



COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

Bruxelles, le 10.1.2007
SEC(2006) 1723

DOCUMENT DE TRAVAIL DES SERVICES DE LA COMMISSION

Communication de la Commission sur la production durable d'électricité à partir de combustibles fossiles: vers des émissions proches de zéro à partir du charbon après 2020

Résumé de l'évaluation des incidences

{COM(2006) 843 final}
{SEC(2006) 1722}
{SEC(2007) 12}

RÉSUMÉ

1. DEFINITION DU PROBLEME

L'utilisation à grande échelle de combustibles fossiles responsables d'émissions de CO₂ constitue la principale cause anthropogénique du changement climatique planétaire.

L'objectif que l'UE s'est fixé est de limiter 2 °C au maximum l'augmentation de la température de la planète par rapport aux niveaux de l'époque préindustrielle, ce qui se traduira par une réduction globale de 15 à 50 % des émissions de gaz à effet de serre en 2050 par rapport à 1990.

Le charbon est le combustible fossile ayant les incidences négatives les plus fortes sur l'environnement. Bien que des améliorations substantielles aient été réalisées en ce qui concerne les polluants traditionnels (NO_x, SO_x, particules), la teneur élevée en carbone du charbon se traduit par d'importantes émissions de dioxyde de carbone lors de sa combustion. Dans l'UE-27, les émissions de CO₂ résultant de la production d'électricité à partir du charbon s'élevaient à quelque 950 millions de tonnes en 2005. Cela représente 70 % du total des émissions de CO₂ provenant de la production d'électricité en Europe et 24 % des émissions de CO₂ dans l'UE tous secteurs confondus. Les chiffres mondiaux les plus récents disponibles sont encore plus impressionnants: près de 8 milliards de tonnes de CO₂ émises lors de la production d'électricité à partir du charbon, soit 76 % des émissions résultant de la production d'électricité et environ 30 % du total des émissions de CO₂ à l'échelle mondiale.

Les réserves de charbon sont réparties de manière plus égale à travers le monde que les réserves d'autres combustibles fossiles. Le charbon peut être acheté auprès d'un certain nombre de pays de pratiquement tous les continents sur un marché mondial dynamique et liquide. Les réserves de houille sont équivalentes à près de 200 ans de production aux niveaux actuels; celles de lignite devraient durer environ 130 ans au niveau de production actuel. Cette situation est plus favorable que celle des réserves estimées de pétrole et de gaz, qui devraient durer environ 40 et 60 ans respectivement (aux niveaux actuels de production).

2. OBJECTIFS

Une brève analyse a démontré que la réduction souhaitée des émissions de CO₂ résultant de la production d'électricité à partir du charbon ne peut pas être réalisée (de manière concurrentielle) uniquement par une amélioration de l'efficacité du cycle de conversion ou uniquement par l'application de la technologie de captage et de stockage du CO₂ (CSC). En se concentrant uniquement sur l'efficacité, on peut arriver à une réduction sensible des émissions de CO₂ spécifiques au cours de la période initiale; il n'est toutefois pas possible d'atteindre l'objectif du niveau d'émissions zéro et, à plus long terme, le niveau total des émissions de CO₂ résultant de la production d'électricité à partir du charbon pourrait même augmenter au cas où, pour l'une ou l'autre raison, la part de cette production dans le bouquet énergétique global dépasserait sensiblement le niveau actuel. La technologie CSC permet à lui seul d'atteindre l'objectif du niveau d'émissions proche de zéro, mais en l'absence

d'amélioration de l'efficacité, la compétitivité de la production d'électricité à partir du charbon serait compromise. Même si cela n'avait aucune conséquence, l'option «CSC seul» exigerait des quantités beaucoup plus importantes de charbon pour le même niveau de production d'électricité et pourrait conduire à un épuisement accéléré des ressources houillères finies et par conséquent à des contraintes supplémentaires en termes de coûts et d'approvisionnement.

Une solution technologique intégrée (ci-après appelée «technologies d'utilisation durable du charbon»), combinant une amélioration de l'efficacité du cycle de conversion (par l'application et le perfectionnement des technologies «du charbon propre» existantes) avec des modules CSC, constitue par conséquent la seule option technologique à long terme permettant d'arriver à la réduction voulue des émissions de CO₂ tout en maintenant la compétitivité du charbon.

L'objectif de la politique au niveau européen devrait être de faciliter les conditions de développement et de déploiement à grande échelle des technologies d'utilisation durable du charbon dans le délai le plus court possible.

Cet objectif général peut être atteint en passant par les étapes opérationnelles suivantes:

- (1) application, le plus tôt possible, des meilleures techniques disponibles dans toutes les centrales à charbon nouvellement construites;
- (2) à partir de 2010, toutes les nouvelles centrales doivent être construites de manière à être «prêtes pour le captage», c'est-à-dire capables d'être équipées ultérieurement de la technologie CSC;
- (3) d'ici à 2020, démonstration à une échelle commerciale de technologies à niveau d'émissions zéro pour la production d'électricité à partir du charbon (en conformité avec les objectifs de la plateforme technologique pour des centrales « zéro émissions»);
- (4) après 2020, les technologies d'utilisation durable du charbon deviendront les technologies de choix pour la production d'électricité à partir du charbon et permettront d'éliminer progressivement la production à émissions non nulles dans ce secteur;
- (5) en tant que leader mondial pour les projets de transfert de technologie dans ce secteur, l'UE reste à la pointe dans le domaine du développement et du déploiement des technologies d'utilisation durable du charbon.

3. ÉTAT ACTUEL DES TECHNOLOGIES D'UTILISATION DURABLE DU CHARBON ET DEFIS RESTANT A RELEVER

Les technologies d'utilisation durable du charbon émergeront de la combinaison de méthodes perfectionnées de charbon propre, d'une haute efficacité de combustion du charbon et d'éléments CSC.

La combustion du charbon pulvérisé (CP) est actuellement la technologie de conversion la plus souvent utilisée. Les technologies nouvellement développées,

outre les versions améliorées du CP (la combustion dite ultra-supercritique – USC), qui comprennent la gazéification intégrée à un cycle combiné (IGCC) et la combustion enrichie en oxygène (OC), offrent des possibilités d'accroître davantage l'efficacité de conversion tout en facilitant la mise en œuvre du captage du CO₂ lors du processus de combustion.

Des activités de recherche, de développement et de démonstration des technologies USC sont nécessaires pour faire progresser les travaux de développement de matériaux, de fabrication de composants, d'essai et de démonstration en conditions réelles. Les technologies IGCC et OC doivent encore être largement améliorées avant que des centrales de ce type puissent devenir des investissements standard pour la production d'électricité. En particulier dans le cas de l'IGCC, une technologie plus robuste, efficace et fiable de gazéification du charbon est nécessaire.

En ce qui concerne le captage du CO₂, des solutions technologiques ont été mises au point et sont appliquées dans d'autres secteurs industriels. Toutefois, la capacité des processus existants est généralement trop petite par rapport aux quantités de CO₂ produites par une centrale de grande taille. On s'attend à ce que les futures activités de R&D ainsi que les travaux d'optimisation et de remaniement conduiront à une baisse considérable du coût du captage du CO₂.

Pour ce qui est du stockage du CO₂ à long terme, les solutions technologiques prévoient l'utilisation de formations géologiques (aquifères salins profonds, gisements de pétrole ou de gaz épuisés, gisements de pétrole et de gaz convenant à une récupération assistée, veines de charbon profondes convenant à la récupération assistée de méthane). D'autres activités de R&D dans ce secteur porteront sur l'intégrité et la sécurité du stockage géologique du CO₂ et les questions de responsabilité. Ces travaux devraient conduire à une confiance accrue dans le stockage géologique du CO₂.

Le déploiement des technologies d'utilisation durable du charbon exigera le stockage des quantités énormes de CO₂. Rien qu'en Europe, le maintien du charbon dans le bouquet énergétique aux niveaux actuels avec une pénétration de 30 % des technologies d'utilisation durable du charbon d'ici à 2030 exigerait le stockage de quelque 300 à 400 millions de tonnes de CO₂ par an; un taux de pénétration de 100 % des technologies d'utilisation durable du charbon d'ici à 2050 conduirait à l'injection souterraine de 900 millions de tonnes de CO₂ par an. Les capacités de stockage géologiques déjà prouvées en Europe sont suffisantes pour le stockage du CO₂. Les formations aquifères en mer du Nord permettent à elles seules de stocker un volume de CO₂ correspondant à plusieurs siècles d'utilisation de charbon en Europe et sont en fait suffisantes bien au-delà du moment où les réserves de charbon seront épuisées.

La viabilité commerciale des technologies d'utilisation durable du charbon devra être démontrée par un certain nombre de projets de démonstration à échelle industrielle qui seront menés sur la base de solutions technologiques incorporant des cycles avancés de conversion de charbon propre à haute efficacité avec captage en précombustion ou postcombustion du CO₂, suivi de son stockage géologique. Pour obtenir des résultats significatifs et acquérir une expérience suffisante, ces projets devront s'étendre sur une période de cinq ans environ. Bien que la taille des différents projets de démonstration puisse varier, le fait qu'ils doivent être réalisés à

une échelle de type industriel exige que leur capacité installée se situe aux alentours de 250-500 MW_e. On estime actuellement que 10 à 12 de ces projets pourraient être réalisés en Europe au cours des années à venir et être opérationnels d'ici à 2015. Il serait ainsi possible d'évaluer, d'ici à 2020, la viabilité commerciale du concept d'utilisation durable du charbon. Le coût de ces installations utilisant les technologies CP actuelles (conformément aux meilleures technologies disponibles) avec la technologie CSC en postcombustion (en supposant un stockage du CO₂ situé à 350 km au maximum du site de production) est estimé à environ 1,7 million d'euros par MWe. Dans le cas des technologies IGCC avec CSC en précombustion, le coût pourrait être d'un peu moins de 1,5 million d'euros par MWe. On peut s'attendre à ce que ces coûts diminuent progressivement avec la maturation de la technologie.

4. CONDITIONS REGLEMENTAIRES/JURIDIQUES ET POLITIQUES/SOCIALES PREALABLES

L'environnement réglementaire actuel ne fournit pas assez d'incitations à investir dans des technologies de réduction radicale des émissions de CO₂. La législation environnementale actuelle a été élaborée avant la mise au point de la technologie CSC et peut créer des obstacles non intentionnels et injustifiés. Les régimes de planification, les systèmes d'élimination des déchets gazeux et les études géologiques doivent être clarifiés pour que les obstacles à la technologie CSC puissent être supprimés. Ces questions font actuellement l'objet d'une étude de la Commission européenne dans le cadre du programme européen sur le changement climatique.

L'absence de chaîne de valeur du CO₂ et d'infrastructures de soutien constitue aujourd'hui également un obstacle à une utilisation durable du charbon. Le système d'échange de quotas d'émission pourrait créer les conditions nécessaires pour l'émergence de cette chaîne de valeur, mais il exclut actuellement les émissions de CO₂ évitées grâce au captage et au stockage. Un environnement réglementaire garantissant l'existence à long terme d'une chaîne de valeur du CO₂ pourrait contribuer au développement des infrastructures pour le CO₂ (conduites, etc.).

5. INCIDENCES PROBABLES DE LA TRANSITION VERS UNE UTILISATION DURABLE DU CHARBON

5.1. Coût de l'électricité produite

Dans le rapport spécial du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), les estimations du coût du captage du CO₂ provenant de la production d'électricité sont très variables, à savoir entre 15 et 75 USD (soit 12 et 60 euros) par tonne de CO₂. Le coût du transport et de l'injection du CO₂ varie également dans une large mesure, d'un peu plus de 1 euro à 13 euros par tonne de CO₂ (transport et injection). Selon certaines estimations, ces chiffres, dans l'économie de la production d'électricité sur la base des technologies actuelles, se traduisent par un coût supplémentaire estimé de 33 % à 57 % pour l'électricité produite à partir du charbon avec la technologie CSC par rapport à celle produite à partir du charbon sans CSC. Toutefois, comme les augmentations estimées du coût ont été établies sur la base de

modèles avec de nouvelles centrales sur la base de la technologie actuelle, il n'a pas été tenu compte des améliorations technologiques prévues au cours des prochaines années. On assistera très probablement à l'avenir à une augmentation de l'efficacité énergétique des installations et une réduction du coût du captage du CO₂, ce qui va certainement se traduire par une baisse sensible du coût de la technologie CSC. En outre, des effets bénéfiques secondaires de la technologie CSC (telle que l'utilisation de flux de CO₂ pour la récupération assistée de pétrole) pourraient conduire à une réduction supplémentaire du coût net des processus CSC.

D'après les modèles et les études disponibles concernant le secteur aval de la production d'électricité avec la technologie CSC, on peut s'attendre à ce que d'ici à 2020, ou peu après, le coût de la production d'électricité n'augmente que d'un peu plus de 10 %, voire pas du tout, par rapport à son coût actuel. Grâce à l'amélioration technologique des processus de conversion du charbon et de captage du CO₂ et au développement des opérations de transport et de stockage, le coût total du captage et du stockage du CO₂ pourra, à moyen terme, être abaissé à un niveau de 20 euros par tonne de CO₂.

Les simulations effectuées par la Commission en coopération avec l'Université technique nationale d'Athènes sur la base du modèle PRIMES montrent que le coût de l'électricité pourrait s'élever à seulement 6 cents/kWh pour certaines combinaisons réalistes de variables fondamentales. Par exemple, à un prix du quota d'émission de CO₂ de 40 euros par tonne et aux prix du charbon et du gaz d'aujourd'hui, le coût de l'électricité produite dans les centrales IGCC avec la technologie CSC est estimé à 6,22 cents/kWh en 2025 et à 6,144 cents/kWh en 2030 (aux prix de 2006). Ces coûts sont comparables aux coûts actuels de la production d'électricité à partir du charbon sans CSC (3,5-6 cents/kWh) ainsi qu'aux actuels prix de gros de l'électricité.

5.2. Incidences sur l'environnement

La principale incidence positive de la technologie CSC sur l'environnement est une réduction sensible (90 % environ) des émissions de CO₂ par les centrales à charbon. Rien qu'en Europe, le maintien du charbon dans le bouquet énergétique aux niveaux actuels et une pénétration de 30 % de la technologie CSC se traduiraient par une réduction des émissions de CO₂ de l'ordre de 300 à 400 millions de tonnes par an.

Certaines incidences existantes de l'utilisation du charbon peuvent être aggravées si la technologie CSC devait se traduire par une utilisation accrue de charbon. Ces incidences sur l'environnement sont connues et maîtrisées par la législation environnementale existante.

La principale incidence négative du captage et du stockage du carbone est liée au rejet potentiel de CO₂ au site de stockage, ce qui peut avoir des incidences tant locales que globales. Toutefois, selon le rapport spécial du GIEC, la proportion de CO₂ retenue dans des réservoirs géologiques convenablement sélectionnés et gérés atteindrait très probablement plus de 99 % sur une période de 100 ans et probablement plus de 99 % sur une période de 1 000 ans.

En outre, la technologie CSC peut avoir des incidences nettes positives sur la pollution atmosphérique, notamment les émissions d'anhydride sulfureux (SO₂) et

d'oxydes d'azote (NO_x). Ces polluants contribuent dans une large mesure à l'acidification, à l'eutrophisation ainsi qu'à l'élévation des niveaux d'ozone troposphérique et de particules. Utilisée conjointement avec le charbon pulvérisé, la technologie CSC pourrait conduire à une augmentation des émissions de NO_x (mais dans les limites fixées par la directive sur les grandes installations de combustion) et à une diminution des émissions de SO₂ d'environ 95 %. D'autres technologies considérées dans le cadre du concept d'utilisation durable du charbon, telle que l'IGCC en association avec le captage et le stockage du CO₂, pourraient réduire d'environ 80 % les émissions de NO_x; leur impact sur les émissions de SO₂ serait plus ou moins neutre. Globalement, ces réductions pourraient améliorer sensiblement la qualité de l'air et s'accompagner d'avantages nets tangibles en termes de santé publique et donc de coût des soins de santé, ainsi que d'incidences positives sur les écosystèmes. Les bénéfices en termes de qualité de l'air qui résulteraient de l'utilisation du charbon pulvérisé avec la technologie CSC représenteraient entre 6 % et 18 % du coût du captage du carbone dans l'ensemble de l'UE. Les bénéfices résultant de l'IGCC avec CSC pourraient se situer entre 26 % et 70 % de ce coût.

6. OPTIONS ENVISAGEABLES POUR LA TRANSITION VERS L'UTILISATION DURABLE DU CHARBON

Trois options pour soutenir la démonstration et le déploiement des technologies d'utilisation durable du charbon ont été analysées et quantifiées lors de l'évaluation des incidences.

Option n° 0: pas de changement de politique

Les technologies d'utilisation durable du charbon ne reçoivent pas de soutien accru en matière de R&D. La technologie de captage et le stockage du CO₂ reste sans cadre juridique adéquat et n'est pas incluse dans le système d'échange de quotas d'émission.

Option n° 1: élimination des obstacles aux technologies d'utilisation durable du charbon

Les obstacles tant technologiques que réglementaires sont éliminés. Un soutien accru en matière de R&D et un régime réglementaire approprié pour la technologie CSC sont mis en place. Une fois que les technologies d'utilisation durable du charbon ont été démontrées techniquement et que leur coût a été réduit, leur pénétration dans le secteur de la production d'électricité est laissée aux soins du marché (par des incitations sous forme d'un prix des émissions de CO₂ établi sur un marché des quotas).

Option n° 2: incitations pour la démonstration et la pénétration des technologies d'utilisation durable du charbon

Outre les mesures prévues à l'option 1, l'option 2 comporte des incitations supplémentaires pour réaliser la démonstration commerciale et arriver à une large pénétration des technologies d'utilisation durable du charbon (une fois qu'elles sont commercialement viables). Ces incitations peuvent être déclenchées au moment voulu, notamment si les signaux du marché ou les engagements des opérateurs ne

sont pas considérés comme suffisants ou si les objectifs de réduction des émissions de CO₂ risquent de ne pas être atteints.

Les analyses ont conduit aux résultats et conclusions suivants.

L'option 0 ne convient pas si l'on veut concrétiser le double bénéfice de la sécurité d'approvisionnement en énergie et de la durabilité environnementale avec des synergies en rapport avec les objectifs de Lisbonne.

L'option 1 permettrait d'atteindre les objectifs fixés. La pénétration des technologies d'utilisation durable du charbon dépendrait toutefois du cadre de marché existant. Elle serait déterminée par la différence de prix avec les sources concurrentes de combustibles et par le prix des permis d'émission de CO₂ dans le système d'échange de quotas d'émission. Si les producteurs d'électricité ne sont pas convaincus que le système d'échange de quotas d'émission assurera constamment un prix suffisamment élevé des permis d'émission de CO₂ (20-40 euros par tonne de CO₂), il est possible que les investissements dans les technologies d'utilisation durable du charbon n'atteindront pas une échelle vraiment importante.

L'option 2 réduit le risque inhérent à l'option 1 en prévoyant des mécanismes pour promouvoir les investissements dans les technologies d'utilisation durable du charbon même dans des situations où les prix des permis d'émission de CO₂ dans le système d'échange de quotas d'émission ne compensent pas le coût de la technologie CSC.

Lors des consultations, les représentants de l'industrie houillère et du secteur de l'électricité ont indiqué que les taux de pénétration devraient être déterminés par les marchés de l'électricité, des combustibles et du CO₂, alors que les ONG environnementales ont exprimé une préférence pour des mesures réglementaires. Il convient d'en conclure que l'application de telles mesures dépend d'une justification satisfaisante de leur nécessité.

7. CONCLUSIONS DE L'ÉVALUATION DES INCIDENCES

L'application de technologies durables, sûres et compétitives pour la production d'électricité à partir du charbon dépend à la fois de gains d'efficacité énergétique dans les centrales au charbon et du déploiement en temps voulu du captage et du stockage du CO₂. Il faut tenir compte de ces deux défis technologiques lors de tout changement de stratégie.

L'élimination des obstacles existants au déploiement des technologies d'utilisation durable du charbon constitue un changement stratégique limité, et politiquement opportun, grâce auquel les objectifs fixés pourraient être atteints. Elle suppose toutefois un prix stable et élevé (par rapport au niveau actuel) des permis d'émission de CO₂ dans le système d'échange de quotas d'émission afin que la technologie CSC puisse atteindre le niveau de déploiement souhaité.

Si les améliorations du cadre réglementaire et les incitations axées sur le marché s'avèrent insuffisantes pour stimuler l'engagement nécessaire pour la démonstration ou l'adoption à grande échelle des technologies d'utilisation durable du charbon, des

mesures plus volontaristes seraient nécessaires pour assurer la réalisation des objectifs de l'UE. Les différentes mesures envisagées pour cette option volontariste devraient alors faire l'objet d'une nouvelle évaluation des incidences afin de déterminer la sélection et la combinaison les plus efficaces de ces mesures.