



**Conseil Économique
et Social**

Distr.
GÉNÉRALE

ENERGY/GE.1/1999/7
25 juin 1999

FRANÇAIS
Original : ANGLAIS

COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE

COMITÉ DE L'ÉNERGIE DURABLE

Groupe spécial d'experts du charbon
et de l'énergie thermique

Deuxième session, 8 et 9 novembre 1999
(point 6 de l'ordre du jour provisoire)

SITUATION DES TECHNIQUES PROPRES D'UTILISATION
DU CHARBON EN EUROPE CENTRALE ET DANS LA CEI

(Transmis par le Conseil mondial de l'énergie) *

I. LUTTE CONTRE LA POLLUTION : LES PROMESSES DES TECHNOLOGIES PROPRES
D'UTILISATION DU CHARBON

1. Très pollués (il suffit de considérer le "triangle noir", compris entre la Bohême septentrionale, la Saxe et la Silésie supérieure) et soumis à de fortes pressions internationales pour réduire la pollution transfrontière de l'air et de l'eau, les pays en transition ont relativement rapidement élaboré des politiques de lutte contre la pollution, mis en place les législations et institutions nationales nécessaires et adhéré à des instruments internationaux tels que la Convention de la CEE/ONU de 1979 sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, et ses protocoles, la Convention de 1992 sur la protection et l'utilisation des cours d'eau transfrontières et des lacs internationaux, la Convention-cadre de l'ONU sur les changements climatiques de 1992, et le Protocole de Kyoto de 1997.

*Établie par M. Klaus Brendow, Coordonnateur régional du Conseil mondial de l'énergie pour l'Europe centrale et la CEI, Genève.

Technologies propres de combustion du charbon

- Définition :** "Technologies conçues pour améliorer l'efficacité et réduire l'impact écologique de l'extraction, de la préparation et de l'utilisation du charbon"
- Extraction :** Exploration géophysique et sismologique
Techniques d'extraction minière sélectives
Drainage du méthane contenu dans les mines
Réduction de la contamination des nappes phréatiques
Remise en valeur
- Préparation :** Proportion accrue de charbon lavé
Réduction accrue des cendres et du soufre
Traitement des eaux usées
- Combustion :** Combustion sous-critique de charbon pulvérisé (<248 bar/560 °C) utilisant des filtres électrostatiques et/ou en tissu, la désulfuration des gaz de combustion, des brûleurs à faible émission de NO_x, et des techniques sélectives de réduction catalytique des NO_x

Combustion avancée de charbon pulvérisé avec une efficacité accrue due à l'utilisation d'aciers alliés à haute résistance permettant des pressions et des températures supercritiques et ultra-supercritiques (>248 bar et >560 °C)

Combustion en lit fluidisé (sous pression ou non)

Cycles combinés avec gazéification intégrée

Systèmes hybrides

Cycles combinés avec gazéification intégrée alimentés au charbon et à la biomasse (déchets)

Source : Institut mondial du charbon, Coal - power for progress, Londres 1999, pp. 22 à 24; IEA Coal Research, Air pollution control for coal-fired power stations in Eastern Europe, Londres 1996

2. Sans entrer dans les détails, on peut dire que les pays d'Europe centrale et orientale et les pays de la CEI ont pleinement intégré la tendance internationale en la matière. En Europe centrale et orientale, cet effort s'explique en grande partie par la volonté d'adhérer dès que possible à l'Union européenne et de se conformer à ses diverses Directives, notamment à la Directive sur les grandes installations de combustion 1/.

3. Ces politiques et ces instruments ont aussi et surtout eu des effets sensibles sur l'extraction et la combustion du charbon, qui était une importante source de pollution et n'était promis à un avenir à long terme que moyennant une utilisation propre. L'amélioration de la gestion et l'adoption

de techniques propres d'utilisation permettaient de relever ce défi, mais il fallait tenir compte des circonstances spécifiques aux pays en transition. Les difficultés techniques, le coût et le temps nécessaire pour mener à bien cette tâche se sont révélés plus importants que prévus.

4. Il faut distinguer trois domaines d'application des techniques propres d'utilisation du charbon :

- la production d'électricité et la cogénération,
- l'utilisation directe dans les petites chaudières industrielles et les chaudières résidentielles,
- l'extraction minière proprement dite.

II. COMBUSTION PROPRE : CENTRALES ÉLECTRIQUES ET COGÉNÉRATION

5. Le charbon joue un rôle très important dans la production énergétique des pays en transition puisqu'il assure 30 % de la production d'électricité 2/. Inversement, les centrales électriques absorbent une proportion élevée et en augmentation constante de la production charbonnière : 66 % en Europe centrale et orientale et 50 % dans la CEI (1995) 3/ (voir tableau 1). Cette interdépendance explique l'intérêt que les deux secteurs d'activité portent au succès de l'emploi des technologies propres.

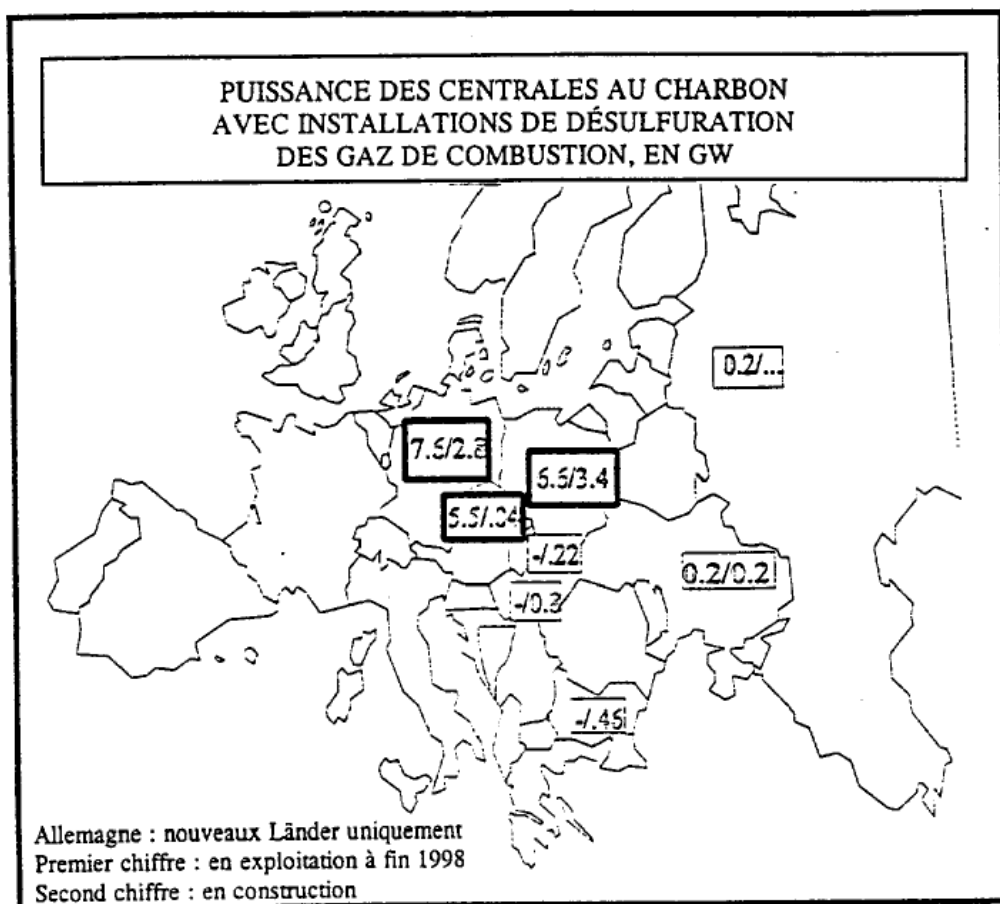
A. La situation dans les différents pays

6. Jusqu'à présent cependant, l'application de ces technologies n'a progressé que lentement et de façon inégale. Elles n'ont été introduites de façon systématique que dans les nouveaux Länder allemands, en République tchèque et en Pologne et devraient l'être en Hongrie en 2003-2004; quant aux autres pays, ils entreprennent des projets ponctuels, lorsqu'ils n'en sont pas encore à la phase de planification; enfin, les petits pays et les pays tributaires de l'importation d'énergie de la CEI (Bélarus, République de Moldova, Géorgie...) ne sont même pas en mesure de commencer à investir dans la dépollution :

- En Bulgarie, les deux premières installations de désulfuration des gaz de combustion (2 x 230 MW) à la chaux par voie humide seront mises en service d'ici 2001 à Maritza-Est; d'autres installations de 2 x 230 MW devraient être mises en service d'ici 2010; il est également prévu de créer une installation expérimentale utilisant l'ammoniac pour éliminer le soufre et les NO_x 4/.
- En République tchèque, la loi exigeait que les unités de production existantes soient équipées de systèmes de désulfuration avant la fin de 1998; de ce fait, la CEZ (Compagnie nationale d'électricité) a investi 2,2 milliards de dollars dans la désulfuration, la dénitrification et la conversion de ses centrales au charbon. Le parc de centrales actuellement équipées de systèmes de désulfuration assure une production de 5 510 MW, auxquels devraient s'ajouter 400 MW 5/. L'application des technologies propres dépend entièrement des ressources dont disposent les sociétés qui utilisent le charbon, bien que la législation leur en fait obligation.

Ainsi, l'absence de technologies d'origine nationale faisait problème, car elle impliquait une coopération avec des institutions financières et des fournisseurs de technologie étrangers. La puissance importante des chaudières (>250 MW) et les incertitudes concernant le fonctionnement à long terme des technologies propres de combustion du charbon de qualité inférieure posaient également problème et ont conduit à privilégier des technologies peu coûteuses et éprouvées, basées sur la désulfuration des gaz de combustion et sur la combustion en lit fluidisé circulant. Des technologies plus avancées devraient être introduites en 2000-2010; quant aux techniques à cycle combiné avec gazéification intégrée utilisant la chaleur provenant des réacteurs nucléaires, leur introduction est envisagée pour après 2020 6/.

- L'Estonie envisage d'adopter la combustion en lit fluidisé circulant 7/.
- Dans les nouveaux Länder allemands, la modernisation des centrales au lignite a été menée à bien et, fin 1998, des unités produisant au total 7 580 MW étaient équipées de systèmes de désulfuration des gaz de combustion par voie humide. Des installations d'une puissance totale de 2 770 MW sont en construction et seront mises en service d'ici l'an 2000 8/. L'utilisation de précipitateurs électrostatiques, la modernisation des systèmes à chaudière pour diminuer les émissions de NO_x et le remplacement des turbines, instruments de contrôle et autres composants, ont rendu cette modernisation coûteuse; dans certains cas, il eût été moins onéreux de construire de nouvelles centrales 9/.



- En Hongrie, les centrales au charbon qui ne seront pas conformes à des règles plus strictes de protection de l'environnement devront être fermées en 2003 ou 2004; les centrales qui utilisent du charbon provenant des mines souterraines ne seront peut-être pas suffisamment rentables pour financer les technologies non polluantes; en revanche, les centrales électriques utilisant le charbon provenant des mines à ciel ouvert seront développées : ainsi, RWE/EVS s'apprête à moderniser de 800 MW sa centrale de Matra (pour un montant de 253 millions de dollars É.-U., dont 70 millions seront directement affectés à la protection de l'environnement) et à construire une nouvelle centrale de 2 x 500 MW près de Miskolc (pour un montant de 1,48 milliard de dollars É.-U., dont 480 millions seront consacrés au développement des mines) 10/.
 - En Pologne, le Gouvernement a adopté en 1996 un plan de réduction des émissions de SO₂ dans le secteur de l'énergie, d'un coût de 2 milliards de dollars É.-U.; début 1997, des systèmes de désulfuration des gaz de combustion avaient été installés sur des unités représentant une puissance totale de 6 600 MW, et de nouvelles unités, correspondant à 3 400 MW, étaient en construction; divers procédés sont employés : chaux par voie humide ou semi-sèche, réduction du SO₂ par l'utilisation d'un sorbant sec et par combustion atmosphérique en lit fluidisé circulant; réduction des NO_x au moyen de brûleurs à faible émission et d'une combustion étagée; réduction des cendres volantes par l'emploi de filtres électrostatiques et en tissu; chaudières à lit fluidisé dans plusieurs centrales 11/.
 - En Roumanie, les centrales électriques fonctionnent généralement à partir de la combustion de charbon pulvérisé, d'où une faible efficacité, sans élimination des NO_x ni désulfuration; un "programme de réhabilitation et de modernisation des centrales dans le cadre du réseau national d'électricité" assure la réhabilitation de l'ensemble du secteur de l'énergie thermique, qui repose à 44 % sur le charbon; le montant des investissements est estimé à 2,5 milliards de dollars É.-U. Par manque de moyens financiers, seules des mesures de portée limitée ou moyenne (amélioration des contrôles du processus de brûlage, brûleurs à faible émission de NO_x, installation de précipitateurs électrostatiques plus efficaces et mesures de la pollution) ont été appliquées à quatre unités (1 140 MW) des centrales électriques au lignite de Turceni et Rovinari. Les technologies propres seront introduites ultérieurement dans les centrales existantes, mais elles doivent l'être d'emblée dans les nouvelles centrales 12/.
 - En Fédération de Russie, les charbons du Kouzbas, de Kansk-Atchinsk, de Sibérie orientale, du nord-est et d'Extrême-Orient qui, en 1993, représentaient 78 % de la production, sont à basse teneur en soufre et peuvent être brûlés sans désulfuration ou presque. Des technologies propres sont toutefois parfois nécessaires : depuis 1995, des unités de la centrale de cogénération de Dorogobouch d'une puissance totale de 200 MW sont équipées de systèmes de désulfuration des gaz de combustion 13/.
- Des expériences de désulfuration sont actuellement menées avec de la poussière d'antracite et des charbons de Kansk-Atchinsk et Ekibastouz et des projets de démonstration sont mis en oeuvre :

- par Rostovenergy : combustion de criblures d'anthracite dans du laitier en fusion à la centrale électrique de Nesvetaï, combustion de criblures d'anthracite en lit fluidisé circulant, dans les grandes chaudières de la nouvelle centrale électrique de Rostov et combustion en lit fluidisé circulant des déchets issus de la préparation du charbon, dans des chaudières plus petites;
 - par Krasnoyarskenergo : combustion étagée dans un four classique à charbon pulvérisé préchauffé à haute température, avec filtres en tissu et désulfuration des gaz de combustion par des cendres activées;
 - par la centrale électrique régionale d'État de Riyazan, avec un partenaire allemand : désulfuration d'une unité de 300 MW 14/.
- En Slovaquie, deux unités de la centrale électrique de Vojany ont été équipées d'installations de désulfuration/dénitrification et deux unités de celle de Novaky ont été dotées de dispositifs de désulfuration. Cette dernière centrale a également été équipée d'une chaudière à lit fluidisé.
 - En Ukraine, seule une unité (250 MW) de la centrale de Dobrotvorsk est équipée d'un système de désulfuration des gaz de combustion par voie humide 15/; un accord signé au début de 1999 prévoit le remplacement des chaudières de la turbine et des filtres électrostatiques ainsi que la mise en oeuvre de nouvelles techniques de transformation à la centrale électrique au charbon de Smijev (300 MW, de 1965). Il s'agirait du premier projet entre partenaires ukrainiens et occidentaux en matière de technologies propres de combustion du charbon 16/.

B. Aperçu régional

a) Orientations générales :

7. L'adoption de technologies propres est indispensable pour pouvoir continuer à utiliser le charbon (à l'exception du charbon à basse teneur en soufre produit en Fédération de Russie) en tant que combustible pour la production d'électricité en Europe centrale et orientale et dans la CEI. C'est donc un objectif pour tous les pays de la région.

Tableau 1 : Place du charbon dans la production d'électricité

Pays/région	Capacité des centrales au charbon en MW	Dont capacité des centrales équipées de dispositifs de désulfuration des gaz brûlés en 1998	Nouvelles unités avec désulfuration en construction	Part de la production charbonnière de 1998 livrée aux centrales électriques (en pourcentage)
Albanie	35	-	-	-
Bulgarie	5 000	-	460	45
République tchèque	8 500	5 510	400	75
Estonie (schiste)	1 647	-	-	98
ex-RDA	9 000	7 600	2 770	86
Hongrie	1 750	-	800	91
Pologne	31 718	6 600	3 400	96
Roumanie	7 694	-	-	44
Slovaquie	2 000	-	220	48
Slovénie	1 020	-	-	95
ex-République yougoslave de Macédoine	800	-	-	77
Europe centrale et orientale	69 100	19 700	8 050	66
Kazakhstan	13 900	-
Fédération de Russie	39 000	200	...	50
Ukraine	23 000	215	...	50
CEI	75 900	645	...	50*
Europe centrale et orientale/CEI	145 000	20 345	...	59
<i>Sources : voir notes par pays/citations</i>				

b) Les faits :

8. Actuellement, 14 % des unités de production d'électricité au charbon d'Europe centrale et orientale et de la CEI (soit une puissance installée d'environ 20 GW) sont équipées d'installations de désulfuration des gaz de combustion. Ces unités se situent presque toutes en Europe centrale et orientale, où elles constituent 29 % de la puissance installée; si on ne tient pas compte des nouveaux Länder allemands, environ 13 GW (soit 9 % de la puissance installée en Europe centrale et orientale/CEI) sont produits par des unités dotées d'installations de désulfuration des gaz de combustion.

9. D'autres unités, d'une puissance totale de 8 à 9 GW sont en cours de construction et devraient être opérationnelles d'ici 2001-2003, ce qui portera à environ 29 GW la puissance installée des unités équipées de telles installations, soit 20 % de la puissance produite à partir du charbon en Europe centrale et orientale/CEI et 40 % de celle de l'Europe centrale et orientale seule, y compris les nouveaux Länder allemands. Les chaudières à lit fluidisé sont également de plus en plus répandues. Il n'existe aucune donnée concernant leur puissance.

c) Perspectives au-delà de 2003 :

10. L'objectif des pays d'Europe centrale et orientale doit indéniablement être de faire progresser la proportion de charbon brûlé avec désulfuration des 40 % prévus pour 2001-2003 à près de 100 %; il en va de même pour l'Ukraine, mais pas pour la Fédération de Russie, où la part des charbons à basse teneur en soufre avoisine 80 % de la production charbonnière (et une proportion encore plus élevée du charbon utilisé dans la production d'électricité).

11. En d'autres termes, après 2003, des unités d'une puissance totale de 65 à 75 GW devront être équipées de systèmes de désulfuration dans les pays en transition.

d) Les obstacles :

12. Les propriétés du charbon en tant que telles ne sont pas un obstacle à l'introduction de technologies propres, comme le montrent les exemples de l'ex-RDA, de la République tchèque et de la Pologne. Cependant, les charbons de mauvaise qualité (qui prédominent en Europe centrale et orientale et dans la CEI) appellent des solutions très spécifiques en fonction de chaque charbon et de chaque site, ce qui a pour effet d'entraîner une hausse des coûts et d'augmenter les incertitudes quant à la fiabilité de l'exploitation, d'où la tendance actuelle qui consiste à appliquer des technologies éprouvées et peu coûteuses; les unités de grande puissance (>250 MW) sont parfois sources de problèmes.

13. Le goulet d'étranglement est, en apparence, le financement, mais en fait il est créé par les retards pris par la restructuration des secteurs de l'énergie et de l'électricité dans les pays qui n'ont pas encore procédé à la libéralisation de ces activités. Si on prenait les dépenses d'investissement de la République tchèque (260 dollars É.-U. par kW) 17/, comme base de calcul, la conversion des centrales électriques et des unités de cogénération, ainsi que leur mise en conformité avec les normes d'émissions de SO₂, de NO_x et de particules, coûteraient 18 milliards de dollars É.-U. en Europe centrale et orientale et 20 milliards dans la CEI, soit 38 milliards pour l'ensemble de la région. Sur ces 38 milliards, huit ont déjà été dépensés, quatre sont en train d'être investis et les 26 restants n'ont pas encore été mobilisés; l'utilisation de technologies supercritiques et ultra-supercritiques n'augmenterait la facture que de 5 % et 10 % 18/.

14. Il est évident que l'essentiel des dépenses doit être couvert au niveau national. Les financements extérieurs peuvent cependant jouer un rôle incitatif important. De tels financements ont été apportés par des banques multilatérales comme la BERD ou la Banque mondiale, mais aussi sous forme d'aides bilatérales (de l'Allemagne à la République tchèque, de l'Autriche à la Slovaquie, par exemple), et par des fabricants d'équipement et des sociétés (par exemple, la SEP, des Pays-Bas, a entrepris des "activités exécutées conjointement" aux termes du Protocole de Kyoto, en Pologne et en Roumanie).

e) Les opportunités :

15. La modernisation du parc de centrales rencontre certes des obstacles, mais elle offre également des opportunités liées au financement et à

l'exécution de projets multilatéraux. Les transferts de technologies et de capitaux dépendent incontestablement de l'état d'avancement du processus de restructuration de l'industrie charbonnière : lorsqu'elle était achevée ou sur le point de l'être, les transferts de technologie et de capitaux ont exercé un attrait suffisant sur les investisseurs étrangers qui ont fait de plus en plus fréquemment appel aux bureaux d'études et aux industriels d'Europe centrale et orientale et de la CEI.

16. Les aides financières multilatérales ont été plus particulièrement destinées à des projets de rénovation de centrales électriques au charbon :

- Azerbaïdjan : un prêt de 26,7 millions de dollars É.-U. de la BERD pour la centrale de Mingechaur;
- Bulgarie : un prêt de 75 millions de dollars É.-U. de la BERD pour la rénovation du secteur de l'électricité;
- Kazakhstan : un prêt de 85 millions de dollars É.-U. de la BERD pour la centrale d'Ekibastouz;
- Pologne : deux prêts de la Banque mondiale : un de 215 millions de dollars É.-U. pour Dolna Odra et un de 140 millions pour Rybnik;
- Roumanie : aides de la Banque mondiale et de la BERD pour la réhabilitation du secteur de l'électricité;
- Fédération de Russie : un prêt de 510 millions de dollars É.-U. de la Banque mondiale pour la centrale de Krasnodar;
- Slovaquie : un prêt de la BERD pour Vojany;
- Ukraine : un prêt de 160 millions de dollars É.-U. de la Banque mondiale pour Krivoï Rog.

17. Outre le préfinancement de biens d'équipement, les investisseurs étrangers privés ont commencé à prendre des participations dans des sociétés :

- Des producteurs d'électricité ont pris des participations dans le capital de sociétés en ex-RDA (MIBRAG), en Hongrie (RWE/EVS, AES ...), en Pologne (EDF - CHP Cracow-Lek) et au Kazakhstan (Ispat-Karmet, AES, Access Industries, Sverdloenergo, Samsung, NTD, US Global Mineral Reserves, Ormat/National Power).
- En Roumanie et en Pologne, la compagnie SEP (Pays-Bas) a engagé des "activités exécutées conjointement" aux termes du Protocole de Kyoto.
- Des sociétés occidentales telles que SIEMENS et ABB ont créé des coentreprises spécialisées dans la production d'équipements pour centrales électriques dans la plupart des pays d'Europe centrale et orientale et de la CEI.
- En République tchèque, des coentreprises avec des partenaires étrangers ont été créées pour la désulfuration des gaz de combustion (Bischoff,

Mitsubishi, SHL (Allemagne), Marubeni-Chiyoda-Burmeister, Hoogovens, Steinmüller, IVO et Austrian Energy & Environment) et pour la combustion en lit fluidisé (ABB-PBS Brno, ACC, Vitkovice-Lurgi-Babcock, Lurgi-Tlmace et Austrian Energy & Environment) 19/.

- En Pologne, des coentreprises ont été créées avec des partenaires étrangers pour la désulfuration des gaz de combustion : HTS (Pays-Bas), Rafako (Pologne)-Steinmüller (Allemagne), FLS Miljo (Danemark), Holter Industrie Beteiligung (Allemagne), ABB-Flakt (Pologne), Foster Wheeler (États-Unis); des chaudières à lit fluidisé ont été construites par Rafako (Pologne), Babcock, Stork Boilers, Rolls Royce, IVO, Burmeister-Wain Energi et Ecoenergia-Institute of Power Engineering et des chaudières à lit fluidisé circulant ont été construites par Foster Wheeler et Rafako 20/.
- En Roumanie, IPROMIN recherche des partenaires étrangers pour produire des systèmes adaptés aux petites et moyennes entreprises et à une utilisation domestique 21/.
- En Slovaquie, des investisseurs slovaques et étrangers ont financé l'installation de systèmes de désulfuration sur deux tranches de la centrale électrique de Vojany (2 x 210 MW) et de la première chaudière à lit fluidisé de la centrale de Novaky; les principaux partenaires étaient Austrian Energy & Environment à Vojany et Tlmace-Lurgi à Novaky 22/.

III. UTILISATIONS DIRECTES PROPRES : CHAUFFAGE URBAIN ET CHAUDIERES INDUSTRIELLES ET DOMESTIQUES

18. Les systèmes de chauffage urbain, les briqueteries, mais aussi l'utilisation directe du charbon dans les chaudières industrielles (moins de 50 Mw_{th}) ou dans les habitations, sont loin d'avoir reçu la même attention au niveau international que les centrales électriques et les systèmes de cogénération et sont régis par des réglementations bien moins nombreuses. L'Union européenne a engagé il y a un certain temps déjà un projet de Directive sur les petites installations de combustion, mais les choses en sont au point mort 23/. Les législations nationales, quoique différentes les unes des autres, autorisent systématiquement un niveau d'émissions plus élevé pour les "petites" chaudières.

19. Pourtant, ces installations et ces chaudières méritent une attention particulière, et ce pour trois raisons : leur nombre considérable, les difficultés posées par l'examen de leurs performances et - lorsqu'est utilisé du charbon de mauvaise qualité - la nécessité d'adopter des technologies propres adaptées à leur taille. Cela est particulièrement vrai dans les pays en transition, où les industries à forte intensité énergétique, le chauffage urbain, les briqueteries et les utilisations directes des combustibles solides par l'industrie et les particuliers occupent une place bien plus importante que partout ailleurs dans le monde puisque 40 % du charbon est brûlé dans des installations autres que les cokeries et les centrales électriques. Ces installations et leurs équipements sont obsolètes, polluants et inefficaces :

- En Albanie, pays où la pollution liée à la combustion de charbon par les utilisateurs finals est importante, l'avenir de l'utilisation du charbon

est lié à l'installation de brûleurs à faible émission de NO_x et de systèmes à lit fluidisé dans les petites chaudières industrielles 24/.

- En Bulgarie, 20 % de la population sont raccordés à des systèmes de chauffage urbain et 9 % de la production charbonnière sont absorbés par les briqueteries; les chaudières industrielles au charbon constituent une source très importante de pollution 25/.
- En République tchèque, les émissions des petites installations représentaient 412 kt de SO_2 et 138 kt de NO_x (contre 636 kt et 79 kt, respectivement, pour les centrales électriques) 26/.
- En Estonie, on compte plus de 4 000 chaudières d'une puissance inférieure à 1 MW et 815 autres d'une puissance comprise entre 1 et 15 MW; 40 % des chaudières fonctionnent au charbon, aux schistes, à la tourbe ou au bois 27/.
- En Roumanie, l'introduction de technologies propres dans les petites et moyennes entreprises et pour les particuliers a été évaluée, mais leur mise en oeuvre dépend de la conclusion de partenariats avec des entreprises étrangères et des aides internationales 28/.

IV. TECHNIQUES PROPRES D'EXTRACTION DU CHARBON

20. L'extraction du charbon a des conséquences écologiques graves : pollution des cours d'eau (exhaure acide, rejets salins), baisse des nappes phréatiques et pollution des eaux souterraines, déchets particuliers et dangereux, affaissement de terrain, perturbation des sols, poussières, brûlages de terrils, accumulation de méthane. L'industrie charbonnière a la réponse à ces différents maux : remblayage, extraction sélective, meilleure préparation du charbon, systèmes hydrauliques fermés, réutilisation dans la construction, remise en valeur des terres, décontamination des sols, drainage du méthane.

21. La principale difficulté que rencontrent les pays d'Europe centrale et orientale et de la CEI est d'ordre financier. Si on se base sur les coûts de dépollution et de remise en état des terres dans les nouveaux Länder allemands, entre 35 et 40 milliards de dollars É.-U. (soit 27 dollars par tonne produite en 1990) seraient nécessaires pour restaurer les systèmes hydrographiques et les sols superficiels dans l'ensemble de la région. Cette somme représente à peine 5,5 % du PIB annuel de l'Europe centrale et orientale et de la CEI, mais elle n'est tout simplement pas disponible : les moyens financiers sont insuffisants dans les pays en transition les plus avancés et symboliques dans les autres. Les fonds publics sont de plus en plus affectés à la protection sociale, à la satisfaction des besoins collectifs ainsi qu'à la réparation des dégâts écologiques antérieurs aux privatisations et à la restructuration. Les nouveaux propriétaires des entreprises n'ont pas internalisé les coûts environnementaux de leurs activités ou considèrent qu'ils sont un moyen de réduire les coûts de production :

- En Bulgarie, faute de ressources, les eaux usées provenant de l'activité minière constituent un véritable problème, et autour des mines et des centrales électriques, des centaines d'hectares de terres sont

contaminées par les déchets. À peine 10 % des mines à ciel ouvert ont été rendues aux cultures 29/.

- En République tchèque, en 1993-1995, 4 575 milliards de couronnes (soit 140 millions de dollars É.-U. ou encore 1,8 dollar par tonne sur la base de la production de 1990) ont été consacrées à la "réhabilitation"; les délais initialement fixés pour commencer la remise en culture des terres n'ont pas été respectés à cause d'une diminution des financements publics 30/.
- Dans les nouveaux Länder allemands, entre 1990 et 1997, environ la moitié des remises en culture requises ont été entreprises, pour un coût de 8 milliards de marks (soit 4,5 milliards de dollars ou 18 dollars par tonne sur la base de la production de 1990). Entre 1998 et 2001, les pouvoirs publics consacreront annuellement 1,2 milliard de marks (670 millions de dollars É.-U.) à l'achèvement des remises en culture; cette somme équivaut à 20,7 dollars par tonne si on se réfère à la production de 1990 31/.
- En Hongrie, la remise en valeur des terres associée à la fermeture des mines est pratiquement achevée 32/.
- En Pologne, les moyens financiers destinés à améliorer la qualité du charbon et à gérer l'héritage écologique sont jugés inadéquats 33/. Cependant, 14 nouvelles installations de préparation des charbons ont été mises en service et 14 autres sont prévues.
- En Fédération de Russie, l'impact écologique varie d'une région minière à l'autre, les plus récentes étant exploitées d'une façon "proche des meilleures pratiques internationales" (Banque mondiale). Le coût de la réhabilitation est estimé à 100-150 millions de dollars É.-U. dans le Kouzbas et à environ 10 millions de dollars dans chacune des autres régions de mines à ciel ouvert 34/.

V. LES RÉSULTATS OBTENUS JUSQU'À PRÉSENT EN MATIÈRE DE DÉPOLLUTION

22. Les mesures de protection de l'environnement visent essentiellement à lutter contre la pollution atmosphérique provenant de sources fixes importantes. Dans les pays qui ont introduit des technologies propres d'utilisation du charbon, les émissions ont diminué de façon significative :

- En République tchèque, les émissions émanant du secteur de l'électricité ont, entre 1993 et 1998, diminué de 92 % pour le SO₂, de 53 % pour les NO_x, de 44 % pour les CO et de 89 % pour les cendres volantes 35/.
- Dans les nouveaux Länder allemands, entre 1990 et 1997, les émissions de SO₂ provenant des centrales électriques ont chuté de 79 %, celles de NO_x de 58 % et celles de poussières de 99 % 36/.
- En Pologne, 14 installations de préparations des charbons ont été rénovées et 14 autres mises en service; entre 1980 et 2000, les émissions provenant des centrales électriques devraient diminuer de 41 % pour le SO₂, de 37 % pour les NO_x, de 77 % pour les poussières et de 12 % pour le CO₂ 37/.

Tableau 2 : Limites des émissions pour les nouvelles installations (en mg/m³)

Pays	Particules	SO ₂	NO _x
Bulgarie	50 - 100	400 - 2 000	650 - 1 300
République tchèque	100 - 150	500 - 2 500	650 - 1 100
Allemagne	50 - 150	400 - 2 000	200 - 500
Hongrie	50 - 100	400 - 2 000	200 - 600
Pologne	190 - 3 700	540 - 1 755	95 - 460
Roumanie	100	400 - 2 000	400 - 500
Slovaquie	50 - 150	400 - 2 500	550 - 650
Slovénie	50 - 150	400 - 2 000	200 - 500
Union européenne	50 - 100	400 - 2 000	650 - 1 300
Source : IEA Coal Research, Bulgarie, op. cit., p. 31.			

23. Dans les autres pays, les émissions se sont stabilisées ou ont diminué sous l'effet de la récession :

- En Bulgarie, les émissions provenant des centrales électriques se sont stabilisées sous l'effet conjugué d'une baisse de la demande et d'une augmentation de la part de l'électricité d'origine nucléaire 38/.
- En Estonie, entre 1990 et 1996, la pollution provenant de l'ensemble des sources fixes a diminué de 50 % pour le CO, de 52 % pour le SO₂ et de 29 % pour les NO_x 39/.
- En Hongrie, les émissions provenant des centrales électriques sont restées stables entre 1990 et 1997, à l'exception des émissions de SO₂ qui ont légèrement augmenté 40/.
- En Slovaquie, entre 1993 et 1997, les émissions de la compagnie nationale d'électricité Slovenske Elektrarne ont évolué comme suit : cendres : -16 %, SO₂ : -33 %, -4 %, +51 % 41/.

24. La comparaison entre les deux groupes de pays montre que la corrélation entre déclin du PIB et dépollution, constatée au début des années 90, a récemment disparu en Europe centrale et orientale, où la dépollution s'est poursuivie malgré un PIB en reprise. L'élément déterminant a été le choix des techniques propres de combustion du charbon. Cet enseignement pourrait bien s'appliquer à la question de la réduction des émissions de CO₂, que ce soit par des mesures générales ou au travers de mesures spécifiques. En effet, par rapport à la fiscalité, à la fois plus générale (et donc plus radicale), les technologies propres représentent pour les pays en transition une solution à la fois moins coûteuse et plus rapide. Elles permettent en outre de mieux cibler la dépollution dans les régions concernées, d'augmenter l'efficacité de la production, de redynamiser l'industrie charbonnière et, par conséquent, de redonner vie et cohésion sociale à toute une région.

VI. L'AVENIR

25. La question de l'introduction des technologies propres dans les pays en transition requiert une attention continue de la part de l'ensemble des acteurs :

- Rôle des gouvernements :
 - poursuivre la restructuration
 - assumer leur responsabilité pour les dégâts du passé
 - appuyer les projets expérimentaux et de démonstration des technologies propres
- Rôle des organismes de protection de l'environnement :
 - accorder une plus grande attention à la combustion directe du charbon
 - adopter des normes internationales pour les petites chaudières industrielles et les chaudières domestiques
 - adopter des normes d'émissions plus strictes et accélérer la mise en conformité des installations existantes
- Rôle de l'industrie :
 - nouveaux propriétaires : internaliser les coûts environnementaux
 - concepteurs et fabricants nationaux de technologies propres : élargir leur base de connaissances et d'activité en la matière, notamment dans le cadre de coentreprises
 - fournisseurs de technologies propres : prendre conscience de l'apparition d'un nouveau marché - celui des chaudières de moins de 50 MW -, mais aussi de la nécessité de proposer des plans de financement
- Rôle de l'ONU, de l'AIE :
 - prendre conscience des avantages des technologies propres sur des méthodes beaucoup plus générales, donc plus radicales, comportant des effets annexes difficiles à évaluer (taxes sur les émissions de carbone, par exemple)

NOTES

1/ Pour une étude de ces différents accords, voir : J. Topper et A. Botting, Developments in environmental legislation and regulation relating to coal-fired plants, CRE Group Ltd, Cheltenham, Royaume-Uni, manuscrit 1998.

2/ Base de données du CME/Institut international pour l'analyse des systèmes appliqués, Global energy perspectives, Cambridge 1998.

3/ CEE/ONU, la demande et l'offre de charbon dans la région de la CEE : situation en 1997 et perspectives, avec un accent particulier sur la production d'électricité thermique, ENERGY/GE.1/1998/4, tableau 8, Europe centrale et orientale plus ex-RDA.

4/ Séminaire CEE/ONU sur la restructuration de l'industrie charbonnière et du secteur des centrales électriques au charbon dans les économies en transition, Varna, 25-27 mai 1998, ENERGY/GE.1/SEM.1/2, p. 8.

5/ IEA Coal Research, Coal in the Czech Republic, septembre 1998, p. 23.

6/ Faits nouveaux et conditions préalables à la poursuite de l'application des technologies charbonnières non polluantes en République tchèque, ENERGY/WP.1/R.73/Add.4 (1997).

7/ N. N., Long-term development plan for the Estonian fuel and energy sector, p. 13.

8/ H.-W. Schiffer, Deutscher Energiemarkt '98, in Energiewirtschaftliche Tagesfragen, mars 1999, p. 159 et 160.

9/ ENERGY/GE.1/SEM.1/2, p. 8.

10/ Communication de la délégation hongroise au Groupe spécial d'experts du charbon et de l'énergie thermique de la CEE/ONU, octobre 1998; Power Economics, No. 8/1997.

11/ J. Rakowski, L'industrie de l'énergie polonaise en 1997, exposé présenté devant la Conférence du CME intitulée "Prospects for clean fossil fuels systems in sustainable development", Ankara, 26-29 mai 1999.

12/ Restructuration de l'industrie charbonnière et du secteur de l'électricité thermique en Europe du Sud-Est, ENERGY/1998/16, p. 12 et 13; Stratégie de rénovation des centrales électriques fonctionnant au charbon en Roumanie, ENERGY/WP.1/R.73/Add.2 (1997).

13/ G. G. Olkhovsky, Coal in Russian power industry, document 1.2.22 du 17ème Congrès mondial de l'énergie, Houston, septembre 1998; IEA Coal Research, Air pollution control for coal-fired power stations in Eastern Europe, Londres, 1995, p. 41.

14/ Perspectives de l'utilisation du charbon dans le secteur de production d'électricité de la Fédération de Russie, ENERGY/WP.1/R.73/Add.3, p. 3 et 4; A.G. Toumanovskii, V.P. Glebov, Promising air protection technologies in power engineering, et A.G. Toumanovsky et al., Improvement of fuel combustion technologies, documents soumis à la 60ème Conférence américaine de l'énergie (American Power Conference), avril 1998, Chicago.

15/ IEA Coal Research, Air pollution control..., op. cit., p. 47.

16/ Frankfurter Allgemeine Zeitung, 9 mars 1999.

17/ Selon l'étude de l'Agence internationale de l'énergie, Coal Research, Air pollution control..., op. cit., p. 39 ff, en 1995, les coûts d'investissement étaient généralement de 160 à 240 dollars É.-U. par kW pour le lavage hydraulique, de 140 à 170 dollars/kW pour les épurateurs à pulvérisation par voie sèche, de 80 à 90 dollars/kW pour l'injection de sorbants et (pour ce qui est de la maîtrise des émissions de NO_x par réduction catalytique sélective) de 60 à 80 dollars/kW pour les nouvelles centrales et de 80 à 110 dollars/kW pour les anciennes.

18/ Dans une étude réalisée en 1997, le Conseil consultatif de l'industrie charbonnière de l'Agence internationale de l'énergie a estimé comme suit les coûts d'investissement dans les technologies propres : techniques classiques ou sous-critiques à charbon pulvérisé (166 bar/538 °C) : 294 dollars par kW; procédés supercritiques (240/538) : 310 dollars par kW; procédés ultra-supercritiques PF (311/593 avec désulfuration des gaz de combustion par voie sèche et épurateurs) : 323 dollars par kW.

19/ ENERGY/WP.1/R.73/Add.4, p. 6.

20/ CEE/ONU, Programmes d'application des techniques propres d'utilisation du charbon en Pologne, ENERGY/WP.1/R.73 (1997), p. 4 et 5.

21/ I. Stanciu, op. cit., p. 4.

22/ Slovenske Elektrarne, rapport annuel pour 1997, Bratislava 1998, p. 77.

23/ J. Topper, A. Botting, Developments in environmental legislation and regulation relating to coal-fired plants, op. cit., p. 4.

24/ Comité national de l'énergie, rapport sur la situation de l'énergie en Albanie, Ankara 1996, p. 18.

25/ IEA Coal Research, Coal in Bulgaria, Londres 1998, p. 21.

26/ IEA Coal Research, Coal in the Czech Republic, manuscrit, Londres 1999, p. 25.

27/ EESTI Energeetika 1994-1996, p. 15.

28/ I. Stanciu, J. Stratulat, Difficulties and achievements in the field of environment protection in the coal mining sector of Romania, manuscript.

29/ IEA Coal Research, Coal in Bulgaria, op. cit., p. 29.

30/ CEE/ONU, Restructuration de l'industrie charbonnière et du secteur de l'énergie thermique dans les pays en transition d'Europe centrale, ENERGY/1998/20, p. 9.

31/ Der Kohlenbergbau in der Energiewirtschaft der Bundesrepublik Deutschland, op. cit., p. 26.

32/ ENERGY/1998/20, p. 9.

33/ CEE/ONU, Techniques propres d'utilisation du charbon provenant des houillères polonaises, ENERGY/WP.1/R.73/Add.1 (1997), p. 4.

34/ IEA Coal Research, Coal prospects in Russia, Londres 1996, p. 44.

35/ M. Vlcek, T. Spilkova, The environmental programme of the Czech power industry, dans "Energy in the Czech Republic", publication du Comité national de la République tchèque du Conseil mondial de l'énergie, 1998.

36/ Communication de VDEW - Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke.

37/ Ministère de l'industrie et du commerce, directives relatives à la politique énergétique de la Pologne jusqu'en 2010, Varsovie 1995, p. 54.

38/ Centre régional de l'énergie de la mer Noire, Bulgarie, op. cit., p. 27.

39/ EESTI Energeetika 1994-1996, op. cit., p. 28.

40/ Statistiques MVM pour 1997, Budapest 1998, p. 40.

41/ Slovenske Elektrarne, rapport annuel pour 1997, op. cit., p. 81.
