



Conseil économique
et social

Distr.
GENERALE

E/C.13/1994/6
10 janvier 1994
FRANCAIS
ORIGINAL : ANGLAIS

COMITE DES SOURCES D'ENERGIE NOUVELLES
ET RENOUVELABLES ET DE L'ENERGIE
POUR LE DEVELOPPEMENT
Première session
7-18 février 1994
Point 3 c) de l'ordre du jour provisoire*

ENERGIE ET DEVELOPPEMENT DURABLE : UTILISATION RATIONNELLE DES
RESSOURCES ENERGETIQUES

Questions de transfert de techniques propres d'utilisation
du charbon aux pays en développement

Rapport du Secrétaire général

Résumé

L'expression "techniques propres d'utilisation du charbon" désigne diverses méthodes permettant de réduire le volume des rejets d'oxydes sulfureux, d'oxydes d'azote et de macroparticules qui se produisent au cours de la combustion dans les centrales thermiques alimentées au charbon. Il convient de limiter les émissions de substances polluantes car celles-ci créent un environnement malsain, contribuent à la formation des pluies acides, à la formation de smog au niveau du sol et à l'appauvrissement de la couche d'ozone en altitude. Il existe maintenant des techniques propres d'utilisation du charbon qui sont exploitables et on peut les introduire en modifiant les centrales thermiques existantes. Le présent rapport examine les problèmes que pose le transfert de ces techniques aux pays en développement et les obstacles rencontrés.

* E/C.13/1994/1.

TABLE DES MATIERES

	<u>Paragraphe</u> s	<u>Page</u>
INTRODUCTION	1 - 9	3
I. TECHNIQUES PROPRES D'UTILISATION DU CHARBON . .	10 - 14	5
A. Techniques de précombustion	11 - 14	5
B. Techniques de combustion et de postcombustion	15 - 19	6
C. Techniques de conversion	20	7
II. QUESTIONS RELATIVES AU TRANSFERT DE TECHNOLOGIE	21 - 44	7
A. Planification	21 - 28	7
B. Considérations techniques	29 - 38	9
C. Questions d'ordre économique et questions de fond	39 - 44	12

INTRODUCTION

1. Dès le début de l'ère industrielle, l'homme a satisfait ses besoins en énergie grâce au charbon, qui existe en abondance. A notre époque, où l'on a pris conscience des risques de réchauffement de la planète et de précipitations acides, on considère souvent que le charbon contribue dans une large mesure à la détérioration de l'environnement aux niveaux local, régional et mondial. Cependant, pour de nombreux pays en développement, il n'existe pas d'autre solution dans un avenir prévisible que d'utiliser le charbon pour produire leur électricité ou l'énergie nécessaire à leur développement économique; la question que posent ces pays n'est donc pas de savoir s'ils doivent utiliser du charbon mais comment ils doivent l'utiliser.

2. Il convient tout d'abord de reconnaître que bien des problèmes relatifs à l'environnement ont trouvé des solutions. Toutefois, si l'on veut introduire des techniques d'utilisation du charbon sans danger pour l'environnement dans la planification énergétique des pays en développement, il convient de réexaminer les avantages et inconvénients réels que présente l'utilisation du charbon et de revoir les modalités de transferts des techniques et de financement des équipements énergétiques. En particulier, les services publics de distribution et les administrations responsables de l'énergie doivent mettre au point de nouveaux modes de participation du secteur privé, tant national qu'étranger.

3. L'expression "techniques propres d'utilisation du charbon" désigne une nouvelle génération de techniques modernes qui portent moins atteinte à l'environnement et sont souvent plus efficaces et moins coûteuses que les procédés classiques. Ces nouveaux systèmes de production d'énergie et de lutte contre la pollution sont le fruit d'années de recherche-développement dans des centaines de laboratoires publics et privés dans le monde entier. Plusieurs pays industrialisés (Etats-Unis d'Amérique, Japon et Royaume-Uni) mènent actuellement des programmes d'expérimentation et d'évaluation des techniques moins polluantes d'utilisation du charbon, qui portent sur les aspects suivants : industrie carbo-chimique, combustion du charbon et lutte contre la pollution atmosphérique. Il est important de franchir l'étape suivante, qui consiste à passer du banc d'essai en laboratoire à la diffusion de ces techniques sur le marché, notamment dans les pays en développement. Si ces techniques non polluantes s'avèrent rentables, elles offriront de vastes possibilités sur le plan de l'amélioration de la qualité de l'environnement et de la réduction des coûts, en contribuant à résoudre des problèmes tels que les pluies acides, la modification du climat mondial, la satisfaction des besoins futurs en énergie et la sécurité énergétique.

4. Les techniques propres d'utilisation du charbon comprennent des méthodes ayant pour objet de réduire le volume des rejets d'oxydes sulfureux (SO_2), d'oxydes d'azote (NO_x) et de macroparticules qui sont produits au cours de la combustion dans les centrales thermiques alimentées au charbon. Selon la définition plus large adoptée par l'Organisation des Nations Unies, ces techniques englobent toutes les innovations techniques permettant de réduire les effets sur l'environnement de l'utilisation du charbon à toutes les étapes du processus, des opérations d'extraction et de transport aux techniques de précombustion, de combustion, de postcombustion et de conversion.

/...

5. Initialement, les substances indésirables rejetées par les centrales thermiques et que l'on s'efforçait d'éliminer ou de réduire à l'aide de ces techniques comprenaient uniquement les oxydes sulfureux (essentiellement SO_2), les oxydes d'azote (N_2O , NO , NO_2 , etc., regroupés sous le symbole NO_x) ainsi que les macroparticules. L'oxyde de carbone a été ajouté à cette liste. L'Agence des Etats-Unis pour la protection de l'environnement a récemment fixé des limites pour un certain nombre d'autres substances indésirables qui se trouvent à l'état de trace dans le charbon ou qui sont produites en petites quantités pendant la combustion, et que l'on regroupe souvent dans la catégorie des agents de pollution de l'atmosphère.

6. Les oxydes de soufre et d'azote sont des substances polluantes qui détériorent la qualité de l'air, abîment la végétation et aggravent les affections des voies respiratoires; ce sont aussi des précurseurs dans la formation des pluies acides, que l'on cherche à supprimer en employant des techniques non polluantes d'utilisation du charbon. On se demande actuellement si les techniques proposées pour réduire les rejets de gaz carbonique (gaz à effet de serre qui contribue peut-être au réchauffement du climat de la planète en absorbant les rayons infrarouges réfléchis) doivent entrer dans la catégorie des techniques propres d'utilisation du charbon.

7. Il convient de rappeler que les techniques propres d'utilisation du charbon ont été mises au point pour remplacer les systèmes de désulfuration des effluents gazeux (généralement connus sous le nom d'épurateurs d'air), alors disponibles sur le marché, et qui ne donnaient pas satisfaction en raison de leur coût élevé et de leur faible efficacité. Toutefois, l'expression "techniques propres d'utilisation du charbon", dans sa définition actuelle, recouvre tous les systèmes d'épuration de l'air, aussi bien les procédés d'épuration à la chaux ou à la pierre à chaux par voies humides et sèches que les techniques moins polluantes d'utilisation du charbon mises au point pour les remplacer ou les améliorer.

8. Nombre de techniques non polluantes d'utilisation du charbon faisant actuellement l'objet de recherches ne sont pas encore au point. D'autres techniques, telles que l'injection de sorbant dans les conduites, qui sont à un stade d'expérimentation peu avancé, semblent très prometteuses et devraient être facilement transférables aux pays en développement, compte tenu de leur faible coût envisagé et de leur relative simplicité d'application.

9. Les techniques propres d'utilisation du charbon, dans la définition plus large qu'on leur donne actuellement, comprennent parfois les systèmes de réduction des rejets de particules qui existaient déjà au moment où les programmes relatifs aux techniques propres ont été lancés, comme les séparateurs électrostatiques et les filtres à manches. Ces systèmes étant décrits dans des ouvrages techniques courants, tant en ce qui concerne leur conception que leur rendement, ils ne seront pas présentés ici; toutefois on examinera l'incidence des autres techniques non polluantes d'utilisation du charbon sur leur efficacité.

I. TECHNIQUES PROPRES D'UTILISATION DU CHARBON

10. Les techniques qui sont brièvement décrites ci-après peuvent être classées en fonction du stade de production auquel elles sont utilisées – précombustion, combustion et postcombustion ou conversion. Le tableau figurant à la fin du présent rapport donne une liste de toutes les techniques propres d'utilisation du charbon.

A. Techniques de précombustion

11. L'épuration du charbon est une technique de précombustion qui sert à réduire la teneur en cendre et en soufre du charbon. Le charbon extrait de la mine contient du carbone et du soufre sous diverses formes, de l'humidité, des gaz combustibles, de l'azote, souvent du sodium et du potassium, de la matière inerte qui pour l'essentiel produit des cendres après combustion, et divers autres éléments indésirables, comme le mercure, qu'on peut retrouver dans les cendres ou qui se vaporisent lors de la combustion. A l'origine, l'épuration du charbon servait à réduire la matière inerte contenue dans le charbon destiné à la sidérurgie et à faire baisser les coûts de transport du charbon sur de grandes distances. Elle améliorait également le rendement et limitait l'entretien des chaudières à charbon. Le débouillage est la méthode d'épuration la plus répandue; l'air peut être utilisé à la place de l'eau. Le débouillage a pour effet non négligeable de débarrasser le charbon d'une bonne partie de la pyrite (FeS_2) qu'il contient. Le charbon peut être épuré à des degrés divers.

12. L'épuration du charbon a récemment évolué pour englober plusieurs techniques de pointe faisant notamment appel à l'adjonction de produits chimiques (dégraissage) ou d'autres formes d'énergie. Des méthodes comme l'agglomération sélective et la flottation par mousse avancée sont actuellement utilisées par des laboratoires et des sociétés privées. Elles s'appliquent à des procédés de transformation du charbon en combustibles liquides ou gazeux. Il s'agit là de techniques à forte intensité d'énergie qui sont plutôt coûteuses et que l'on n'abordera pas ici.

13. On sait depuis longtemps que le nettoyage mécanique du charbon présente l'avantage de réduire les émissions et d'améliorer le rendement des centrales électriques au charbon. La réduction de la matière inerte présente généralement dans le charbon rend les chaudières plus performantes, diminue leurs frais d'entretien et fait baisser la demande de pulvérisateurs. La réduction des cendres qui usent le matériel, érodent les tubes et peuvent, en se fixant sur les parois, entraver l'échange calorifique, rend les cuves de précipitation et le maniement des cendres moins nécessaires.

14. Le nettoyage mécanique du charbon était une méthode établie bien avant qu'il soit question de techniques propres, bien que l'on mette au point de nouveaux matériels et que l'on continue d'améliorer les anciens. Ce n'est que récemment toutefois que l'on s'est rendu compte à quel point le nettoyage mécanique du charbon aidait à réduire les émissions des centrales électriques. Cela pourrait en partie tenir au fait que ce procédé élimine uniquement le soufre associé aux pyrites dans le charbon et non le soufre "organique". La fréquence de la présence de pyrite, la part qui lui est imputable dans les émissions de SO_2 et la facilité relative avec laquelle on s'en débarrasse, ne

/...

semblaient pas avoir été déterminées. C'est le cas aux Etats-Unis, où une étude réalisée en 1983 par l'Agence de protection de l'environnement (EPA) a déterminé que dans 24 centrales électriques qui avaient des capacités de plus de 500 mégawatts, qui brûlaient du charbon d'une teneur en soufre de plus de 1 % et ne disposaient pas de systèmes de désoufrage de gaz de fumée, réduisaient grâce au déboufrage leurs émissions de soufre de 29 % en moyenne.

B. Techniques de combustion et de postcombustion

15. Les techniques de combustion et de postcombustion peuvent être divisées en catégories, selon par exemple le polluant qu'elles contrôlent : techniques de contrôle du SO_2 , techniques de contrôle du NO_x ou techniques combinées de contrôle du SO_2 et du NO_x .

16. Les techniques de contrôle du SO_2 constituent principalement des systèmes de désoufrage du gaz de fumée. Elles éliminent le soufre par réaction chimique à l'aide de sorbants alcalins (généralement de la chaux ou de la pierre de chaux) pulvérisés dans le flux du gaz après la combustion. Les systèmes de désoufrage du gaz de fumée sont aussi appelés "laveurs" parce que les gaz de combustion sont comme nettoyés, ou "lavés". Les laveurs peuvent éliminer plus de 90 % du SO_2 contenu dans les gaz de fumée provenant des centrales électriques alimentées avec du charbon à haute teneur en soufre; en haussant les réactifs, on peut dépasser les 95 %.

17. Les techniques de contrôle du NO_x font notamment appel à des brûleurs de NO_x à faible température, à la combustion étagée, au brûlage répété (à l'aide de gaz naturel ou de charbon), à la réduction catalytique sélective et à la réduction non catalytique sélective. Au nombre des procédés de contrôle du NO_x en amont figurent notamment les modifications des techniques de combustion qui réduisent le NO_x en introduisant de l'air comburant à divers stades de la combustion, ce qui donne une "combustion étagée", en introduisant le combustible à diverses étapes de la combustion, ce qui donne une "séparation du combustible". Le "brûlage répété du combustible" et d'autres méthodes sont également utilisées. Séparément, chaque méthode peut généralement réduire jusqu'à 50 % du NO_x , et, alliée à d'autres méthodes, jusqu'à 90 %. L'efficacité du contrôle du NO_x exige l'emploi d'instruments rigoureux pour mesurer et contrôler le flux du combustible et de l'air et pour mesurer les températures. La réduction du NO_x en aval peut s'effectuer grâce à diverses méthodes. La réduction non catalytique sélective s'obtient en injectant un mélange d'ammoniac, d'urée, ou un autre mélange d'azote dans le flux du gaz de fumée à un niveau de concentration et à une température de fonctionnement appropriés. La réduction catalytique s'effectue également par injection d'un mélange d'azote, sauf que la réduction du NO_x s'opère pour l'essentiel en aval par mélange d'éléments catalytiques comme le vanadium, le platine ou le titane.

18. Les techniques de contrôle combinées du SO_2 et du NO_x comprennent notamment la combustion en lit fluidisé (en particulier les déchets de combustion en lit fluidisé à la pression atmosphérique, ou chaudières à combustion en lit fluidisé à la pression atmosphérique), la combustion en lit fluidisé circulant (chaudières à combustion en lit fluidisé circulant) et le lit de combustion fluidisé sous pression (chaudières sous forme de lit de combustion fluidisé sous pression), ainsi que l'épuration du charbon et d'autres techniques. Outre qu'il

/...

est possible de les alimenter avec du charbon de médiocre qualité à propriétés diverses, les chaudières de combustion en lit fluidisé présentent l'avantage de produire peu de NO_x et d'éviter le recours à des laveurs; le SO_2 peut être éliminé lors de la combustion par adjonction de sorbant aux matériaux du lit qui l'absorbe au fur et à mesure qu'il se forme.

19. Les techniques propres d'utilisation du charbon sont également appelées techniques de rattrapage ou de remotorisation. Les techniques de rattrapage réduisent les émissions sans accroître considérablement la capacité de la centrale électrique tandis que les techniques de remotorisation devraient améliorer sa cote.

C. Techniques de conversion

20. Certains procédés transforment le charbon en combustibles liquides ou gaz "propres", c'est-à-dire des combustibles qui ne contiennent ni soufre ni azote, ou éliminent le soufre ou les mélanges d'azote lors d'une étape intermédiaire qui se situe avant la combustion. Il s'agit notamment de divers procédés de conversion de propriétés, de certains de procédés d'épuration pour les produits combustibles liquides ou gazeux et de certains procédés désignés du nom de "cycle combiné de gazéification intégrée" au cours desquels le charbon est transformé en combustible gazeux de faible à forte teneur calorifique par combustion avec injection de vapeur (et utilisation d'oxygène plutôt que d'air, s'il faut du gaz à haute teneur calorifique). Au cours du cycle combiné de gazéification intégrée, le gaz synthétique n'est ni emmagasiné ni transporté mais lavé aux étapes suivantes et immédiatement envoyé dans les turbines à gaz pour les alimenter, les étapes de la gazéification et de la production d'électricité étant intégrées de façon à réduire les pertes généralement associées à la gazéification. Ces procédés ont été suffisamment étudiés pour pouvoir être commercialisés.

II. QUESTIONS RELATIVES AU TRANSFERT DE TECHNOLOGIE

A. Planification

21. Le choix d'une technique non polluante d'utilisation du charbon pour mettre en conformité les centrales existantes n'est pas une opération simple car de nombreux facteurs économiques et techniques entrent en jeu et on ne saurait ne tenir compte que de l'installation considérée et des différentes techniques propres d'utilisation du charbon qui sont disponibles. Habituellement, la décision est prise dans le cadre de ce que l'on a coutume d'appeler "stratégie de mise en conformité avec les normes écologiques" de façon à respecter les différentes normes d'émission de diverses sources, ou les taux d'émission régionaux fixés pour une période donnée par la législation ou d'autres conventions. Il faut pour le moins tenir compte du type et de la quantité d'émission produite par l'installation considérée par rapport à l'ensemble des émissions du pays. Ainsi, par exemple, si une usine ne fonctionne que de façon intermittente, la meilleure solution sur le plan technique pourrait être d'installer des laveurs. Toutefois, en raison de son coût initial élevé, il peut être plus indiqué soit de fermer la centrale soit de la faire fonctionner (de temps en temps) en se servant de carburant propre plus cher comme le gaz ou du pétrole à faible teneur en soufre. L'installation d'un laveur peut être

/...

préférable pour une nouvelle centrale thermique de base au charbon que l'on pourra faire fonctionner en continu à pleine puissance afin de réduire au minimum le surcoût du kWh qu'aura occasionné l'installation du séparateur.

22. Un autre problème que pose le choix d'une technique propre est que, dans le cas d'une centrale plus ancienne, il faudra peut-être, au moment de l'adaptation antipollution, remettre en état ou même moderniser la centrale de façon à prolonger sa durée de vie. Le coût élevé de la plupart des techniques non polluantes d'utilisation du charbon ne se justifie pas à moins qu'il puisse être amorti sur plusieurs années d'exploitation.

23. De plus, pour respecter les taux d'émission autorisés de plusieurs centrales à l'échelle d'une région, il est plus économique de réduire radicalement les émissions de dioxyde de soufre en installant des laveurs dans plusieurs des grandes centrales de base et en laissant les autres fonctionner comme par le passé sans dispositif de réduction des émissions. En supposant qu'un sorbant de bonne qualité (chaux ou calcaire) soit disponible localement à un prix avantageux, les laveurs peuvent éliminer le dioxyde de soufre des gaz de combustion à hauteur de 98 % pour un prix raisonnable; les systèmes d'injection de sorbant sous conduite sont moins coûteux mais aussi moins efficaces pour éliminer le dioxyde. Lorsqu'il y a plusieurs centrales, l'analyse des coûts économiques, abstraction faite d'autres facteurs, peut être d'une grande complexité et exiger l'utilisation d'ordinateurs dotés de tableurs permettant de modifier et manipuler constamment les différentes entrées.

24. Cela étant, la mise en conformité avec les normes écologiques ne se borne généralement pas à une simple analyse des coûts économiques et techniques à l'échelle de l'ensemble des centrales. L'adoption d'une stratégie de réduction des émissions des centrales peut avoir de graves conséquences sur l'économie d'un pays. Ainsi, les pays en développement, en remplaçant le charbon local de mauvaise qualité qu'ils utilisent par un charbon ou un autre combustible de meilleure qualité (moins polluant), risquent non seulement des dépenses en devises, rares, mais aussi la fermeture des mines locales et un important chômage.

25. La planification d'une stratégie de réduction des émissions est donc une tâche d'une grande complexité. Elle doit porter non seulement sur les ressources énergétiques, la production d'électricité et l'industrie d'un pays (et leurs projections de croissance) mais aussi sur d'autres éléments comme les transports et les besoins en chauffage et en refroidissement des secteurs privé et industriel. Souvent, un programme d'ensemble faisant appel à des méthodes adaptées à chaque secteur peut entraîner une réduction importante de l'ensemble des émissions et à un coût plus bas que des programmes isolés menés secteur par secteur.

26. On ne saurait trop insister sur l'importance de dispositions légales précises pour le choix des techniques propres d'utilisation du charbon (et le coût total d'un programme de réduction des émissions). Ces dispositions peuvent porter sur la façon de mesurer, enregistrer et estimer dans le temps les émissions, sur l'âge et la taille des chaudières auxquelles s'appliquent les normes d'émission, sur les moyens d'estimer les émissions moyennes par région, etc. Par exemple, on peut réaliser des économies importantes en autorisant

/...

l'établissement de moyennes d'émission mensuelles ou annuelles car les centrales n'ont alors plus besoin de se doter du matériel supplémentaire qui leur serait nécessaire si elles devaient respecter des normes d'émission mesurées sur la base de moyennes horaires ou journalières.

27. Etant donné que les émissions des centrales franchissent librement les frontières nationales, les programmes (et législations) de réduction des émissions devraient être planifiés à l'échelle régionale, faute de quoi le programme de réduction des émissions mené à grand frais par un pays peut profiter à son voisin en aval tandis que sa propre atmosphère peut être polluée par les émissions mal maîtrisées de son voisin en amont.

28. A titre d'exemple, aux Etats-Unis et en Allemagne, les émissions des centrales sont réglementées comme suit : aux Etats-Unis, les émissions de dioxyde de soufre des centrales de plus de 100 MW doivent être réduites à 2,5 livres par million de BTU d'apport de chaleur d'ici à 1995 et à 1,2 livre d'ici à l'an 2000. Des brûleurs à faible émission de NO_x devraient être installés dans ces centrales d'ici à 1995. Les nouvelles centrales construites aux Etats-Unis devraient permettre de réduire les émissions de dioxyde de soufre de 70 à 90 % suivant la teneur en soufre du charbon. En Allemagne, pays où les normes écologiques sont les plus strictes d'Europe, les émissions de dioxyde de soufre des centrales de 110 MW et plus sont maintenues à moins de 0,3 livre par million de BTU d'apport de chaleur et les émissions de NO_x à moins de 100 g/m³.

B. Considérations techniques

29. L'épuration du charbon ne pouvant généralement pas, à elle seule, éliminer assez de soufre pour satisfaire aux normes d'émission des pays développés, elle ne reçoit qu'une attention minime. Pourtant, elle est on ne peut mieux adaptée aux besoins des pays en développement et des pays d'Europe orientale qui se servent actuellement de charbon pour produire leur électricité et n'ont pas les moyens financiers d'installer des séparateurs très coûteux. L'épuration du charbon est un procédé simple et peu coûteux qui fait appel à un matériel peu sophistiqué pouvant être produit localement. Bien que moins efficace qu'un laveur, cette technique peut réduire suffisamment les émissions pour permettre de continuer d'exploiter le charbon local que l'utilisation d'autres techniques non polluantes d'utilisation du charbon aurait rendu non rentable. En outre, combiné avec d'autres techniques antipollution économiques, telles que la combustion en lit fluidisé des eaux de rejet de l'installation d'épuration du charbon ou l'injection de sorbant avant ou après la combustion, ce procédé peut réduire encore davantage les émissions de dioxyde de soufre.

30. Les planificateurs du secteur énergétique et les responsables des services publics de distribution des pays en développement doivent souvent choisir entre de nouvelles installations (utilisant des techniques propres d'utilisation du charbon épuré) et la modernisation des installations existantes (avec l'adaptation antipollution éventuelle des commandes des processus). Action 21 stipule que les activités de promotion d'un développement durable dans le domaine de l'énergie devraient accorder une attention particulière à la rénovation et à la modernisation des systèmes d'approvisionnement électrique, en particulier dans les pays en développement¹. Du point de vue technique et financier, notamment à court terme, la promotion d'autres solutions plus

/...

rentables sur le plan énergétique que l'expansion de la capacité de production (même au moyen de techniques propres) grâce à une meilleure utilisation des capacités existantes est une option intéressante pour les services publics de distribution. Non seulement l'amélioration du rendement énergétique des installations existantes revient moins cher que la construction de nouvelles installations, mais aussi la prolongation de la durée de service ou la remise en service d'une centrale existante peut se faire dans un laps de temps relativement court. L'adaptation antipollution éventuelle des commandes des processus de production devrait se faire sur la base d'une évaluation de l'impact sur l'environnement et compte tenu des ressources financières disponibles.

31. Les méthodes de planification traditionnelles comme celle du moindre coût sont en train d'être complétées, voire dans certains cas remplacées, par d'autres méthodes comme le scénario, l'optimisation stochastique, l'évaluation financière et l'analyse des risques stratégiques en fonction des coûts. Bien que beaucoup de ces outils de planification rendent possible l'intégration des considérations écologiques dans le processus de prise de décisions, l'absence de données écologiques de référence suffisantes peut empêcher l'évaluation complète des coûts et des avantages écologiques. Les techniques non polluantes d'utilisation du charbon mises au point en application des normes et des directives écologiques ne peuvent alors pas être évaluées correctement.

32. Bien que des modèles de plus en plus perfectionnés d'analyse coût-avantage aient été mis au point et soient utilisés, notamment dans le processus de planification, leur utilisation dans le secteur énergétique des pays en développement demeure limitée. Elle s'est heurtée aux trois articles suivants : le coût de l'acquisition d'informations chiffrées suffisamment nombreuses et fiables; les aspects subjectifs de l'application de critères de pondération; et la résistance des décideurs.

33. Par le passé, les informations quantitatives portaient sur les caractéristiques techniques du matériel, y compris le coût de l'investissement initial et les dépenses de fonctionnement prévues, l'efficacité technique et le coût prévu de la consommation de combustible. Dans les pays en développement, ces informations sont à présent plus aisées à obtenir qu'auparavant, mais on préfère maintenant des données de référence sur l'environnement qui soient mesurables (et donc, théoriquement quantifiables). Peu de pays sont équipés pour dresser et tenir à jour des inventaires détaillés de l'environnement. Dans les pays qui ont eu recours à ceux-ci, la question s'est posée de savoir dans quelle mesure leur utilité justifie leur coût. Une méthode unifiée d'évaluation de l'environnement, considérant l'utilité des critères de sélection et des normes relatives aux paramètres substitutifs ainsi que des méthodes de quantification serait utile aux responsables de la planification énergétique, aux investisseurs, aux fournisseurs de matériel et aux autres services publics.

34. Les services publics de distribution répugnent à décider de faire des investissements qui entraînent des dépenses d'acquisition car il règne une incertitude en matière de réglementation, notamment en ce qui concerne la possibilité d'avoir à payer un impôt sur les émissions carboniques du fait des conventions internationales sur le climat, qui visent à lutter contre le réchauffement de la planète. Il n'est pas possible d'apporter une réponse

/...

immédiate, mais cela montre combien il importe de tenir compte d'un élément d'incertitude dans les prévisions et les analyses financières.

35. Les sociétés assurant des services publics sont par nature très prudentes, aussi bien dans les pays en développement que dans les pays industrialisés, la disponibilité et la fiabilité de l'alimentation en énergie constituant les objectifs qui comptent le plus. En conséquence, les "nouvelles" technologies doivent faire leurs preuves avant de pouvoir intéresser les responsables des services publics ou les investisseurs. Il s'agit dans une large mesure d'une question de perception des risques et il faut garantir que les nouvelles technologies seront partout à la hauteur. Une solution est que les promoteurs et les fournisseurs prouvent de manière convaincante les vertus de la technologie dans un pays développé et allongent la période de transfert de la technologie aux pays bénéficiaires. Il est moins coûteux et moins risqué pour le secteur privé de faire la preuve des qualités d'une technologie dans un environnement plus contrôlé, en évitant ainsi les échecs de programmes de démonstration coûteux.

36. La base technique pour la prise de décisions en matière de techniques propres d'utilisation du charbon est complexe par nature et nécessite aussi une formation approfondie en évaluation financière des projets. Cependant, le personnel technique et les cadres de nombreux pays en développement rencontrent souvent des difficultés à suivre ce type de formation. Tout d'abord, le secteur de l'énergie n'est pas perçu comme prestigieux; ensuite, on craint que des spécialistes avertis quittent leur emploi pour chercher ailleurs de meilleures perspectives de rémunération et de carrière. En outre, le personnel d'encadrement n'est souvent pas libre de suivre des programmes de formation de longue durée. Malgré l'expérimentation de nouvelles approches novatrices, telles que la possibilité de procéder à une permutation de personnel entre l'entité chargée de la formation et celle qui en bénéficie, et le recours à de nouveaux outils de formation (télévision en direct et bandes vidéo, par exemple), il convient de sensibiliser les services publics de distribution ou les ministères eux-mêmes aux avantages que présente la formation.

37. Le transfert de technologie nécessite aussi une bonne connaissance du cadre institutionnel et des aspects matériels des projets exécutés dans les pays en développement. A cet égard, la technologie consiste non seulement en matériel et en services, mais aussi en arrangements institutionnels d'appui et en structures d'incitation. Idéalement, il faudrait, pour évaluer les techniques propres d'utilisation du charbon, inventorier toutes les institutions et tous les établissements de recherche compétents selon leur capacité fonctionnelle et leurs attributions statutaires. Cette information est nécessaire aussi au renforcement des capacités à long terme grâce à la formation du personnel technique et de gestion.

38. Une bonne évaluation des techniques non polluantes d'utilisation du charbon exige une bonne connaissance de la carbochimie et de la physique de la combustion du charbon. Cependant, la plupart des pays en développement ont du mal à effectuer les recherches de base nécessaires, faute de moyens et d'infrastructures. Pour pallier cela, il faut que des arrangements constructifs soient passés entre pays en développement et pays développés dans l'esprit du dialogue Nord-Sud. Des programmes d'ensemble pourraient être mis en place en

/...

vue d'évaluer des techniques énergétiques appropriées fondées sur l'utilisation du charbon; d'un point de vue technique, il s'agirait d'une coentreprise intergouvernementale ou régionale. La structure d'un tel programme pourrait comprendre les catégories ci-après : choix des techniques; évaluation; classement; sélection; recherche-développement; démonstration du prototype; commercialisation; diffusion.

C. Questions d'ordre économique et questions de fond

39. Un aspect de la question qui revêt de plus en plus d'importance pour tout pays en développement – en particulier pour une économie qui connaît une industrialisation rapide – est la sécurité d'approvisionnement qu'apporte la diversification des types de production d'électricité, y compris l'utilisation de combustibles fossiles et de sources d'énergie renouvelables. Il faut garder cela à l'esprit pour évaluer les techniques propres d'utilisation du charbon. Dans les pays industrialisés, il est devenu nécessaire au cours des dernières années de réduire les émissions des centrales électriques, ce qui s'est traduit par une augmentation du coût des mesures de maîtrise des émissions pour les nouvelles centrales (plus de 30 % du coût total), comme l'indique la figure ci-dessous. Equiper ultérieurement les centrales existantes pour y appliquer des techniques propres d'utilisation du charbon est même plus coûteux, les dépenses dépassant souvent le coût original de la centrale. Il convient de souligner que cet investissement, supplémentaire mais nécessaire, ne se traduit pas par une augmentation de la production pouvant être vendue et a pour seul effet d'accroître le coût de l'électricité produite.

40. Par le passé, les structures de financement traditionnelles et les réglementations en vigueur faisaient que le gouvernement tenait une place prépondérante en matière de propriété et de contrôle de l'élaboration du projet. Le nouveau mode de financement pour les initiatives touchant les techniques non polluantes d'utilisation du charbon modifieront le rôle des gouvernements; dans certains cas, celui-ci se limitera aux phases techniques et opérationnelles du projet. Outre la perte de contrôle que cela comporte, les nouvelles structures risquent de susciter une opposition institutionnelle au niveau des cadres et des employés.

41. Une question préoccupante pour la direction et les responsables politiques est de savoir comment agir avec le personnel et les syndicats lorsque de nouvelles techniques d'utilisation du charbon sont adoptées. En effet, l'amélioration de l'efficacité conduit inévitablement à une réduction de la main-d'oeuvre dans les centrales en question. A l'évidence, ce problème n'est pas propre aux pays en développement; les Etats-Unis ont enregistré une réduction de 25 % de leur main-d'oeuvre dans le secteur de la production d'électricité au cours de l'année écoulée et l'on prévoit d'autres réductions. Cependant, l'amélioration corrélative de la sécurité des travailleurs liée à nombre de nouvelles techniques, associée à des programmes d'incitation au départ, de réinstallation, voire des plans d'achat des sociétés par le personnel, ont pour effet d'atténuer l'opposition. Les promoteurs de techniques propres d'utilisation du charbon devraient idéalement s'efforcer d'associer des partenaires locaux aux coentreprises d'investissement du secteur privé afin d'aider à cerner les questions stratégiques à long terme sur lesquelles il convient de mettre l'accent.

/...

42. Les initiatives privées de production d'électricité et les producteurs d'électricité indépendants peuvent fournir une solution de rechange attirante sur le plan financier et environnemental par rapport aux programmes d'extension de la capacité de production et proposer des mesures d'incitation pour que les entreprises publiques et semi-publiques modifient leurs structures tarifaires et leurs procédures d'exploitation. Même lorsque les entreprises publiques ou semi-publiques décident de fournir des aides personnalisées à certains segments de la population, le calcul du coût marginal devrait être intégré à l'évaluation financière des techniques propres d'utilisation du charbon.

43. En dernière analyse, les réformes tarifaires basées sur le calcul du coût marginal, qui permettent aux entreprises du secteur d'avoir du crédit, devraient faire partie intégrante d'une stratégie nationale de l'énergie. Plus que tout autre facteur, elles encourageront l'introduction des techniques non polluantes d'utilisation du charbon selon les besoins. Cependant, les partenaires de développement potentiels et les fournisseurs d'équipement des pays avancés doivent aussi reconnaître qu'il est nécessaire d'adopter une approche spécifique pour chaque pays du fait de la diversité des situations politiques, économiques et sociales rencontrées.

44. Dans de nombreux cas, les gouvernements ont adopté une politique dynamique de privatisation, en coopération ou non avec les producteurs d'électricité indépendants. En général, le producteur d'électricité indépendant ou l'exploitant d'une installation privée a accès aux techniques non polluantes d'utilisation du charbon, qui ont par nature un bon rendement énergétique. Puisque cela constitue une incitation économique pour le propriétaire-exploitant, cela sert les intérêts de toutes les parties. La communauté des investisseurs à l'étranger prend de plus en plus connaissance des directives environnementales internationales applicables pour évaluer les projets; le respect des règlements en vigueur dans le pays constitue donc une condition essentielle pour donner satisfaction aux investisseurs.

Note

Tableau
Techniques propres d'utilisation du charbon

<u>Epuration avant combustion</u>	<u>Procédés propres de combustion du charbon</u>	<u>Epuration après combustion</u>	<u>Transformation</u>	<u>Autres</u>
Procédés physiques Broyage fin (micronisation) Flottation perfectionnée par moussage Cyclones en milieu dense Micronisation avec calcaire Flottation par microbulles Séchage perfectionné	Types de foyer et de brûleur Foyer à fusion de cendres Brûleur multi-étages avec injection de calcaire Rebrûlage des gaz Brûleur perfectionné à faible émission de NO _x	Injection par conduite Injection de sorbants Réduction catalytique Procédés d'après combustion Injection de la chaudière avec réacteur à activation à l'eau Absorption à lit fluide Injection de sorbants/ chambre de filtres à haute température	Gazéification ménagée Gazéification avec production de méthanol à passe unique Gazéification souterraine du charbon	Magnétohydrodynamique Turbines alimentées directement au charbon Piles à combustible
Procédés chimiques Lessivage caustique fondu Solvant organique	Types de combustible Suspensions charbon-eau Combustion simultanée charbon-gaz Combustion simultanée charbon-eau-gaz	Epurateurs perfectionnés/ système de désulfuration des gaz de combustion Vaporisateur-évaporateur Epurateurs à régénération Epurateurs avec double alcali	Liquéfaction du charbon Directe Indirecte Transformation simultanée charbon/pétrole Cycle combiné de gazéification Gazéification à piles à combustible	
Procédés biologiques Lixiviation biologique	Combustion en lit fluidisé atmosphérique Lit circulant Lit à bulles Combustion en lit fluidisé sous pression Lit circulant Lit à bulles	Epurateurs à faisceau électronique Système de désulfuration des gaz par membrane pour l'échange d'ions Epurateurs à calcaire à oxydation forcée (grand module) Elimination des particules Précipitants renforcés par des préchargeurs d'électrodes Chambre des filtres à haute température Adjuvants d'épuration Inhibiteurs d'oxydation Tampons Réduction catalytique sélective		

Source : "Clean coal technologies for developing countries" (TCD/NRED/E.19).

Figure

Augmentation des coûts de l'observation des mesures réglementaires
de protection de l'environnement

Source : "Clean coal technologies for developing countries" (TCD/NRED/E.19).

¹ Rapport de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, Rio de Janeiro, 3-14 juin 1992 (publication des Nations Unies, numéro de vente : F.93.I.8 et Corr.), vol.1. Résolutions adoptées par la Conférence, résolution 1, annexe II, sect. II, chap. 9.12 c).