées¹**

1. Ces prévisions tiennent compte des mesures déjà adoptées, à savoir l'Accord de 2008 sur l'énergie, la réforme fiscale de 2009 et sa révision de 2010, ainsi que le système communautaire d'échange de quotas d'émission (SCEQE).

Source : Danish Energy Outlook (2011).

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888932563533>

SCEQE (ministère du Climat et de l'Énergie, 2009). Un autre défi consistera à renforcer les capacités de l'éolien au moindre coût.

Pour un petit pays, l'adoption d'objectifs particulièrement ambitieux présente des risques, surtout en termes de coût global (encadré 2.2). Il devrait être possible d'obtenir l'essentiel des réductions des émissions de GES au moindre coût en les finançant en dehors du Danemark. Des objectifs ambitieux peuvent aussi présenter des avantages, dans la mesure où la croissance verte peut ouvrir des perspectives nouvelles et contribuer à stimuler la croissance au Danemark. Il est cependant difficile de définir au préalable ces

Tableau 2.3. **Production d'électricité renouvelable – Projections de coûts**

	Coûts d'investissement USD/kW		Coûts de fonctionnement et d'entretien USD/kW/an	
	2010	2050	2010	2050
Turbine à vapeur – biomasse	2 500	1 950	111	90
Géothermique	2 400-5 500	2 150-3 600	220	136
Grande hydraulique	2 000	2 000	40	40
Petite hydraulique	3 000	3 000	60	60
Solaire photovoltaïque	3 500-5 600	1 000-1 600	50	13
Solaire à concentration	4 500-7 000	1 950-3 000	30	15
Énergie des mers	3 000-5 000	2 000-2 450	120	66
Éolien terrestre	1 450-2 200	1 200-1 600	51	39
Éolien en mer	3 000-3 700	2 100-2 600	96	68

Note : Il va de soi que l'estimation des coûts et des facteurs d'efficacité en 2050 est entourée d'une grande incertitude. Ces données reposent sur les coûts encourus aux États-Unis.

Source : Agence internationale de l'énergie (AIE) (2010), *Energy Technology Perspectives*.

Encadré 2.2. **Avantages et inconvénients de l'adoption d'objectifs énergétiques et climatiques ambitieux sur le plan intérieur**

Adopter des objectifs rigoureux présente des avantages et des inconvénients. Les avantages sont les suivants :

- Les annonces faites par les gouvernements successifs sur les objectifs énergétiques et d'atténuation du changement climatique montrent la force de leur engagement et permettent de croire que les combustibles fossiles et les émissions de GES feront l'objet de taxes à l'avenir. Elles réduisent l'incertitude qui existe au niveau international et encouragent par conséquent l'investissement. Définir des objectifs qui dépassent les frontières de l'UE a les mêmes effets.
- Au niveau international, les mesures fortes prises par certains pays, même si elles ne contribuent que modestement à la réduction des émissions de GES dans le monde, peuvent renforcer la crédibilité des politiques d'atténuation et encourager d'autres pays à agir de même.
- Pour rendre la croissance plus verte, il faudra développer certaines des technologies en place et en trouver de nouvelles. On observe aussi une demande croissante de la part des consommateurs et des investisseurs en faveur de produits plus écologiques. Des débouchés et des secteurs nouveaux pourront ainsi se créer et apporter des bénéfices à ceux qui se placeront au premier rang dans ce domaine (OCDE, 2011a). Une telle stratégie présenterait aussi l'avantage d'attirer des travailleurs qualifiés. Occuper la première place dans le domaine des technologies propres peut stimuler la croissance de la productivité, qui est restée faible au Danemark ces quinze dernières années.

Les inconvénients que présentent des objectifs énergétiques et climatiques ambitieux se rapportent pour l'essentiel à leurs coûts :

- Dans un petit pays qui a déjà fortement réduit ses émissions de GES, on peut supposer que les possibilités d'amélioration à faible coût qui subsistent sont rares et leurs coûts marginaux élevés. Il peut donc être très coûteux d'atteindre des objectifs ambitieux. Le climat étant un bien mondial, l'endroit où s'effectuent les réductions d'émissions de GES n'influe pas sur le résultat général, de sorte qu'il faut agir là où les réductions coûtent le moins cher.

Encadré 2.2. **Avantages et inconvénients de l'adoption d'objectifs énergétiques et climatiques ambitieux sur le plan intérieur** (suite)

- Le caractère irréversible de la stratégie danoise entre aussi dans son coût (AIE, 2007a). Il existe en effet un fort élément d'irréversibilité dans la technologie éolienne, car le coût de la turbine représente en général 75 % environ du coût total, les infrastructures, le raccordement au réseau et les fondations représentant les 25 % restants. En outre, les meilleurs emplacements ont été exploités en premier, et sont souvent occupés par des installations anciennes et peu efficaces qui doivent être remplacées, d'où des coûts de démantèlement supplémentaires. Si de nouvelles technologies moins coûteuses apparaissent, ou si certaines technologies existantes deviennent meilleur marché, ces investissements risquent d'être perdus. Dans l'hypothèse où la technologie de captage et de stockage du carbone deviendrait pleinement accessible à un prix concurrentiel, par exemple, l'objectif d'abandon des combustibles fossiles perdrait beaucoup de son intérêt.
- Faire reposer une grande partie de l'approvisionnement en électricité sur l'énergie éolienne comporte des coûts, au-delà des investissements et de l'entretien nécessaires. La production d'électricité d'origine éolienne présente la caractéristique de varier en fonction du vent, de sorte que les centrales éoliennes ne fonctionnent pas en permanence à pleine capacité. Pour que cette technologie se répande, il faut accroître la souplesse des systèmes de production d'électricité éolienne au moyen de réseaux intelligents, y compris pour l'interconnexion et le stockage. De même, la diffusion des voitures électriques nécessitera le développement des infrastructures publiques et privées de rechargement.
- En outre, les ambitieuses mesures de réduction des émissions prises par le Danemark dans les secteurs qui relèvent déjà du SCEQE n'entraîneront pas de baisse des émissions de GES au niveau de l'UE tant que le plafond de l'UE restera inchangé (voir ci-après).

possibilités nouvelles favorables à la croissance, qui dépendent entre autres des choix que feront d'autres pays.

Mesures proposées pour s'orienter vers un avenir sans combustibles fossiles

Le nouveau gouvernement a réaffirmé qu'il envisage, dans une perspective à long terme, d'affranchir complètement le Danemark de sa dépendance à l'égard des combustibles fossiles, en indiquant comment serait atteint cet objectif dans le rapport intitulé *Notre future énergie* (publié en anglais sous le titre *Our Future Energy*) (gouvernement danois, 2011a). Ce document fait suite à la *Stratégie énergétique 2050* (parue en anglais sous le titre *Energy Strategy 2050*) élaborée par le précédent gouvernement (gouvernement danois, 2011b), qui s'inscrivait dans le prolongement des analyses de la Commission sur la politique climatique concernant les mesures à prendre pour parvenir à l'indépendance vis-à-vis des combustibles fossiles. Il s'agit d'un formidable défi à relever, car les combustibles fossiles représentent aujourd'hui 80 % de l'énergie primaire consommée dans le pays. La définition de l'indépendance retenue par la Commission correspond à une situation où « aucune énergie fossile n'est utilisée/consommée au Danemark, et la production intérieure annuelle moyenne d'électricité d'origine renouvelable doit, au minimum, être égale à la consommation danoise » (Commission danoise sur la politique climatique, 2010). Aux termes de cette définition, le Danemark peut poursuivre ses échanges d'électricité avec des pays où celle-ci est produite au moyen de combustibles fossiles, sous réserve de

compenser ces importations par des exportations d'énergie produite à partir de sources renouvelables, mais il ne peut pas continuer à consommer des produits pétroliers dans le secteur des transports en contrebalançant cette consommation par des exportations d'électricité d'origine renouvelable. Dans le rapport *Notre future énergie*, en revanche, cette indépendance est définie par le fait que les réseaux d'énergie et de transport doivent uniquement faire appel aux énergies renouvelables. Cette définition est donc plus ambitieuse que celle retenue par la Commission sur la politique climatique.

La Commission a proposé 40 recommandations spécifiques, qui supposent une conversion générale à l'électricité provenant d'éoliennes offshore, complétée par l'utilisation de biomasse en appoint, laquelle devra également servir à fournir de l'énergie au secteur des transports, dont une partie ne peut guère faire appel à l'électricité. En 1985, le parlement danois s'est déclaré opposé à l'énergie nucléaire, qui n'est pas considérée comme une solution de transition efficace par rapport à son coût. En ce qui concerne les instruments économiques, la Commission a préconisé le recours à une taxe sur l'énergie (exprimée en DKK par unité d'énergie) uniformément appliquée à toutes les utilisations de combustibles fossiles, et relevée progressivement au fil du temps. Elle a aussi recommandé de fixer la taxe carbone nationale au même niveau que le prix du carbone sur le marché du système communautaire d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre (SCEQE), de manière à se rapprocher d'une répartition économiquement efficace des réductions des émissions entre les secteurs relevant du SCEQE et ceux auxquels ce système ne s'applique pas.

La Commission a conclu que le coût économique global de l'indépendance totale à l'égard des combustibles fossiles est très faible – seulement 0.5 % du PIB en 2050, sachant que le produit intérieur brut devrait plus que doubler d'ici là. Cette conclusion s'explique par plusieurs facteurs, dont les suivants : i) selon les projections du scénario tablant sur des politiques inchangées, les prix des combustibles fossiles devraient augmenter considérablement, c'est pourquoi la réduction de leur utilisation sera rentable dans tous les cas de figure ; ii) la transformation du système énergétique sera progressive et étalée sur une longue période ; et iii) la baisse de la consommation de combustibles fossiles fera diminuer les émissions de GES et, partant, le nombre de quotas que le Danemark devra acheter. Néanmoins, la Commission reconnaît que de nombreuses incertitudes exposent ces estimations.

La conversion du système énergétique danois, telle qu'elle est envisagée dans le rapport *Notre future énergie* (en accord avec la *Stratégie énergétique 2050*), est censée se dérouler selon le processus proposé par la Commission, lequel repose notamment sur :

- des améliorations ambitieuses de l'efficacité énergétique, notamment grâce au remplacement des moteurs thermiques par des moteurs électriques ;
- l'utilisation quasi-exclusive de l'électricité pour les activités consommatrices d'énergie (chauffage, activités industrielles et transport) ;
- l'augmentation de la part de l'électricité d'origine éolienne, en commençant par remplacer les éoliennes terrestres existantes, pour ensuite développer l'installation d'éoliennes marines ; l'utilisation accrue de biomasse dans la cogénération et de biocarburants dans les modes de transport très énergivores, par exemple dans les avions et les poids lourds ;
- le développement du stockage de l'électricité et l'intégration plus poussée du réseau électrique danois avec le réseau européen, afin de faire face à l'instabilité de la production électrique de la filière éolienne.

À ces fins, les principales mesures proposées sont les suivantes :

- Renforcer le soutien aux énergies renouvelables, tout en le structurant différemment (entre autres, en supprimant les subventions existantes aux éoliennes terrestres et en instaurant de nouvelles subventions en faveur du biogaz) ; accroître la puissance éolienne installée en mer par voie d'adjudications ; déréglementer les tarifs du chauffage.
- Lever les restrictions qui freinent l'augmentation de la consommation d'énergie issue de la biomasse.
- Adopter de nouvelles normes pour imposer une plus grande sobriété énergétique et améliorer la performance énergétique des bâtiments. Il est par exemple proposé de soumettre toutes les entreprises à des obligations d'économies d'énergie ciblées sur la rénovation et la conversion des bâtiments, couplées à des normes plus sévères de performance énergétique des constructions.
- Relever le prix de l'électricité à la consommation. Jusqu'en 2020, l'expansion des énergies renouvelables sera financée moyennant un prélèvement au titre de l'« obligation de service public ». Par ailleurs, un nouveau prélèvement au titre de l'obligation de service public sera appliqué aux consommateurs de gaz, afin de financer le coût de la conversion au biogaz des réseaux de transport et de distribution de gaz naturel.
- Adopter une nouvelle taxe de « sécurité d'approvisionnement » frappant tous les combustibles utilisés pour le chauffage des locaux (charbon, produits pétroliers, gaz et biomasse), dans le but de favoriser des gains supplémentaires d'efficacité énergétique et de procurer des recettes à l'État (voir ci-après).
- Au niveau international, mener des actions en faveur de la suppression progressive des subventions aux combustibles fossiles, au niveau communautaire, qui incitent l'UE à porter de 20 % à 30 % (par rapport aux niveaux de 1990) l'objectif de réduction à l'horizon 2020.
- Étant donné que ces nouvelles taxes et subventions accroîtront la complexité de la fiscalité énergétique danoise, il est proposé de réexaminer l'ensemble des taxes et subventions applicables à l'énergie en vigueur.

La transition vers l'indépendance à l'égard des combustibles fossiles devrait donc être principalement financée par les consommateurs d'énergie, les pertes de recettes fiscales découlant de la baisse de la consommation d'énergies fossiles étant compensées par l'adoption de la nouvelle taxe de sécurité d'approvisionnement frappant tous les combustibles utilisés pour le chauffage des locaux.

Selon les estimations du gouvernement, les mesures proposées dans *Notre future énergie* permettraient de garantir que l'objectif d'une consommation d'électricité satisfaite à hauteur de 50 % par l'énergie éolienne soit atteint, et placeraient le Danemark sur la voie de la réalisation des autres objectifs subalternes définis en matière d'énergie pour 2030-35. Ces mesures déboucheraient sur une réduction de 35 % des émissions de GES en 2020 par rapport à leurs niveaux de 1990, et de 16 % par rapport à leurs niveaux de 2005 dans les secteurs non couverts par le SCEQE. Par conséquent, les initiatives proposées dans le rapport *Notre future énergie* ne sont pas suffisantes pour permettre à la fois d'atteindre les objectifs climatiques fixés au niveau national et à l'échelle de l'UE d'ici à 2020. Le

gouvernement a annoncé qu'un plan climatique serait présenté en 2012 afin de garantir la réalisation des deux ensembles d'objectifs.

Jusqu'à quel point la fin de la dépendance à l'égard des combustibles fossiles renforcerait-elle la sécurité énergétique ?

La sécurité énergétique peut se définir comme une situation de faible risque de perturbation des approvisionnements énergétiques, tant du point de vue des quantités que des prix (Bohi et Toman, 1996)³. Un déficit effectif d'approvisionnement pétrolier serait, selon toute probabilité, de courte durée car les cours internationaux s'adaptent du fait que les marchés pétroliers sont assez intégrés et que les États ont constitué des stocks stratégiques. Cependant, les pénuries de gaz naturel peuvent se prolonger plus longtemps en raison de la segmentation du marché et du manque relatif de flexibilité de l'infrastructure de gazoducs. Le marché du charbon est lui aussi fragmenté. L'instabilité des prix demeure préoccupante, à plus long terme, en raison de la rigidité croissante des approvisionnements en combustibles fossiles et de leur concentration dans un petit nombre de pays producteurs, d'où un risque accru de fortes variations imprévues des prix provoquées, en particulier, par l'instabilité politique. Bien que le Danemark fasse partie des pays qui utilisent le plus rationnellement l'énergie, la sécurité énergétique est une question importante dès lors que le pétrole et le gaz naturel représentent une grande part de la consommation énergétique totale du pays (graphique 2.3) et que les ressources pétrolières et gazières danoises en mer du Nord sont près de s'épuiser.

Les politiques visant à limiter la consommation de combustibles fossiles et les politiques d'atténuation des émissions de GES devraient améliorer la sécurité énergétique à long terme : i) parce qu'elles réduisent l'intensité de consommation d'énergie et de combustibles fossiles dans les pays qui en importent, d'où un moindre coût macroéconomique des chocs de prix susceptibles de se produire à l'avenir ; et ii) parce qu'elles diversifient le mix énergétique, affaiblissant ainsi le risque énergétique (OCDE, 2009a). À ce dernier pourraient toutefois s'ajouter des risques propres à certaines énergies renouvelables, par exemple le risque de contraintes futures d'approvisionnement en biomasse au niveau mondial, par suite de la concurrence avec l'approvisionnement alimentaire et peut-être de la concentration des ressources dans un nombre relativement limité de pays dotés d'un grand potentiel agricole. En conséquence, il est envisagé dans le rapport *Notre future énergie* de rétablir l'équilibre entre les utilisations de combustibles fossiles et de biomasse, en supprimant l'exonération fiscale dont cette dernière bénéficie actuellement. Les politiques de restriction de la consommation de combustibles fossiles contribueront aussi à ralentir l'épuisement des réserves de pétrole et à freiner la forte progression prévue de la part de marché des États membres de l'Organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP) pendant les trois décennies à venir. L'impact sur la sécurité énergétique dépendra cependant, en fin de compte, des mesures que prendra l'OPEP en termes de prix et de quantités.

Accroître l'efficacité des politiques climatique et énergétique danoises et en réduire les coûts

Mieux prendre en compte les interactions avec les politiques de l'UE

Dans le cadre du SCEQE, le carbone a un prix dans les secteurs qui en relèvent, ce qui favorise les solutions efficaces par rapport à leur coût pour réduire les émissions de CO₂. Ce

Le système permet de réduire les émissions dans les pays où les mesures à prendre sont les moins onéreuses : ceux où le coût de la réduction des émissions est faible les abaissent, tandis que ceux où il est plus élevé peuvent acheter des permis. Hormis le prix du carbone du SCEQE, plusieurs autres mesures sont prises à l'échelon national dans les secteurs couverts par le SCEQE qui n'auront probablement pas de répercussions bénéfiques à court terme sur l'environnement mondial, en raison des effets cumulatifs dans les différents États membres de l'UE. Les permis que n'achèteront pas les entreprises danoises des secteurs relevant du SCEQE seront disponibles pour que d'autres les acquièrent dans les autres États membres de l'UE. Ainsi, tant que le plafond des émissions restera inchangé au niveau communautaire, les réductions obtenues dans un pays en appliquant des instruments supplémentaires, faisant double emploi, seront neutralisées par la hausse des émissions dans d'autres États membres de l'UE. C'est en particulier le cas des mesures de soutien à la filière éolienne, car le secteur de l'électricité entre dans le cadre du SCEQE : elles ont contribué à réduire les émissions du Danemark dans les secteurs visés par le SCEQE (graphique 2.6, partie A), mais laissé place à des accroissements ailleurs dans l'UE en raison du plafonnement communautaire.

Toutefois, à une échéance plus lointaine, le plafond des émissions de CO₂ dans l'ensemble de l'UE sera renégocié, et le Danemark sera à même de prôner son abaissement, en faisant valoir ses efforts nationaux de réduction des émissions de CO₂ et leurs répercussions. Des pays poursuivant une démarche analogue pourraient faire campagne dans le même sens, même si d'autres pourraient s'y opposer. Pour l'heure, l'ambition du nouveau gouvernement est d'obtenir l'instauration d'un objectif contraignant de réduction des émissions de GES à l'échelle de l'UE de 30 % en 2020 par rapport à 1990. Un autre argument qui milite en faveur de politiques nationales venant s'ajouter à celles de l'UE tient à la possibilité qu'elles renforcent la crédibilité du prix du carbone à long terme, et stimulent de ce fait les investissements dans les technologies de lutte contre les émissions.

De même, les réductions des émissions réalisées en appliquant une taxe carbone nationale dans les secteurs couverts par le SCEQE seront elles aussi compensées par des émissions plus élevées dans d'autres États membres de l'UE. Par conséquent, les activités soumises au paiement du prix du carbone au niveau de l'UE devraient être exemptées de la taxe carbone en vigueur dans le pays. Cette taxe est actuellement appliquée aux combustibles utilisés pour la production de chaleur à partir d'installations de cogénération et de centrales de chauffage urbain en sus du prix du carbone établi à l'échelle de l'UE⁴, ce qui se traduit par des réductions des émissions de CO₂ supérieures au niveau économiquement efficient. De plus, cette double taxation renchérit le coût de l'énergie produite dans ces installations et, partant, entraîne un déplacement de la consommation d'énergie vers les secteurs hors SCEQE, qui utilisent du charbon, ce qui donne lieu à une augmentation des émissions de GES (Conseil économique danois, 2011). L'exonération de la taxe carbone dans le cas des centrales de cogénération, assortie d'une hausse des taxes sur le charbon, le pétrole et le gaz, permettrait de réduire les émissions dans les secteurs ne relevant pas du SCEQE.

Par ailleurs, on pourrait penser que des politiques visant à développer la production d'électricité d'origine renouvelable sont de nature à renforcer la sécurité énergétique dans les États membres de l'UE. Or, elles entraîneraient certes un recul de la consommation d'énergies fossiles au Danemark, mais aussi une augmentation des émissions de CO₂ dans d'autres États membres de l'UE, provenant d'autres sources couvertes par le SCEQE. Comme cette hausse des émissions de CO₂ signifie que ces autres sources auront

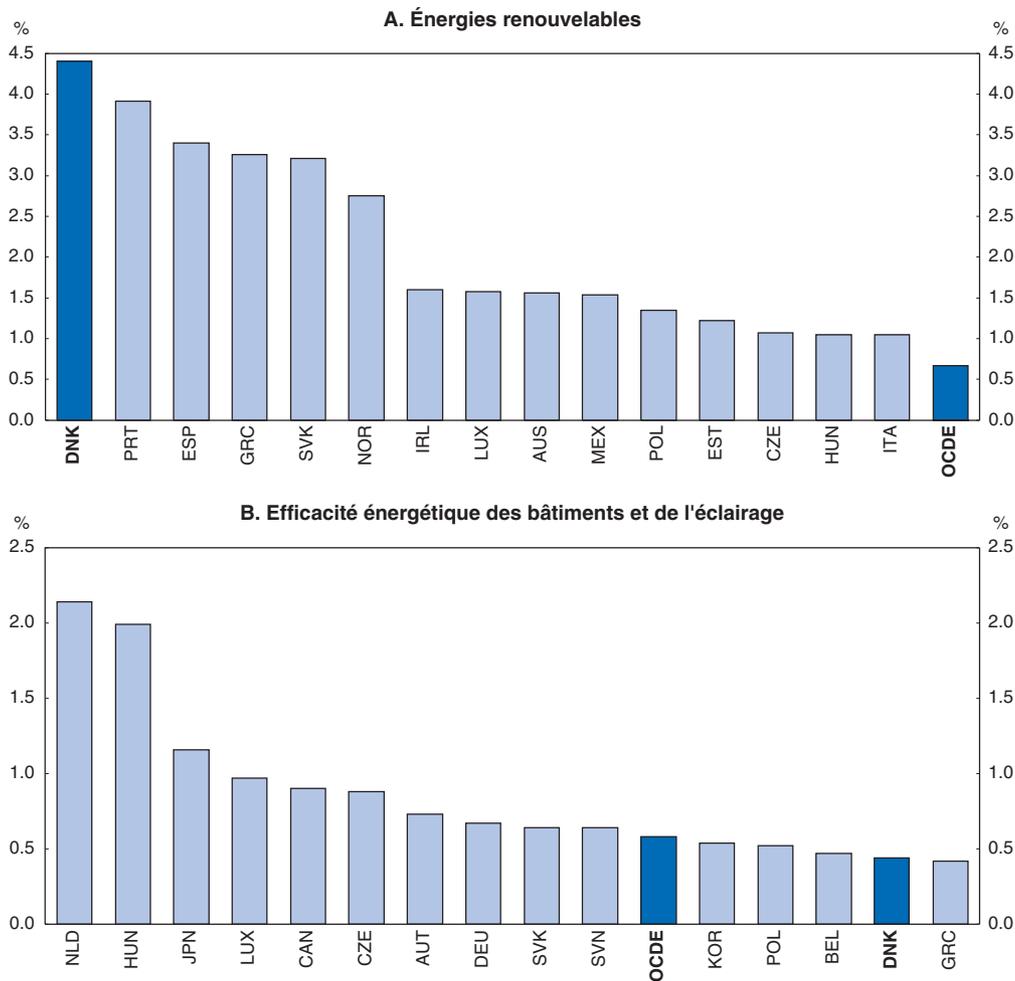
consommé davantage de combustibles fossiles, le recours à ces derniers et, partant, la sécurité énergétique, resteraient inchangés au niveau de l'UE (Braathen, 2011).

Exploiter les possibilités de renforcer le potentiel de croissance grâce aux technologies vertes

Le Danemark a réussi à se placer à l'avant-garde dans les domaines des technologies des énergies renouvelables, notamment pour ce qui est de l'éolien, et des technologies d'amélioration de l'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel (graphique 2.7). Il y est parvenu en mettant en œuvre dans ces filières des politiques audacieuses, dont le succès s'explique notamment parce qu'elles arrivaient à point nommé, au moment où ces technologies faisaient l'objet d'une demande mondiale en hausse, faute d'autres solutions moins coûteuses. Cela étant, il n'est pas sans risques de cibler une gamme étroite de

Graphique 2.7. Le Danemark a largement contribué au développement des technologies liées aux énergies renouvelables¹

En pourcentage du nombre total de demandes de brevets déposées en vertu du Traité de coopération en matière de brevets, 2003-08



1. Le graphique présente les 15 pays de l'OCDE les plus performants.

Source: OCDE (2011), *Vers une croissance verte – Suivre les progrès*.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888932563552>

technologies, le principal étant l'apparition d'une nouvelle technologie plus rentable. Un autre risque tient à la possibilité qu'un autre pays devienne le pionnier dans le même domaine, et parvienne à évincer la plupart de ses concurrents, d'autant plus que certains pays font davantage que le Danemark pour soutenir ces filières. Il importe en conséquence de mettre en œuvre des politiques qui encouragent à saisir les nouvelles chances offertes par la croissance verte, tout en limitant les risques évoqués.

L'action des pouvoirs publics est essentielle pour stimuler l'innovation verte. La raison en est que le marché présente plusieurs défaillances bien connues, la principale étant que les entreprises et les ménages ne sont guère incités à investir dans l'innovation verte s'ils ne doivent pas payer le prix des atteintes qu'ils portent à l'environnement. Pour doper l'innovation verte, il faut que le marché donne des signaux clairs et stables, ce qui est bien le cas au Danemark. Cependant, les instruments fondés sur les prix ne seront pas suffisants pour mobiliser l'investissement public nécessaire dans la recherche fondamentale à long terme. Une analyse récente de l'OCDE montre que la recherche publique devra s'attaquer à de nombreux domaines, et qu'elle devrait recourir de plus en plus à des méthodes pluridisciplinaires et interdisciplinaires (OCDE, 2011b). Le principe de neutralité technologique compte aussi, car les innovations peuvent surgir dans des domaines très divers. Enfin, il faudrait que le cadre global de financement soit crédible et stable pour favoriser l'investissement dans les nouvelles technologies.

Le gouvernement danois n'a cessé d'accroître les dépenses consacrées à la recherche sur l'énergie ces dernières années. Il l'a fait en premier lieu pour favoriser la maturation du marché des technologies existantes, bien que le Programme de développement et de démonstration des technologies soutienne l'essor des nouvelles technologies. Le financement alloué à la recherche plus fondamentale menée dans le domaine de l'énergie par des universités et d'autres établissements de recherche n'a cependant pas augmenté. Par ailleurs, depuis le milieu des années 90, la part des crédits publics de recherche-développement (R-D) affectés à la recherche sur l'environnement sans rapport avec l'énergie se réduit progressivement. Une analyse empirique fondée sur des données de 2000-07 collectées auprès d'entreprises danoises a conclu qu'aucun motif économique ne justifiait l'affectation de dépenses publiques de R-D à la recherche énergétique exécutée par des entreprises privées, contrairement à d'autres recherches relatives à l'environnement (Conseil économique danois, 2011). En conséquence, les politiques de R-D devraient autoriser une certaine souplesse en ce qui concerne le choix des technologies visées, tout comme il conviendrait de les harmoniser afin que toutes les technologies soient traitées sur un pied d'égalité, et de les réévaluer en tenant compte des défaillances particulières du marché auxquelles elles sont censées remédier.

Un système de tarifs d'achat de l'électricité verte est en place également, et c'est la principale mesure en faveur de la production d'électricité renouvelable ; les tarifs d'achat de l'électricité d'origine éolienne sont plus élevés que ceux qui s'appliquent à celle produite avec d'autres énergies renouvelables. Ce dispositif subventionne largement la filière éolienne, car les technologies utilisées dans l'éolien offshore sont encore beaucoup plus coûteuses que d'autres options (AIE, 2010). Les tarifs d'achat, à la différence des certificats d'électricité verte, permettent d'ajuster le montant de la subvention en fonction de la filière concernée, ce qui peut se justifier en raison des différences de structure des coûts et de maturité des technologies. C'est pourquoi on constate que les tarifs d'achat encouragent plus efficacement que les certificats verts des innovations encore loin d'avoir fait une percée sur le marché (Johnstone *et al.*, 2010). Néanmoins, l'expérience montre qu'il

peut se révéler très difficile de revenir sur un soutien consenti sous forme de subvention, même lorsque sa justification initiale n'a plus cours, et que certaines filières ont tendance à en retirer une rente (de Serres et al., 2011). Ces filières peuvent avoir un grand pouvoir de lobbying si la stratégie nationale repose sur elles. Pour limiter ce risque et s'assurer que les solutions exploitées sont les moins coûteuses, les écarts entre les subventions dont bénéficient les différentes technologies devraient trouver leur justification dans la structure de leurs coûts et leur maturité technologique. En l'absence d'une telle justification, il y aurait lieu d'uniformiser davantage les subventions entre les différentes technologies. C'est la démarche suivie par l'Estonie, par exemple, alors que la plupart des autres pays déterminent l'importance du soutien accordé sous la forme de tarifs d'achat en fonction de la technologie utilisée. Le nouveau gouvernement a proposé de réduire les subventions destinées aux futures éoliennes terrestres, dans la mesure où leur coût devrait encore diminuer, tandis que les subventions aux éoliennes en mer seront révisées à la hausse. Il prévoit également de revoir la taxe sur l'énergie et les systèmes de subventions pour renforcer les incitations à passer des combustibles fossiles à l'électricité dans les secteurs ne relevant pas du SCEQE. La course que se font les États membres de l'UE en accordant un soutien à telle ou telle technologie par le biais des tarifs d'achat montre bien qu'une politique communautaire est nécessaire en matière de promotion des énergies renouvelables. Une stratégie commune en la matière visant à minimiser les coûts et les risques et à limiter cette course entre pays de l'Union européenne contribuerait à la réalisation de l'objectif visé concernant les énergies renouvelables avec un bon rapport coût/efficacité (OCDE, 2009c). Ce soutien ne devrait cependant bénéficier qu'aux technologies qui en ont besoin, en sus de celui qui découle du prix du carbone établi dans le cadre du SCEQE.

Réduire au moindre coût les émissions de GES dans les secteurs non couverts par le SCEQE

Les secteurs ne relevant pas du SCEQE sont tenus d'atteindre un objectif national spécifique – une baisse de 20 % des émissions de GES à l'horizon 2020 par rapport au niveau de 2005. Comme, par définition, les émissions de GES dans ces secteurs ne sont pas plafonnées, toute réduction supplémentaire qui y serait enregistrée entraînerait une réduction accrue au niveau de l'UE. Néanmoins, il sera probablement difficile et coûteux de réduire ces émissions, lesquelles n'ont en fait guère diminué par le passé (voir graphique 2.6, partie A).

Les émissions de GES et la consommation de combustibles fossiles dans ces secteurs dépendent des taxes sur l'énergie et de la taxe carbone, qui sont généralement élevées au Danemark (tableau 2.4). Cette fiscalité se concrétise par un taux d'imposition implicite par tonne de CO₂ émise applicable à chaque combustible (graphique 2.8). Au Danemark, comme dans d'autres pays, on observe une certaine hétérogénéité dans la tarification du carbone sous cette forme, alors qu'une approche économiquement efficace pour réduire les émissions de GES exigerait que le prix du carbone soit uniforme, quelle que soit la source concernée.

Le secteur résidentiel est celui dans lequel davantage de réductions des émissions sont probablement réalisables à faible coût (Commission danoise sur la politique climatique, 2010). La consommation d'énergie des bâtiments représente 40 % de la consommation énergétique totale du Danemark. Des problèmes d'information dans le secteur résidentiel sont à l'origine de situations dans lesquelles, même lorsque des incitations économiques sont offertes, des ménages ou des entreprises mal informés risquent d'agir de manière inefficace. Par exemple, les propriétaires sont mieux renseignés

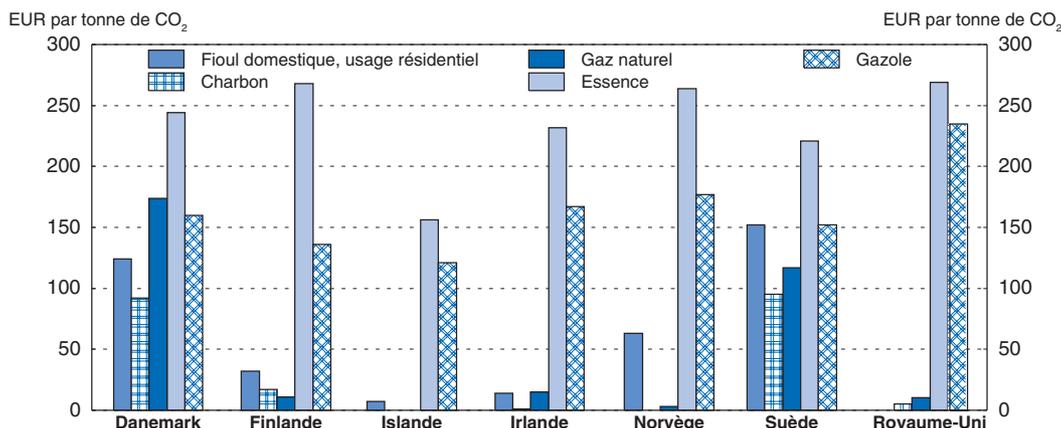
Tableau 2.4. **Taxe carbone et taxes totales sur les produits énergétiques dans certains pays de l'OCDE**

EUR, 2010

	Danemark	Finlande	Islande	Irlande	Norvège	Suède	Royaume-Uni
« Taxe carbone » seulement, par tonne de CO ₂	~20	~30-50	~13	~15	~10-40	~100	-5-30
Fioul domestique à usage résidentiel, par litre	0.33	0.087	0.02	0.04	0.17	0.41	0.0
Charbon, par tonne	270.80	50.5	0.0	4.18	0.0	278.2	14.4
Gaz naturel, par m ³	0.35	0.02	0.0	0.03	0.01	0.24	0.02
Gaz naturel, par MWh	31.90	2.1	0.0	2.8	0.5	21.4	1.8
Essence, par litre	0.57	0.63	0.36	0.54	0.62	0.52	0.63
Gazole, par litre	0.43	0.36	0.32	0.45	0.47	0.41	0.63

Note : cette comparaison doit être utilisée avec prudence (se reporter à la source pour plus de détails). Sur la première ligne ne figurent que les « taxes carbone », tandis que les suivantes indiquent tous les droits d'accise perçus sur les produits énergétiques mentionnés.

Source : Braathen (2011).

Graphique 2.8. **Taux d'imposition implicites par tonne de CO₂ émise dans certains pays de l'OCDE**EUR par tonne de CO₂, 2010

Source : Braathen (2011).

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888932563571>

que les locataires, mais guère incités à installer les équipements les plus économes en énergie car ils n'acquittent pas eux-mêmes la facture énergétique (OCDE, 2009a ; AIE, 2007b). Des réglementations bien conçues peuvent régler ces problèmes : le Danemark en a adopté une série pour favoriser les économies d'énergie dans les bâtiments, notamment un code de construction rigoureux pour les nouveaux bâtiments, ainsi que des règlements sur l'étiquetage énergétique des bâtiments et le contrôle des installations de chauffage. Certaines aides à l'installation de pompes à chaleur dans des zones non connectées au réseau sont prévues également.

La Commission danoise sur la politique climatique a conclu qu'il n'était pas nécessaire d'imposer d'autres exigences, plus sévères que ne le sont celles déjà en vigueur, en ce qui concerne les bâtiments neufs. L'essentiel sera d'appliquer la réglementation et de vérifier qu'elle est respectée. Étant donné que les bâtiments existants offrent de plus grandes possibilités de réduire la consommation d'énergie et de les exploiter à moindre coût, il faudrait des incitations plus fortes à améliorer leurs performances énergétiques dans le cadre de rénovations ou de remplacements effectués pour d'autres raisons. Les

taxes sur l'énergie ont un rôle incitatif car les combustibles fossiles sont encore abondamment utilisés pour le chauffage des locaux.

Les émissions liées aux transports représentent une part considérable des émissions hors SCEQE, et elles ne cessent d'augmenter. Le secteur des transports est actuellement très tributaire des carburants fossiles, et aucune énergie de substitution n'est compétitive, ni sur le plan technologique, ni du point de vue des prix. Par conséquent, réduire les émissions de GES de ce secteur et l'affranchir des énergies fossiles est, parmi les ambitions du Danemark, le plus grand défi que le pays est appelé à relever.

Une possibilité, pour limiter les émissions, consiste à opérer un transfert modal de la route vers d'autres modes de transport. Cependant, la Commission danoise sur la politique climatique a conclu, à partir des études de référence utilisées pour élaborer ce rapport, que même en doublant la capacité des transports publics de voyageurs (trains et autobus), le nombre de voitures ne diminuera que de 15 % environ, pourcentage qui sera dépassé par l'augmentation prévue du parc automobile durant la prochaine décennie. La tarification routière est une autre solution envisageable pour limiter la circulation automobile, mais le Danemark n'y a pas recours, sauf sur certains ponts. Le nouveau gouvernement a toutefois proposé, dans le projet de loi de finances pour 2012, de mettre en place un péage de congestion à Copenhague (voir ci-dessous et encadré 2.3).

Encadré 2.3. Copenhague, un paradis vert ?

Si les villes sont à l'origine d'une part importante des émissions de GES parce qu'elles représentent aussi un fort pourcentage du PIB et de la population, elles ne sont pas toujours les sources de pollution les plus importantes quand les émissions sont exprimées par habitant (Hoorweg et al., 2011). Copenhague a valeur d'exemple à cet égard : en 2005, les émissions de CO₂ par habitant dans la commune de Copenhague correspondaient à la moitié environ de la moyenne nationale. Ce résultat témoigne du potentiel de réduction des émissions de GES par habitant dans les agglomérations. Par exemple, la plus forte densité de population rend les transports publics plus attractifs, ce qui limite la circulation automobile ; elle facilite aussi l'exploitation de réseaux de chauffage urbain et en réduit le coût (OCDE, 2011c). En revanche, il est plus difficile de lutter contre certaines émissions de GES imputables à l'agriculture, d'où le niveau relativement élevé des émissions par habitant dans les zones rurales. La suburbanisation peut, elle aussi, contribuer largement aux émissions de GES.

Copenhague est d'ores et déjà une ville à faible émission de CO₂, mais elle prévoit d'améliorer encore ses résultats à cet égard et de devenir la première capitale neutre en carbone en 2025. Entre-temps, la ville s'est fixé comme objectif de réduire ses émissions de CO₂ de 20 % entre 2005 et 2015. La stratégie de Copenhague s'appuie sur des plans et des mesures très semblables à ceux que le pays envisage à l'échelon national, mais elle en prévoit certains autres, plus ambitieux, à savoir :

- La réduction des émissions devrait être réalisée à hauteur de 75 % dans le secteur de l'énergie en remplaçant les combustibles fossiles par d'autres formes d'énergie. Aujourd'hui, la plupart des logements dans Copenhague sont connectés à un réseau de chauffage urbain alimenté par des centrales de cogénération et par l'incinération des déchets, ce qui a permis de réduire sensiblement les émissions de CO₂ sans toutefois remédier à la forte dépendance à l'égard des combustibles fossiles. Pour réduire encore plus les émissions, il faudrait recourir davantage aux énergies renouvelables dans la production d'électricité. En particulier, la commune prévoit de développer la cogénération alimentée à la biomasse et l'énergie éolienne.

Encadré 2.3. Copenhague, un paradis vert ? (suite)

- Le secteur des transports devrait représenter 10 % de la réduction des émissions, obtenus en favorisant encore plus la marche et le vélo. En 2010, 35 % déjà du total des déplacements effectués pour se rendre sur le lieu de travail ou les établissements d'enseignement dans la ville de Copenhague étaient effectués en vélo, et la part des déplacements des personnes travaillant et résidant à Copenhague atteint 50 % du total. La commune prévoit aussi d'améliorer la qualité des transports publics et de promouvoir le covoiturage. Des normes d'émission de CO₂ plus strictes sont progressivement adoptées pour les autobus, et la ville utilise actuellement à titre expérimental des autobus et des voitures communales électriques. Le nombre de places de stationnement est limité. Après une phase de consultations sera instauré un péage de congestion, dont les recettes serviront à financer l'amélioration des transports en commun.
- Par ailleurs, 10 % de la réduction prévue devraient concerner les bâtiments, par suite d'efforts particuliers consacrés à l'amélioration de l'efficacité énergétique des immeubles communaux.
- Les 5 % restants devraient découler de changements de comportement des ménages et des entreprises encouragés par des campagnes d'information et de formation, ainsi que de l'urbanisation.

En poursuivant son action sur cette voie, la commune escompte réduire ses émissions de CO₂ de 45 % entre 2005 et 2025. La neutralité totale en carbone devrait se concrétiser à la faveur d'investissements dans l'installation d'un plus grand nombre d'éoliennes, ou de mesures de reboisement visant à séquestrer davantage de CO₂.

Les villes ont un rôle clé à jouer dans la lutte contre le changement climatique, mais elles doivent aussi s'adapter à ses conséquences. Étant donné la faible élévation de Copenhague par rapport au niveau de la mer, elle est potentiellement exposée à des inondations côtières qui accentueront le changement du climat. La ville a d'ores et déjà pris un certain nombre de mesures d'adaptation à ces effets de l'évolution du climat, et elle a élaboré un « plan d'adaptation ». Selon les estimations de l'OCDE, en partie grâce à ces mesures, la ville n'est pas particulièrement vulnérable aux phénomènes provoqués par les variations du niveau de la mer (Hallegatte *et al.*, 2008).

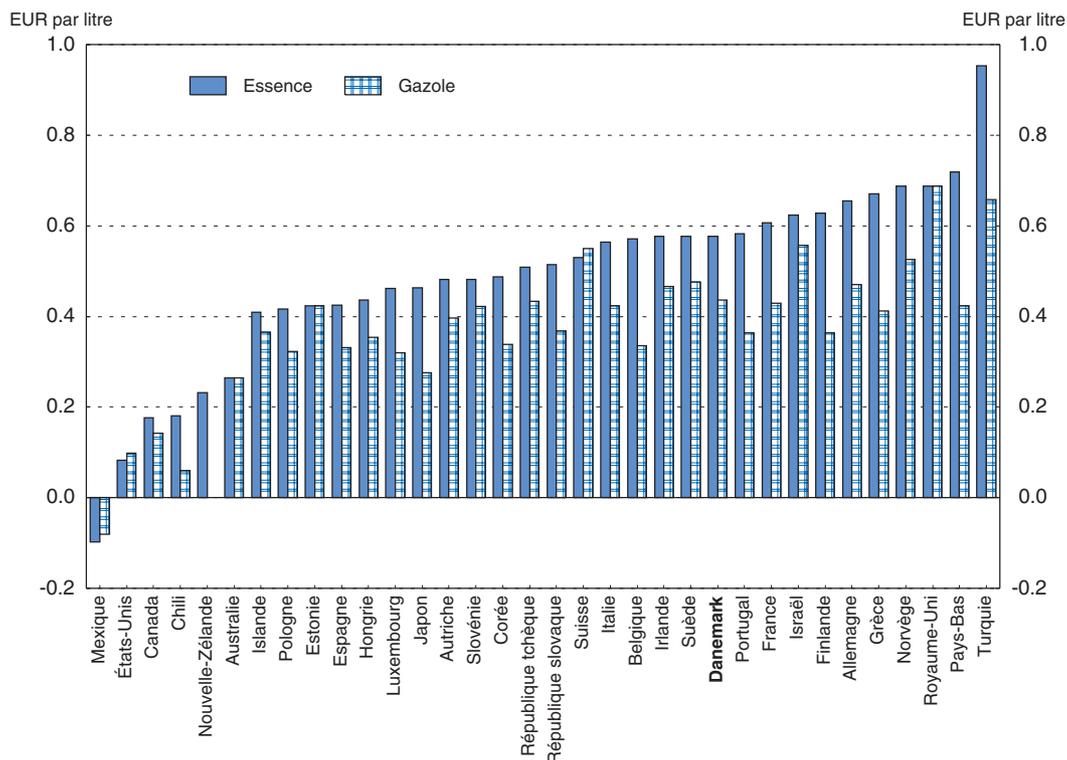
En dépit de ces réalisations et objectifs remarquables, la qualité de l'air à Copenhague ne se range pas parmi les meilleures dans une série de villes choisies dans la zone OCDE. Les émissions de particules, dont il est prouvé qu'elles sont très nocives pour la santé, étaient encore relativement élevées en 2008 malgré les réductions passées. Cela tient notamment à la pollution imputable aux voitures diesel et aux poêles à bois (OCDE, 2009b). Ces émissions ont peut-être encore diminué récemment, à la faveur de la création de « zones à faibles émissions »*, et les mesures de limitation des émissions de CO₂ présenteront comme avantage connexe de faire baisser les émissions de particules (Bollen *et al.*, 2009). Néanmoins, il faudra peut-être redoubler d'efforts dans ce domaine.

* Depuis 2006, les quatre plus grandes villes du Danemark sont autorisées à instaurer des zones à faibles émissions dans lesquelles les poids lourds ne sont autorisés à circuler que s'ils respectent certaines normes d'émission de particules.

Les taxes sur les carburants fossiles encouragent les automobilistes à moins se servir de la voiture. Au Danemark, comme dans de nombreux autres pays, le gazole est moins lourdement taxé que l'essence (graphique 2.9). Dans la mesure où le gazole contient davantage de carbone que l'essence, le prix implicite du carbone qui s'y rattache est

Graphique 2.9. **Taxes énergétiques sur l'essence et le gazole**

EUR par litre, 2011



Source : Base de données de l'OCDE et de l'Agence européenne pour l'environnement (AEE) sur les instruments employés dans la politique de l'environnement.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888932563590>

sensiblement inférieur à celui qui s'applique à l'essence. Il y a donc une marge pour relever la taxation du gazole, encore que cela risque d'entraîner une augmentation du phénomène dit de « tourisme à la pompe ». Dans le secteur des transports, en sus de la taxe carbone et des taxes sur l'énergie, les véhicules motorisés sont assujettis à certaines taxes périodiques et à une taxe sur les voitures neuves payable une seule fois. Celles-ci dépendent de la consommation de carburant du véhicule, mais elles sont dans l'ensemble élevées au Danemark, et incitent donc à réduire l'usage de la voiture (Braathen, 2011). La taxe d'immatriculation est particulièrement élevée : le taux de base est égal à 105 % de la valeur de la voiture si son prix est inférieur à 10 000 EUR, et à 180 % au-delà de ce seuil, sauf dans le cas des voitures électriques, qui en sont exonérées. Cette taxe constitue une incitation ponctuelle à acheter une voiture qui rejette moins d'émissions, mais elle n'encourage pas à réduire les émissions après l'acquisition (OCDE, 2010a). De plus, il se peut que son niveau élevé ait un effet dissuasif sur les achats de véhicules, qui amène les automobilistes à continuer d'utiliser des voitures plus anciennes et plus énergivores. Comme les émissions varient en fonction de l'utilisation des véhicules à moteur, il serait plus efficace par rapport aux coûts de moins taxer les véhicules et davantage les carburants, tant que cet ajustement ne donne pas lieu à une forte augmentation du tourisme à la pompe.

Le développement des technologies de motorisation électrique est actuellement favorisé moyennant des mesures de dégrèvement fiscal et le subventionnement d'un

« programme expérimental ». Il serait sans doute très coûteux de prendre d'autres mesures destinées à favoriser ce développement. Cela étant, on pourrait faire valoir que ce serait une approche efficace, puisque les émissions imputables à la consommation d'essence et de gazole seraient remplacées par des émissions dues à la production d'électricité, lesquelles sont plafonnées dans le cadre du SCEQE, et qu'il en résulterait donc une réduction des émissions dans leur ensemble.

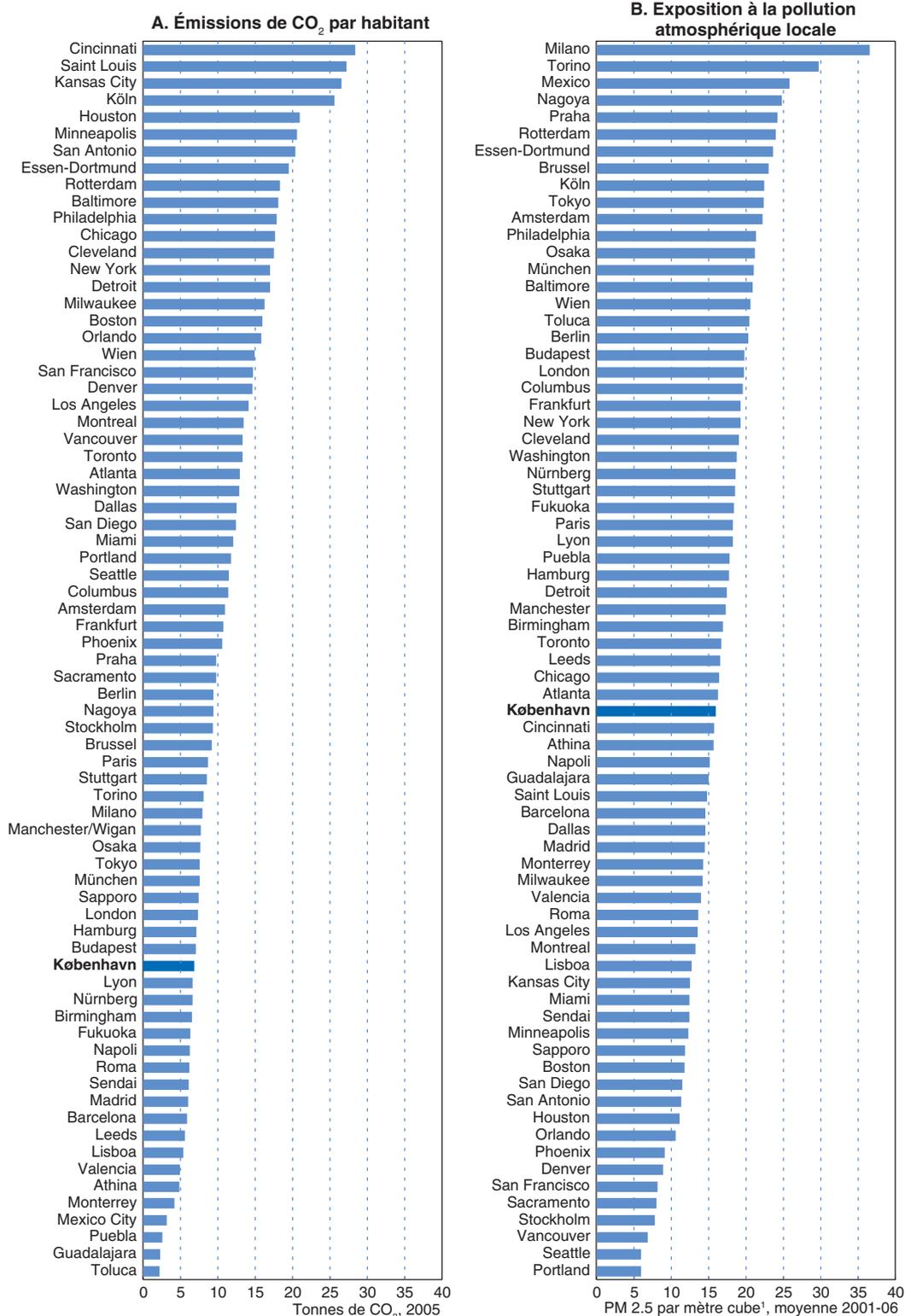
En raison de la décentralisation d'une part importante des dépenses au Danemark, les politiques adoptées au niveau local pour réduire les émissions de GES ont un grand rôle à jouer. La ville de Copenhague ambitionne de devenir neutre en carbone à l'horizon 2025, et elle a adopté un certain nombre de mesures à cette fin (encadré 2.3). Elle enregistre d'ores et déjà des émissions de CO₂ par habitant relativement faibles (graphique 2.10, partie A). Les mesures permettant de les réduire davantage dans les secteurs non couverts par le SCEQE, tels le secteur résidentiel ou celui des transports, revêtent une importance particulière, car elles contribueront à la baisse des émissions dans l'ensemble de l'UE. Quant à celles qui s'appliqueront dans le secteur des transports, elles feront aussi diminuer les émissions de polluants atmosphériques locaux, qui sont encore relativement élevées (graphique 2.10, partie B). Le nouveau gouvernement prévoit de mettre en place une taxe de congestion, à l'instar de celles appliquées à Londres et à Stockholm par exemple, afin d'atténuer les encombrements et la pollution atmosphérique locale. L'effet de cette taxe sur les émissions de GES et de polluants atmosphériques locaux dépendra de la conception du système. Si c'est un péage cordon, comme celui qui est actuellement à l'étude pour Copenhague, il risque d'avoir un effet limité et d'accroître dans une certaine mesure le volume du trafic qui contourne la zone soumise à péage. Un système comme celui qu'il était envisagé à un moment de mettre en place aux Pays-Bas – qui devait reposer sur la technologie GPS (système mondial de localisation), une tarification kilométrique et une surtaxe aux heures de pointe, et s'appliquer à tout le réseau routier – abaisserait probablement davantage les émissions de polluants (OCDE, 2010b). De plus, l'expérience acquise dans d'autres pays montre que ce type de taxe ne permet d'obtenir des avantages nets que si la congestion est grave sur le réseau routier et faible dans les transports publics (OCDE, 2011a). L'infrastructure routière de Copenhague est peut-être moins encombrée que celle de plusieurs autres grandes villes, mais la congestion y a fortement augmenté ces dernières années.

Réduire les émissions de GES de l'agriculture

L'agriculture est à l'origine d'environ un tiers des émissions de GES provenant des secteurs hors SCEQE. Les émissions de l'agriculture autres que celles de CO₂ ne sont soumises à aucune taxation spécifiquement liée aux GES, mais elles ont nettement diminué ces dernières années, notamment par suite des valeurs limites d'émission fixées pour l'azote dans le cadre de plusieurs plans d'action successifs concernant le milieu aquatique (encadré 2.4).

Les émissions hors CO₂ de l'agriculture ont d'ores et déjà affiché un net recul ces dernières années grâce à l'application des politiques concernant la qualité de l'eau, et elles diminueront encore en raison de la complémentarité induite par la hausse des taxes sur l'énergie. De plus, la tarification des émissions hors CO₂ de l'agriculture procurerait des avantages économiques, dans la mesure où elle encouragerait une atténuation efficace par rapport à son coût, tout en corrigeant la situation actuellement déséquilibrée, qui favorise des activités relativement économes en énergie mais grosses émettrices de méthane et

Graphique 2.10. **Émissions de GES et de polluants atmosphériques locaux dans les grandes zones métropolitaines**



1. Quantité de particules fines (PM2.5) par mètre cube d'air pondérée par la population, moyenne sur 2001-06.

Source : OCDE (à paraître en 2012) : « Redéfinir le milieu urbain : une nouvelle façon de mesurer les zones métropolitaines ».

Encadré 2.4. **Les politiques danoises relatives au milieu aquatique et leurs avantages connexes en termes de réduction des émissions agricoles de GES**

Le Danemark est l'un des pays de l'UE où la part du territoire occupé par les surfaces agricoles est la plus forte. Dans le passé, une proportion trop importante de basses terres ont été transformées en espaces agricoles et soumises à une exploitation intensive. L'utilisation excessive d'engrais a entraîné des rejets d'azote et de phosphore dans les eaux côtières et les lacs, ainsi que l'émission de grandes quantités d'oxyde d'azote, un gaz à effet de serre. Depuis la fin des années 80, des mesures ont été prises pour réduire ces rejets, mais aussi pour améliorer la qualité des eaux souterraines, afin que les concentrations de nitrates dans l'eau de distribution publique ne dépassent pas les valeurs limites. Ces mesures ont réduit de plus de moitié les ruissellements d'origine agricole, mais elles ont eu un coût très élevé (OCDE, 2007b).

Les deux premiers plans de réduction de la pollution de l'eau d'origine agricole ont été lancés en 1987 et 1991, et le second a instauré des normes d'utilisation d'engrais applicables à toutes les exploitations et accompagnées d'un système de taxation des dépassements (OCDE, 2003). Le deuxième Plan d'action pour le milieu aquatique est entré en vigueur en 1998 et avait pour but de réduire le lessivage de l'azote de 37 000 tonnes supplémentaires à l'horizon 2003, de façon à obtenir au total une baisse de près de 50 % par rapport au niveau du milieu des années 80. Il comportait des mesures liées aux superficies – subventions en faveur de la transformation de terres agricoles en terres humides, en espaces boisés ou en herbages, de leur conversion à l'agriculture biologique ou de leur mise hors production – et des mesures liées aux exploitations – modifications de l'alimentation des animaux, diminution du chargement en bétail, abaissement des normes relatives à l'azote, meilleure utilisation de l'azote contenu dans les engrais de ferme, etc. La réduction du lessivage dans le cadre de ce plan d'action a coûté 2 EUR par kilogramme d'azote en moyenne, avec cependant d'importantes variations entre les différentes mesures, ce qui donne à penser qu'elle aurait pu être obtenue pour un coût moindre. En l'occurrence, la transformation en terres humides, la modification de l'alimentation des animaux et l'amélioration de l'utilisation de l'azote dans la gestion des engrais de ferme ont été parmi les mesures les moins coûteuses.

Lancé en 2005 et étroitement lié à la directive-cadre sur l'eau de l'UE, le troisième Plan d'action pour le milieu aquatique a fixé plusieurs objectifs à atteindre à l'horizon 2015, dont les suivants :

- Réduire de 50 % les excédents de phosphore agricole au moyen d'une taxe de 4 DKK par kilogramme de phosphore minéral et de l'amélioration de l'utilisation du phosphore sur la base de nouvelles études.
- Diminuer les rejets de phosphore en créant le long des lacs et des cours d'eau 50 000 hectares de zones tampons dépourvues de toute culture pour retenir le phosphore provenant des autres zones. La création de ces zones devait être favorisée par des transferts volontaires de surfaces mises hors production et par une subvention supplémentaire. Une nouvelle taxe sera instaurée sur l'aquaculture en eau douce, activité à l'origine d'importants rejets de phosphore.
- Abaisser le lessivage de l'azote d'au moins 13 % supplémentaires par la mise hors production de terres, l'amélioration de l'utilisation des aliments pour animaux, la mise en œuvre de la nouvelle réforme de la politique agricole de l'UE et d'autres mesures (par exemple, durcissement de la réglementation relative aux cultures tardives, utilisation de l'azote contenu dans les engrais de ferme et poursuite de la transformation de surfaces en terres humides).

Encadré 2.4. Les politiques danoises relatives au milieu aquatique et leurs avantages connexes en termes de réduction des émissions agricoles de GES (suite)

- Réduire la volatilisation d'ammoniac imputable à l'agriculture par l'optimisation de la manipulation des engrais de ferme, l'interdiction de l'étalement en surface des engrais de ferme, et l'interdiction de l'agrandissement des exploitations d'élevage lorsque cela entraînerait des rejets accrus d'ammoniac dans des espaces naturels vulnérables à ce composé.

En 2009, le précédent gouvernement a signé avec le Parti populaire danois un Accord sur la croissance verte qui permettrait au pays de respecter ses obligations en vertu de la directive-cadre sur l'eau et de la directive Natura 2000 de l'UE et faciliterait le suivi du troisième Plan d'action pour le milieu aquatique. S'agissant de la réduction des émissions de GES, on s'attend à ce que les initiatives proposées dans cet Accord abaissent les émissions agricoles de 800 000 tonnes d'équivalent CO₂ par an. Les possibilités d'obtenir des réductions supplémentaires des émissions d'origine agricole au moyen d'instruments économiques seront analysées plus en détail.

Les complémentarités entre les politiques relatives au milieu aquatique et les politiques de lutte contre les émissions de CO₂ sont vraisemblablement importantes, même si leur mesure pourrait être améliorée au moyen de nouveaux travaux de modélisation. Il n'en reste pas moins que des mesures supplémentaires de réduction des émissions agricoles de GES s'imposeront probablement pour que le Danemark atteigne son objectif à long terme concernant les émissions de gaz à effet de serre.

d'hémioxyde d'azote. Parmi les possibilités à cet égard, on peut citer la réduction de la culture intensive dans les terres de faible élévation, importante source d'émissions d'hémioxyde d'azote, et l'enfrichement de ces terres et/ou leur conversion à des cultures énergétiques. De même, dans le secteur de l'élevage, il existe plusieurs technologies pour réduire les émissions de méthane et d'hémioxyde d'azote liées à la gestion et au stockage des effluents d'élevage. En outre, comme l'agriculture est subventionnée au niveau communautaire, la tarification de ces émissions générerait des gains d'efficacité, d'où des avantages à la fois écologiques et économiques, qui s'ajouteraient aux autres avantages connexes découlant d'une moindre pollution de l'eau.

Les politiques agricoles étant définies dans une large mesure au niveau de l'UE, un instrument communautaire de limitation de ces émissions serait la solution idéale. Comme il n'est pas possible de mesurer directement les émissions agricoles de méthane et d'hémioxyde d'azote, il faut les estimer au niveau de chaque exploitation sur la base des types de bétail et des apports d'azote, ce qui risque de poser des problèmes lors de la prise en compte de ces émissions dans le cadre du SCEQE. On pourrait également taxer directement l'azote et le bétail, afin de réduire les frais d'enregistrement et de contrôle (Conseil économique danois, 2011). Le Danemark pourrait œuvrer au niveau communautaire en faveur de l'adoption de politiques permettant d'attribuer indirectement un prix à ces émissions, une possibilité – quoique imparfaite – étant de taxer les intrants agricoles.

Trouver le bon équilibre entre les réductions des émissions de GES réalisées dans le pays et hors du Danemark

Selon les prévisions, il sera difficile et onéreux de réduire largement les émissions de GES dans les secteurs ne relevant pas du SCEQE. Des simulations modélisées révèlent que le coût d'une baisse de 20 % des émissions dans ces secteurs serait important s'il fallait y procéder au niveau national (Conseil économique danois, 2011). Selon ces estimations, dans l'hypothèse où toutes les réductions seraient le fruit de l'application d'un prix uniforme du carbone, celui-ci devrait être fixé à un niveau très élevé (280 EUR par tonne de CO₂), étant donné la forte pente de la courbe des coûts marginaux de la réduction des émissions dans les secteurs hors SCEQE. Ces estimations, très incertaines et fortement tributaires des hypothèses retenues, montrent néanmoins que, en termes de rapport coût-efficacité, il faudrait probablement engager la plupart des actions envisageables dans les secteurs hors SCEQE à un stade ultérieur de la transition, après avoir épuisé toutes les possibilités à moindre coût dans les secteurs couverts par le SCEQE ; elles révèlent aussi que le Danemark devrait réaliser en partie son objectif en finançant des réductions des émissions hors de son territoire, par l'achat de permis internationaux.

Le niveau de la taxe carbone nationale détermine en partie les avantages et les inconvénients des réductions obtenues sur le territoire national en regard de celles réalisées à l'étranger moyennant l'acquisition de permis d'émission. À première vue, il y a deux possibilités en matière de fixation de la taxe carbone nationale applicable dans les secteurs hors SCEQE :

- La taxe pourrait être fixée à un niveau égal au prix des permis d'émission achetés à l'étranger ou bien, actuellement, au prix des crédits du mécanisme pour un développement propre (MDP). Ainsi, le coût de réalisation de l'objectif climatique serait réduit, mais il y aurait un écart de taxation du carbone entre les secteurs couverts par le SCEQE et les autres, car le prix du carbone dans le cadre du SCEQE serait supérieur à celui des crédits carbone du MDP, en raison du moindre coût des possibilités de réduction des émissions dans les pays hors annexe I. De plus, le fait de s'en remettre davantage à la réduction des émissions à l'étranger risque d'être moins efficace du point de vue environnemental, compte tenu des faiblesses méthodologiques et pratiques d'un mécanisme tel que le MDP, notamment des difficultés à définir un niveau de référence approprié, auxquelles s'ajoutent les problèmes d'additionnalité (Wara et Victor, 2008).
- La taxe carbone pourrait aussi être fixée à un niveau égal au prix du carbone qui s'applique dans les secteurs relevant du SCEQE, comme l'a proposé la Commission danoise sur la politique climatique. Cette solution garantirait une répartition économiquement efficace des réductions des émissions entre tous les secteurs de l'économie danoise, mais elle impliquerait de ne pas tirer parti de toutes les possibilités d'atténuation peu onéreuses qu'offrent les mécanismes de flexibilité du protocole de Kyoto, ce qui alourdirait le coût de réalisation de l'objectif. Cependant, comme les mécanismes tels que le MDP sont entachés de graves imperfections, ce serait peut-être l'option préférable.

En dernier ressort, la capacité du Danemark d'atteindre ses objectifs les plus ambitieux dépendra des progrès technologiques réalisés au niveau international. Il importera par conséquent que le pays réévalue ses objectifs en fonction de ces évolutions, notamment dans le secteur des transports, et qu'il ajuste en conséquence la part des réductions des émissions de GES à réaliser sur son territoire en finançant des réductions de

ces émissions à l'étranger. Les technologies moins matures présentent des risques, mais les plus matures aussi. Dans la filière éolienne, un des problèmes à surmonter concerne les fluctuations de la production et de la demande d'électricité : en témoignent les prix négatifs apparus en 2009 sur le marché nordique de l'électricité afin de permettre aux producteurs de payer pour pouvoir mettre sur le marché l'électricité produite en périodes de grand vent au lieu de devoir prendre en charge les coûts d'ajustement (Nordic Energy Regulators, 2011). Les producteurs danois ont eu recours à cette solution même si leur production est fortement subventionnée. De même, les effets préjudiciables du bruit, s'agissant des sons de basses fréquences, ont provoqué des réactions négatives au sein de l'opinion publique, surtout dans le cas des éoliennes terrestres, alors que les discussions sur la compensation des réductions des émissions de CO₂ réalisées grâce à l'éolien au niveau de l'UE prennent de l'importance dans le débat public⁵. Enfin, si la technologie de captage et de stockage du carbone était mise sur le marché à des prix compétitifs, l'abandon des combustibles fossiles deviendrait beaucoup moins important.

Encadré 2.5. **Recommandations concernant les politiques relatives à l'énergie et au changement climatique**

- Réévaluer régulièrement les objectifs nationaux en fonction des évolutions internationales et des progrès technologiques. Ajuster en conséquence la part des réductions des émissions de gaz à effet de serre (GES) à réaliser sur le territoire danois, en finançant de telles réductions à l'étranger.
- Œuvrer activement à l'instauration d'un plafonnement plus contraignant dans le cadre du système communautaire d'échange de quotas d'émission (SCEQE) lors des futures négociations qui auront lieu au niveau de l'Union européenne (UE).
- Veiller à ce que les mesures de soutien aux énergies renouvelables jouent en faveur des solutions les moins coûteuses en matière de réduction des émissions de GES, et éviter de favoriser une technologie en particulier. Œuvrer au niveau de l'UE à la mise en place d'une stratégie commune, afin de contribuer à la réalisation au moindre coût des objectifs communautaires en matière d'énergies renouvelables.
- Rationnaliser le système danois de taxation de l'énergie, en vue d'harmoniser les prix implicites du carbone. Revoir notamment à la hausse les taux des taxes prélevées sur le charbon et le gazole, afin de réduire l'écart de prix implicite du carbone par rapport à l'essence.
- Au niveau de l'UE, militer en faveur de l'adoption d'une politique commune de limitation des émissions agricoles de GES autres que le CO₂.

Notes

1. Ainsi, les pics observés récemment correspondent à une forte production d'électricité d'origine éolienne au Danemark, combinée à de faibles précipitations qui limitent la production d'hydroélectricité dans les pays nordiques.
2. L'année de référence est 1990 pour le CO₂, le méthane et l'oxyde nitreux, et 1990 ou 1995 pour les GES d'origine industrielle. D'après la Stratégie climatique 2003 du Danemark, l'objectif aurait été dépassé de 20 à 25 milliers de tonnes d'équivalent CO₂ chaque année pendant la période 2008-12, sans mesure complémentaire.
3. Wurzel et al. (2009) analysent les diverses façons dont les économies sont touchées par les chocs pétroliers.

4. Étant donné que la production d'électricité est une activité régie par les lois du marché, l'augmentation correspondant au prix du carbone qui résulte de la mise en place du SCEQE a été répercutée sur les consommateurs d'électricité, en sus de la taxe carbone danoise. En revanche, la production de chauffage urbain par cogénération est une activité sans but lucratif qui, en bénéficiant de quotas alloués à titre gratuit, aurait vu son prix réduit : c'est pourquoi il a été décidé de maintenir la taxe carbone dans ce secteur.
5. Se reporter à l'interview récente de l'un des sages du Conseil économique danois (« Vismænd: Flere danske vindmøller skader klimaet », *Børsen*, 8 novembre 2011) ainsi qu'à l'article « An Ill Wind Blows for Denmark's Green Energy Revolution », *The Telegraph*, 12 septembre 2010.

Bibliographie

- Agence danoise de l'énergie (2011), *Danish Energy Outlook*, Copenhague, mai.
- AIE (Agence internationale de l'énergie) (2007a), *Climate Policy Uncertainty and Investment Risk*, Paris.
- AIE (2007b), *Mind the Gap*, Paris.
- AIE (2010), *Energy Technology Perspectives*, Paris.
- Bohi, D. et M. Toman (1996), *The Economics of Energy Security*, Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA.
- Bollen, J., B. Guay, S. Jamet et J. Corfee-Morlot (2009), « Co-benefits of Climate Change Mitigation Policies: Literature Review and New Results », *Documents de travail du Département des affaires économiques de l'OCDE*, n° 692.
- Braathen, N.A. (2011), « Carbon-Related Taxation in OECD Countries and Interactions Between Policy Instruments », in L. Kreiser et al. (dir. de publ.) (2011), « Environmental Taxation and Climate Change: Achieving Environmental Sustainability through Fiscal Policy », *Critical Issues in Environmental Taxation*, vol. X, Edward Elgar, Cheltenham / Northampton.
- Commission danoise sur la politique climatique (2010), *Green Energy: The Road to a Danish Energy System Without Fossil Fuels*, septembre.
- Conseil économique danois (2011), *Economy and Environment 2011*, mai.
- de Serres, A., J. Llewellyn et P. Llewellyn (2011), « The Political Economy of Climate Change Mitigation Policies: How to Build a Constituency to Address Global Warming? », *Documents de travail du Département des affaires économiques de l'OCDE*, n° 887.
- Gouvernement danois (2011a), *Our Future Energy*, Copenhague, novembre.
- Gouvernement danois (2011b), *Energy Strategy 2050: From Coal, Oil and Gas to Green Energy*, Copenhague, février.
- Hallegatte, S., N. Patmore, O. Mestre, P. Dumas, J. Corfee-Morlot, C. Herweijer et R. Muir Wood (2008), « Assessing Climate Change Impacts, Sea Level Rise and Storm Surge Risk in Port Cities: A Case Study on Copenhagen », *Documents de travail de l'OCDE sur l'environnement*, n° 3.
- Hoonweg, D., L. Sugar et C.L. Trejos Gomez (2011), « Cities and Greenhouse Gas Emissions: Moving Forward », *Environment and Urbanization*, vol. 23, n° 2.
- Johnstone, N., I. Hascic et D. Popp (2010), « Renewable Energy Policy and Technological Innovation: Evidence Based on Patent Counts », *Environmental & Resource Economics*, vol. 45, n° 1.
- Ministère du Climat et de l'Énergie (2009), *Denmark's Fifth National Communication on Climate Change*, Copenhague.
- Nordic Energy Regulators (2011), *Nordic Market Report 2011*, n° 3.
- OCDE (2003), *Études économiques de l'OCDE, Danemark*, Paris.
- OCDE (2007a), *Examens environnementaux de l'OCDE : Danemark*, Paris.
- OCDE (2007b), *Instrument Mixes Addressing Non-Point Sources of Water Pollution*, Paris.
- OCDE (2009a), *Économie de la lutte contre le changement climatique : Politiques et options pour une action globale au-delà de 2012*, OCDE, Paris.
- OCDE (2009b), *OECD Territorial Reviews: Copenhagen, Denmark*, Paris.
- OCDE (2009c), *Études économiques de l'OCDE – Union européenne*, Paris.
- OCDE (2010a), *La fiscalité, l'innovation et l'environnement*, Paris.

OCDE (2010b), *Études économiques de l'OCDE – Pays-Bas*, Paris.

OCDE (2011a), *Vers une croissance verte*, Paris.

OCDE (2011b), *Fostering Innovation for Green Growth*, Paris.

OCDE (2011c), *Cities and Climate Change*, Paris.

Wara, W. et D. Victor (2008), « A Realistic Policy on International Carbon Offsets », *Working Paper n° 74*, Stanford University.

Wurzel, E., L. Willard et P. Ollivaud (2009), « Recent Oil Price Movements: Forces and Policy Issues », *Documents de travail du Département des affaires économiques de l'OCDE*, n° 737.