



Conseil économique  
et social

Distr.  
GENERALE

E/C.13/1994/3  
6 janvier 1994  
FRANCAIS  
ORIGINAL : ANGLAIS

---

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

ENERGIE ET DEVELOPPEMENT DURABLE : SOURCES D'ENERGIE  
NOUVELLES ET RENEUVELABLES

Informations mises à jour sur les sources d'énergie  
nouvelles et renouvelables

Rapport du Secrétaire général

RESUME

Dans sa résolution 46/235, l'Assemblée générale a décidé de créer le Comité des sources d'énergie nouvelles et renouvelables et de l'énergie pour le développement; cet organe assumera le mandat de l'ancien Comité pour la mise en valeur et l'utilisation des sources d'énergie nouvelles et renouvelables. Dans sa résolution 45/208, elle a insisté sur la nécessité de mettre en valeur des sources d'énergie nouvelles et renouvelables en accord avec les objectifs fondamentaux du Programme d'action de Nairobi pour la mise en valeur des sources d'énergie nouvelles et renouvelables et réaffirmé l'importance et la validité des principes et objectifs du Programme, ainsi que la nécessité impérieuse de promouvoir la mise en valeur de sources d'énergie nouvelles et renouvelables qui permettent à tous les pays d'être plus autonomes en la matière et de ménager leur environnement.

---

\* E/C.13/1993/1.

Dans sa résolution 47/190, l'Assemblée a fait siens la Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement, Action 21 et la Déclaration de principes, non juridiquement contraignante mais faisant autorité, pour un consensus mondial sur la gestion, la conservation et l'exploitation écologiquement viable de tous les types de forêts, et prié instamment les gouvernements et les organes, organisations et programmes des Nations Unies, ainsi que les organisations intergouvernementales et non gouvernementales, de prendre les mesures requises pour donner effectivement suite à ces instruments. Elle a également invité toutes les parties intéressées à respecter tous les engagements pris, accords réalisés et recommandations formulées lors de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (CNUED), en particulier en fournissant les moyens d'exécution prévus à la section IV d'Action 21.

Compte tenu de ce qui précède, on trouvera dans le présent rapport une analyse des progrès réalisés dans le domaine des sources d'énergie nouvelles et renouvelables, en particulier depuis la réunion en août 1991 du Groupe intergouvernemental d'experts des Nations Unies sur les sources d'énergie nouvelles et renouvelables. Durant la deuxième moitié des années 80, la baisse du prix du pétrole a conduit les gouvernements et le secteur privé à réduire leurs investissements dans le domaine des sources d'énergie nouvelles et renouvelables et entraîné une perte d'intérêt pour la mise en valeur et l'utilisation de ces dernières. Récemment, les préoccupations que suscite l'état de l'environnement, notamment la peur de changement néfaste du climat, ont toutefois suscité un regain d'intérêt pour ce secteur et donné un nouvel élan à sa mise en valeur.

Le présent rapport fait le point sur les techniques actuellement employées dans ce secteur et en analyse l'utilisation. En 1990, la part des sources d'énergie renouvelables dans la consommation totale était de 17,7 %. En ne tenant compte que de l'énergie solaire, éolienne et géothermique, ainsi que de l'utilisation moderne de la biomasse, elle tombe à 1,6 %. Les techniques d'exploitation des sources d'énergie nouvelles et renouvelables ont atteint divers degrés de maturité. Les utilisations classiques de la biomasse, consistant à brûler du bois de feu et du charbon de bois, ont causé de nombreux problèmes, contribuant notamment à la détérioration de l'environnement et créant des pénuries locales d'approvisionnement. Dans les pays industrialisés, certains progrès ont été réalisés dans la mise en place de réseaux, pour la plupart interconnectés à grande échelle. Dans les pays en développement, les activités menées par les pouvoirs publics et les initiatives privées ont démontré que les sources d'énergie renouvelables étaient, pour les zones rurales dépourvues d'électricité, une option viable, dans certains cas, entièrement financée par les usagers.

Au niveau international, les questions relatives à l'énergie sont expressément ou implicitement traitées dans la Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement et Action 21. On trouvera dans le présent rapport des exemples de politiques, plans et objectifs régionaux et nationaux formulés, pour une bonne part, dans le sillage de la CNUED.

La détérioration de l'environnement suscitant de plus en plus d'inquiétude, les sources d'énergie renouvelables figurent en bonne place dans certaines projections pour les scénarios faisant appel à des sources d'énergie à faible émission de carbone. Cependant, ces projections reposent souvent sur des hypothèses qui n'ont pas encore été vérifiées sur le marché, notamment pour ce qui est des coûts de protection de l'environnement et des coûts internalisés des entreprises. Elles présupposent aussi que les pouvoirs publics financeront une grande partie des programmes de recherche-développement alors qu'ils s'écartent de plus en plus de ce type d'intervention à grande échelle, comme le montrent les tendances actuelles. D'après le Groupe de l'énergie solaire des Nations Unies pour l'environnement et le développement, la part des sources d'énergie nouvelles et renouvelables dans la consommation énergétique mondiale oscillerait entre 33 et 50 % d'ici à 2020. Pour le Conseil mondial de l'énergie, elle représenterait, à la même époque, 21,3 % dans un scénario retenant les pratiques actuelles, et 29,6 % dans un scénario plus écologique.

## TABLE DES MATIERES

	<u>Paragraphe</u> s	<u>Page</u>
INTRODUCTION . . . . .	1	5
I. EXECUTION DU PROGRAMME D'ACTION DE NAIROBI . . . . .	2 - 12	5
II. LES SOURCES D'ENERGIE NOUVELLES ET RENOUEVABLES : LE POINT DE LA SITUATION . . . . .	13 - 51	8
A. Les différentes techniques . . . . .	15 - 35	9
1. Energie solaire . . . . .	15	9
2. Les systèmes photovoltaïques . . . . .	16 - 18	11
3. La conversion de l'énergie héliothermique . . . . .	19 - 20	12
4. L'énergie éolienne . . . . .	21 - 22	12
5. La biomasse, le bois de feu et le charbon de bois . . . . .	23 - 30	14
6. L'énergie hydroélectrique . . . . .	31 - 32	15
7. L'énergie géothermique . . . . .	33	16
8. Le bitume et les sables asphaltiques . . . . .	34 - 35	16
B. L'énergie, y compris les sources d'énergie nouvelles et renouvelables, et la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement . . . . .	36 - 40	17
C. Les nouvelles politiques et les nouveaux plans de mise en valeur des sources d'énergie nouvelles et renouvelables . . . . .	41 - 51	20
III. PERSPECTIVES CONCERNANT LES SOURCES D'ENERGIE NOUVELLES ET RENOUEVABLES ET CONCLUSIONS . . . . .	52 - 63	22
A. Incidence future des sources d'énergie nouvelles et renouvelables sur la situation mondiale de l'énergie . . . . .	52 - 59	22
B. Conclusions . . . . .	60 - 63	25

## INTRODUCTION

1. Le Programme d'action de Nairobi pour la mise en valeur de l'utilisation de sources d'énergie nouvelles et renouvelables, adopté à la Conférence des Nations Unies sur les sources d'énergie nouvelles et renouvelables, tenue au Kenya du 10 au 21 août 1981, et approuvé par l'Assemblée générale dans sa résolution 36/193 du 18 février 1982, avait pour principal objectif de promouvoir une utilisation diversifiée des sources d'énergie au lieu de recourir exclusivement aux combustibles fossiles. La planification et les économies dans le domaine de l'énergie y étaient également encouragées et une attention particulière était accordée à la situation critique des zones rurales dans les pays en développement à cet égard. Les sources d'énergie nouvelles et renouvelables devaient contribuer de façon décisive à résoudre bon nombre de ces problèmes. Le Programme a identifié cinq grands domaines devant faire l'objet d'une action concertée, avec l'appui de la communauté internationale, qui respectait les plans et priorités nationaux, à savoir : évaluation et planification dans le domaine de l'énergie; recherche-développement et démonstration; transfert, adaptation et application des techniques matures; courants d'information; et éducation et formation. Par ailleurs, on jugeait urgent de satisfaire les besoins énergétiques des zones rurales dans le cadre de programmes de développement rural intégrés.

## I. EXECUTION DU PROGRAMME D'ACTION DE NAIROBI

2. Face à la situation critique qui prévalait en matière d'énergie dans les années 70, de nombreux pays industrialisés ont institué et effectivement mis en oeuvre des politiques d'utilisation rationnelle de l'énergie et d'économies qui ont permis de réduire l'accroissement de la consommation dans la plupart d'entre eux. L'application de ces programmes, de même que le recours aux approvisionnements pétroliers des pays non membres de l'Organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP) et à l'énergie nucléaire, ont entraîné une saturation du marché du pétrole dont les prix sont tombés au dessous de 10 dollars le baril au milieu de 1986. La nécessité de diversifier les sources d'énergie, en raison de l'insécurité des approvisionnements et des prix élevés, devient donc moins urgente. De nombreux programmes et financements publics de recherche-développement relatifs aux techniques d'exploitation des sources d'énergie nouvelles et renouvelables ont ainsi été interrompus ou considérablement réduits. Certains progrès ont toutefois été réalisés, notamment dans le domaine des techniques d'exploitation de l'énergie éolienne et solaire.

3. Aujourd'hui, plus de 10 ans après l'adoption du Programme d'action de Nairobi, ce ne sont pas les sources d'énergie nouvelles et renouvelables mais les combustibles classiques qui permettent de faire face en majeure partie à l'accroissement de la consommation. La part des sources d'énergie renouvelables ne représente en effet que 17,7 % dans la consommation totale. Si l'on exclut les grandes centrales hydroélectriques et la biomasse traditionnelle (bois de chauffage, fumier et charbon de bois), ce chiffre tombe à 1,6 % (voir tableau 1).

Tableau 1

Evaluation de la contribution des sources d'énergie  
renouvelables, en 1990

(En millions de tonnes d'équivalent pétrole)

Sources d'énergie	1990
Grandes centrales hydroélectriques	465
Petites centrales hydroélectriques	18
Energie géothermique	12
Energie solaire	12
Energie éolienne	1
Utilisations nouvelles de la biomasse	121
Utilisations classiques de la biomasse	930
<b>Total, sources d'énergie renouvelables</b>	<b>1 559</b>
<b>Total, sources d'énergie</b>	<b>8 808</b>
Part des sources d'énergie renouvelables dans le total des sources d'énergie (en pourcentage)	17,7
Part des nouvelles <sup>a</sup> sources d'énergie renouvelables dans le total des sources d'énergie (en pourcentage)	1,6

Source : Conseil mondial de l'énergie, Renewable Energy Resources: Opportunities and Constraints, 1990-2020.

<sup>a</sup> Toutes les sources d'énergie renouvelables à l'exception de l'hydroélectricité et de la biomasse traditionnelle.

4. Le Groupe intergouvernemental d'experts des Nations Unies sur les sources d'énergie nouvelles et renouvelables a examiné le processus d'exécution du Programme d'action de Nairobi lorsqu'il s'est réuni à New York du 26 au 30 août 1991 (voir A/AC.218/1992/9). Il a constaté que, d'après les projections, les besoins énergétiques augmenteraient d'environ 75 % dans les 30 années à venir et que les besoins supplémentaires seraient satisfaits pour l'essentiel par les sources d'énergie classiques actuelles. Il était prévu que la demande énergétique augmenterait plus vite dans les pays en développement que dans les autres groupes de pays. De l'avis du Groupe d'experts, ce scénario signifiait que de grandes incertitudes, liées au risque d'instabilité du secteur énergétique et de dégradation croissante de l'environnement, continueraient de peser sur l'économie mondiale.

5. Il était donc devenu urgent d'accélérer la mise en valeur et l'utilisation de sources d'énergie nouvelles et renouvelables sans danger pour l'environnement. Examinant les progrès déjà réalisés, le Groupe d'experts a toutefois constaté que la part de ces services avait augmenté dans les pays en développement, mais que dans l'ensemble, le taux d'accroissement avait été faible (voir tableau 2).

Tableau 2

Contribution des sources d'énergie renouvelables  
dans les pays en développement, 1985 et 1990

(En millions de tonnes d'équivalent pétrole)

Sources d'énergie	1985	1990
Hydro-électricité	133	189
Energie géothermique	3,5	5
Energie solaire	5	6
Energie éolienne	< 1	< 1
Utilisations modernes de la biomasse	85	72
Utilisations classiques de la biomasse	663	842
<b>Total, sources d'énergie renouvelables</b>	<b>889,7</b>	<b>1 114</b>

Sources : 1985 : Rapport du Secrétaire général intitulé "Energie solaire : une stratégie favorable à l'environnement et au développement" (A/AC.218/1992/5/Rev.1); 1990 : H. Khatib, "Solar Energy in Developing Countries", communication présentée au Sommet mondial de l'énergie solaire, Paris, 5-9 juillet 1993.

6. Des progrès avaient été accomplis dans les applications à grande échelle de techniques éprouvées comme l'hydroélectricité et la géothermie pour la production de l'électricité. Les techniques d'exploitation de l'énergie solaire et les fermes éoliennes avaient été perfectionnées. Toutefois, si les applications à petite échelle des sources d'énergie nouvelles et renouvelables avaient fait l'objet de nombreuses activités, leur impact sur la production mondiale d'énergie restait négligeable dans l'ensemble.

7. La production d'énergie à partir de la tourbe et des schistes bitumeux avait baissé, mais celle d'alcool à des fins énergétiques avait presque triplé, en raison principalement de l'expansion rapide du programme brésilien de remplacement de l'essence.

8. Parmi les sources d'énergie nouvelles et renouvelables, les plus importantes étaient les sources traditionnelles – bois de feu, charbon de bois, traction animale, résidus agricoles et déchets animaux. On estimait que le bois de feu et le charbon de bois avaient fourni plus de 500 millions de tonnes d'équivalent pétrole (tep) en 1985 et 377 millions de tep en 1990. Toutefois, l'utilisation du bois de feu, du charbon de bois, des résidus agricoles et des déchets animaux pour produire de l'énergie avait contribué à la détérioration des conditions de vie et de l'environnement dans les pays en développement.

/...

9. Dans ses recommandations, le Groupe d'experts a souligné qu'un approvisionnement énergétique adéquat était indispensable à la poursuite du développement dans tous les pays. Les sources d'énergie nouvelles et renouvelables devraient contribuer pour beaucoup à satisfaire les besoins énergétiques futurs en milieu rural et urbain; il fallait donc accorder la plus haute priorité à leur mise en valeur et à leur utilisation, compte tenu en particulier de la prise de conscience accrue des effets nuisibles pour l'environnement des sources d'énergie classiques.

10. Les principaux objectifs du Programme d'action de Nairobi et ses recommandations restaient valables. Toutefois, il faudrait peut-être réexaminer les priorités pour tenir compte des changements intervenus dans des domaines comme l'énergie, l'écologie, les finances, la croissance économique ainsi que l'état d'avancement et l'application des techniques dans ce domaine.

11. Enfin, le Groupe d'experts a formulé un certain nombre de recommandations concernant les mesures à prendre aux niveaux tant national qu'international. Les gouvernements devraient pour leur part, compte tenu de leurs priorités nationales, fixer selon un calendrier précis la part des sources d'énergie nouvelles et renouvelables dans la consommation totale d'énergie du pays et s'efforcer d'affecter des fonds appropriés à cette fin.

12. Sur le plan international, le Groupe a recommandé d'aider les pays en développement, sur leur demande, à : préparer et mettre en oeuvre des programmes de formation dans les divers secteurs spécialisés de ce domaine, notamment sous forme d'appui aux établissements d'enseignement et de formation; renforcer ou mettre en place les capacités nécessaires pour assembler, fabriquer, tester du matériel spécialisé, et en contrôler la qualité, et améliorer les services d'entretien et de gestion; et mettre au point des systèmes de crédit et de commercialisation afin de promouvoir la mise en valeur et l'utilisation de techniques prometteuses dans ce domaine. Il faudrait identifier et renforcer les centres d'excellence et établir un réseau. L'assistance financière devrait également être renforcée et les institutions bilatérales et multilatérales pourraient à cet égard adopter des pratiques de nature à permettre l'évaluation des projets énergétiques sur la base de l'établissement des coûts intégraux de l'impact écologique et social.

## II. LES SOURCES D'ENERGIE NOUVELLES ET RENOUVELABLES : LE POINT DE LA SITUATION

13. Depuis la dernière réunion du Groupe d'experts en 1991, la situation a évolué et des données estimatives concernant les sources d'énergie nouvelles et renouvelables au niveau mondial ont été publiées. Le processus préparatoire de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (CNUED) a permis de mieux faire prendre conscience, dans le monde entier, des possibilités qu'offrent les sources d'énergies nouvelles et renouvelables. Parallèlement, les nouvelles politiques nationales en matière d'énergie mettent davantage l'accent sur cette question.

14. La présente partie du rapport résume les progrès réalisés sur le terrain dans l'application de certaines techniques, en particulier depuis 1990/91.

A. Les différentes techniques1. Energie solaire

15. L'énergie photovoltaïque et l'énergie héliothermique sont de plus en plus utilisées depuis l'adoption du Programme d'action de Nairobi. Les photopiles sont actuellement utilisées pour les équipements de communication, les biens de consommation et comme source d'électricité dans les zones éloignées. L'énergie héliothermique qui peut être utilisée directement pour le chauffage, indirectement pour l'électricité et de manière passive pour la climatisation des bâtiments, est actuellement utilisée pour le chauffage dans les procédés industriels, le chauffage de l'eau à usage domestique, la production d'électricité et le séchage des cultures; on en prévoit aussi l'utilisation passive dans les plans architecturaux. On trouvera aux tableaux 3 et 4 les dernières données mondiales sur les capacités installées dans le domaine de l'énergie solaire, tant pour les systèmes photovoltaïques qu'héliothermiques, ainsi que les capacités installées de production d'énergie électrique.

Tableau 3

Capacités installées de production d'énergie solaire  
dans certains pays en développement, 1990

Pays	Capacité photovoltaïque (en kilowatts)	Capacité installée de production nette d'électricité (en milliers de kilowatts)	Chauffage actif (en térajoules par an)
Burundi	4 124	43	—
Chine	1 000	98 600	—
Ethiopie	55	393	—
Inde	4 600	75 995	—
Indonésie	700	11 480	—
Jordanie	40	1 048	—
Malaisie	16	5 037	—
Mexique	2 000	29 274	687
Pakistan	266	9 137	—
Philippines	43	6 869	—
Sénégal	45	231	—
Sri Lanka	80	1 289	—
Thaïlande	158	9 722	—
Turquie	—	16 316	377
Uruguay	50	1 681	—
Venezuela	1	18 647	—

Sources : Département de l'information économique et sociale et de l'analyse des politiques du Secrétariat de l'ONU, sur la base de l'Étude des ressources énergétiques, 1992 du Conseil mondial de l'énergie; et Département de l'information économique et sociale et de l'analyse des politiques du Secrétariat de l'ONU, Annuaire des statistiques de l'énergie, 1991 (publication des Nations Unies, numéro de vente : F.93.XVII.5).

Tableau 4

Capacité installée de production d'énergie solaire dans certains  
pays industrialisés, 1990

Pays ou zone	Capacité photovoltaïque (en kilowatts)	Thermoélectricité (en kilowatts)	Capacité installée de production nette d'électricité (en milliers de kilowatts)	Chauffage actif (en térajoules par an)
Afrique du Sud	1 200	—	25 890	—
Allemagne	1 346	—	123 160	212
Australie	2 000	25	36 782	—
Belgique	15	—	14 140	—
Canada	800	—	104 140	620
Danemark	—	—	9 133	95
Espagne	3 160	—	43 273	1 663
Etats-Unis d'Amérique	12 000	279 000	775 396	—
Ex-URSS	100	—	333 100	—
Finlande	200	—	13 220	30
France	1 000	—	103 410	—
Israël	80	—	4 135	6 790
Italie	700	—	56 548	520
Japon	1 811	—	194 763	—
Norvège	1 600	—	27 195	1,5
Nouvelle-Zélande	5	—	7 504	—
Pays-Bas	400	—	17 441	150
République de Corée	769	—	24 056	76
Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord	32	—	73 059	357
Suède	10	—	34 189	30
Taiwan-Province chinoise	10	—	..	715

Sources : Département de l'information économique et sociale et de l'analyse des politiques du Secrétariat de l'ONU, sur la base de l'Etude des ressources énergétiques, 1992 du Conseil mondial de l'énergie; et Département de l'information économique et sociale et de l'analyse des politiques du Secrétariat de l'ONU, Annuaire des statistiques de l'énergie, 1991 (publication des Nations Unies, numéro de vente : E/F.93.XVII.5).

## 2. Les systèmes photovoltaïques

16. Des progrès considérables ont été faits dans le domaine du rendement des photopiles au cours des années 80, grâce à la recherche-développement menée notamment aux Etats-Unis d'Amérique, au Japon et en Europe. Les photopiles au silicium cristallin dominant toujours le marché, avec des rendements de l'ordre de 11 à 23,1 % de conversion. Toutefois, les photopiles composées d'une mince couche de silicium qui ont fait l'objet de longues recherches ont récemment connu quelques problèmes de vente, dus essentiellement à la hausse des prix. Il est désormais possible d'appliquer le silicium cristallin en couches, et des recherches sont en cours pour l'application à d'autres matériaux comme le tellure de cadmium, le sélénure d'iridium et de cuivre et l'arséniure de gallium. De nombreuses substances utilisées pour les photopiles sont hautement toxiques, et leur stockage définitif risque de poser problème lorsqu'elles seront utilisées à grande échelle. Les exportations totales de photopiles ont connu un ralentissement récemment par rapport à la progression de 15 à 20 % enregistrée jusqu'en 1991, mais elles ont presque triplé depuis 1985 (voir tableau 5)<sup>2</sup>.

Tableau 5

Exportations mondiales de modules photovoltaïques (en mégawatts)

Pays ou zone	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Etats-Unis d'Amérique	7,70	7,10	8,65	11,30	15,50	15,70	16,25	18,40
Japon	10,50	12,60	13,20	12,90	12,70	15,00	18,75	18,80
Europe	3,40	4,60	4,50	6,70	8,70	10,50	13,00	16,70
Autres <sup>a</sup>	1,40	2,30	2,80	3,00	5,70	5,70	6,00	6,00
TOTAL	23,00	26,60	29,15	33,90	42,60	46,90	54,00	59,90

Sources : International Solar Intelligence Report et Photovoltaic Insiders Report, divers numéros.

<sup>a</sup> Les plus gros producteurs de cette catégorie sont l'Inde, le Brésil, Taiwan province chinoise, le Venezuela et l'Algérie.

17. Dans certains pays en développement, de petits équipements photovoltaïques domestiques sont distribués dans les zones rurales. Le coût est généralement assumé par l'utilisateur grâce à de petits prêts ou à des fonds autorenouvelables. En Indonésie par exemple, 100 000 personnes qui étaient dépourvues d'électricité bénéficient à présent d'un programme national dans le cadre duquel 12 000 petits systèmes domestiques d'une capacité totale de 700 kilowatts ont été installés depuis 1988 dans les zones isolées. Les foyers qui se sont équipés de ces systèmes déboursent environ 3,75 dollars par mois, soit l'équivalent de leurs dépenses antérieures pour le kérosène, les bougies et les batteries<sup>3</sup>. Certains pays en développement disposent également de programmes importants, quoique relativement limités, pour la commercialisation et la diffusion des systèmes photovoltaïques, essentiellement sous forme de petits équipements pour la télévision et l'éclairage. L'initiative privée,

/...

notamment dans la fabrication et le montage, a obtenu des résultats encourageants<sup>4</sup>. Dans certains pays comme l'Inde, les Philippines, le Mexique, Sri Lanka, le Zimbabwe et le Brésil, l'utilisation des systèmes photovoltaïques est en plein essor, en particulier pour les télécommunications et l'éclairage public et domestique. Les capacités de production de photopiles dans les pays en développement se renforcent de plus en plus : on estime à environ 100 000 le nombre de ménages utilisant l'électricité produite à partir de l'énergie solaire<sup>5</sup>.

18. On s'intéresse depuis quelque temps aux applications des systèmes photovoltaïques dans le cadre des réseaux de distribution. C'est ainsi qu'en Italie, une centrale vient d'être construite près de Naples avec une capacité de 600 kilowatts qui devrait atteindre 3,3 mégawatts vers le milieu des années 90<sup>6</sup>. D'autres grandes centrales existent en Californie, au Japon, en Allemagne et en Arabie saoudite. Leur capacité totale a atteint quelque 14 mégawatts en 1992<sup>7</sup>.

### 3. La conversion de l'énergie héliothermique

19. L'utilisation de l'énergie solaire pour le chauffage de l'eau est une des techniques les mieux maîtrisées et la plus répandue. Dans de nombreux pays comme la Grèce, Chypre et Israël, elle permet de réaliser des économies substantielles par rapport aux sources d'énergie classiques (voir A/AC.218/1992/9). Le marché des chaudières fonctionnant à l'énergie solaire est très développé dans les pays industrialisés, et même dans certains pays en développement. Dans la Communauté européenne, la surface totale des capteurs solaires installés en 1990 était de 3 millions de mètres carrés, dont 52,55 % en Grèce. Toutefois, des pays comme l'Espagne, le Portugal et l'Italie, dont le climat se prête à l'utilisation de cette technique, ne représentent respectivement que 2,42, 5,25 et 2,42 % de ce marché. Le succès de la Grèce s'explique par les mesures incitatives prises par le Gouvernement dès 1976 et les campagnes de sensibilisation organisées dans les années 80<sup>8</sup>.

20. La conversion de l'énergie solaire en électricité, qui avait suscité un certain intérêt, surtout de la part de certaines compagnies d'électricité aux Etats-Unis, a récemment connu des revers. C'est ainsi qu'une compagnie californienne, qui possédait une centrale pilote de 354 mégawatts fonctionnant également au gaz naturel, a perdu la confiance de ses investisseurs et a dû fermer ses portes à cause du caractère fluctuant des avantages fiscaux.

### 4. L'énergie éolienne

21. L'énergie éolienne peut être utilisée pour la production d'électricité, le pompage et l'énergie mécanique. La production d'électricité à grande échelle à partir des "fermes éoliennes" retient l'attention depuis quelque temps, et connaît un certain succès. Comme le montre le tableau 6, la capacité mondiale des turbines éoliennes a atteint 2 556 mégawatts en 1992 et devrait atteindre 2 797 mégawatts en 1993. Plus de la moitié des installations se trouvent en Californie et presque tout le reste en Europe du Nord. Parmi les pays en développement, seuls la Chine, l'Egypte et l'Inde disposent d'une certaine capacité<sup>9</sup>. Les quelque 500 000 à 750 000 pompes éoliennes actuellement

installées de par le monde ont une utilisation pratique dans les pays en développement, où elles servent essentiellement à puiser l'eau nécessaire à l'élevage et à l'approvisionnement des villages<sup>10</sup>.

22. Les nouvelles techniques éoliennes semblent prometteuses. C'est ainsi qu'aux Etats-Unis, une société privée a mis au point en 1988, en collaboration avec un institut de recherche (Electric Power Research Institute), une turbine éolienne à vitesse variable. Le coût de l'électricité produite par ces turbines (5 cents le kilowattheure) est comparable à celui des centrales nouvellement construites fonctionnant au charbon et au gaz, et de 4 cents inférieur à celui de l'électricité produite par les turbines éoliennes classiques à vitesse non variable<sup>11</sup>.

Tableau 6

Capacité des turbines éoliennes reliées au réseau électrique  
(En mégawatts)

Pays	Capacité des turbines éoliennes				Capacité installée de production d'électricité
	1990	1991	1992	1993 <sup>a</sup>	1990
Etats-Unis d'Amérique	1 557	1 600	1 600	1 600	775 396
Danemark	412	418	470	520	9 133
Pays-Bas	45	83	116	120	17 441
Allemagne	47	90	170	220	123 160
Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord	8,8	10	30	131	73 059
Espagne	7,2	15	45	57	43 273
Belgique	4,2	6	6	6	14 140
Italie	1	5	10	20	56 548
Grèce	—	5	26	26	8 508
Portugal	0,48	2	2	2	7 381
Egypte	2	..	..	..	11 738
Suède	7,7	8	12	12	34 189
France	0,2	1	1	1	103 410
Irlande	0,12	..	7	8	3 807
Inde	6	37	41	54	75 995
Canada	5	20	20	20	104 140
Chine	19	..	..	..	98 600
<b>TOTAL</b>	<b>2 122,7</b>	<b>2 300</b>	<b>2 556</b>	<b>2 797</b>	<b>1 559 918</b>
Augmentation annuelle	—	177,3	256	241	—

Sources : Capacité des turbines éoliennes 1990 : Conseil mondial de l'énergie; capacité des turbines éoliennes 1991, 1992 et 1993 : E. Sesto, "Wind energy, present situation and future prospects", communication présentée au "World Solar Summit", Paris, 5-9 juillet 1993; capacités installées de production d'électricité 1990 : Département de l'information économique et sociale et de l'analyse des politiques du Secrétariat de l'ONU, Annuaire des statistiques de l'énergie, 1990 (publication des Nations Unies, numéro de vente : E/F.92.XVII.3).

<sup>a</sup> Projection.

## 5. La biomasse, le bois de feu et le charbon de bois

23. A la fin des années 80, la biomasse représentait environ 20 % de la consommation énergétique totale des pays en développement. Les difficultés d'approvisionnement et l'utilisation inefficace du bois de feu demeurent parmi les problèmes énergétiques les plus graves qui se posent dans les zones rurales de ces pays.

24. Comme l'indique le tableau 7, en 1990, 1,4 milliard de tonnes de bois (soit la moitié de la consommation totale) ont été utilisées sous forme de bois de feu ou pour produire d'autres types d'énergie. La même année, 57 millions de tonnes d'équivalent pétrole (TEP) de bois et de résidus ligneux ont été directement utilisés pour produire de l'énergie, soit environ 15 % de la consommation mondiale de pétrole.

Tableau 7

Bois et résidus ligneux utilisés pour produire de l'énergie en 1990

Pays	Milliards de tonnes de bois	Milliards de tonnes d'équivalent pétrole
Pays en développement	1,1	0,4
Pays développés	0,3	0,17
Total	1,4	0,57

Source : Conseil mondial de l'énergie, Etude des ressources énergétiques, 1992.

25. Dans les pays en développement, 80 % de la production annuelle de bois sont utilisés comme combustible, dont 90 % sous forme de bois de feu et presque tout le reste sous forme de charbon de bois<sup>9</sup>. Les initiatives prises pour atténuer certains des problèmes posés par l'utilisation de bois de feu, notamment la distribution de fourneaux de cuisson à rendement efficace, ont donné des résultats mitigés. Dans certains cas, les utilisateurs ne se sont pas montrés sensibles aux avantages de ces fourneaux. Il faudra donc trouver des modes de distribution plus efficaces pour en faire mieux accepter l'utilisation. Certains pays ont tenté d'introduire sur une grande échelle des systèmes permettant de produire du biogaz à partir d'autres éléments de la biomasse comme les déjections animales. Pour des raisons complexes d'ordre socioculturel, ces expériences ont eu des résultats très variables.

26. Les pays développés sont parvenus à améliorer le rendement énergétique des résidus forestiers dans la production industrielle de chaleur et d'électricité. Aux Etats-Unis par exemple, une bonne partie de la capacité énergétique dérivée de la biomasse (6 500 MW) est aux mains de l'industrie forestière, qui s'en sert pour couvrir ses propres besoins énergétiques. La plupart des unités productives ont été mises en service dans les années 80 grâce à des crédits d'impôts fédéraux. Ces crédits ayant été supprimés depuis, le nombre des nouvelles unités mises en service est à la baisse<sup>12</sup>. Dans la Communauté européenne, la biomasse compte pour 1 % de la production annuelle totale d'électricité, avec 21,68 térawatts/heure (TWh); 20,6 millions de tonnes

d'équivalent pétrole, soit environ 3 % de la production thermique de la Communauté européenne<sup>8</sup>, ont pu être produites à partir de déchets forestiers, agricoles, industriels et urbains, et d'ordures ménagères.

27. La biomasse est également utilisée pour produire de l'éthanol, carburant utilisé dans le transport. En 1992, le Brésil a produit, dans le cadre d'un vaste programme de production d'éthanol, 4,5 millions de tonnes d'équivalent pétrole à partir de la canne à sucre, à un prix de revient d'environ 40 dollars le baril d'équivalent pétrole<sup>13</sup>.

28. Les activités de recherche-développement consacrées aux divers aspects de la bioénergie, à sa conversion et à son utilisation se sont multipliées depuis une dizaine d'années. Divers pays, dont certains en développement, ont consacré des travaux de recherche aux essences à croissance rapide, aux techniques et aux matériels de récolte, ainsi qu'aux techniques de conversion (gazéification, pyrolyse, liquéfaction et carbonisation). Dans un proche avenir, il est probable que la plupart des grandes centrales seront équipées de turbines à gaz. En ce qui concerne la production d'éthanol, une des nouvelles techniques consiste à utiliser des bactéries génétiquement modifiées pour assimiler la biomasse et la faire fermenter. Les déchets agricoles, industriels et urbains peuvent être utilisés comme matière première. On parvient ainsi à produire de l'éthanol à un prix de revient inférieur de plus de moitié à celui qui est produit à partir du maïs, méthode actuellement utilisée aux Etats-Unis d'Amérique<sup>14</sup>.

29. La biomasse occupe une place de choix dans les nombreux scénarios qui prédisent que les sources d'énergie renouvelables ont un bel avenir devant elles. Elle peut provenir de déchets agricoles ou de déjections animales, de bois ou de déchets urbains, ou encore de produits agricoles, comme la canne à sucre, spécialement cultivés pour servir à la production d'énergie. L'utilisation de la biomasse pour en dériver des carburants gazeux ou liquides ou pour produire directement de l'énergie pourrait cependant donner lieu à d'énormes problèmes de concurrence, notamment avec les cultures vivrières.

30. Selon une étude de la FAO portant sur l'état de la forêt tropicale dans 76 pays, le taux de perte forestière a augmenté de 0,9 % par an dans les années 80, alors qu'il n'avait augmenté que de 0,6 % par an entre 1976 et 1980. Les données les plus alarmantes concernent l'Afrique de l'Ouest, avec un taux annuel de perte de 2,1 %, ainsi que l'Amérique centrale et le Mexique, où ce taux est de 1,8 %<sup>15</sup>.

## 6. L'énergie hydroélectrique

31. Si l'on considère l'ensemble des sources d'énergie renouvelables, les grandes centrales hydroélectriques arrivent au deuxième rang, immédiatement après la biomasse, du point de vue de l'énergie produite. Malgré le caractère renouvelable des ressources hydroélectriques et leur énorme potentiel, particulièrement dans les pays en développement, l'installation de grandes centrales hydroélectriques s'est heurtée à une certaine résistance, notamment pour des raisons écologiques.

32. Les sites se prêtant à une exploitation à plus petite échelle, et qui ne requièrent donc pas autant d'infrastructures, ont eux aussi un grand potentiel, mais ils n'ont pas encore été tous recensés. Le tableau 8 répertorie les centrales hydroélectriques en service dans le monde.

Tableau 8

Centrales hydroélectriques en service en 1990 (mégawatts)

Région	Grandes unités <sup>a</sup>	Petites unités <sup>b</sup>	Total	Pourcentage des petites unités par rapport aux grandes
Afrique	19 925	258	20 183	1,3
Amérique latine	93 804	409	94 213	0,4
Amérique du Nord	146 381	799	147 180	0,5
Asie	110 512	4 285	114 797	3,9
Europe centrale et ex-URSS	82 974	2 152	85 126	2,6
Europe occidentale	129 422	3 484	132 906	2,7
Moyen-Orient	3 140	4	3 144	0,1
Océanie	11 903	82	11 985	0,7
Total mondial	598 061	11 473	609 534	1,9

Source : Conseil mondial de l'énergie, 1992.

<sup>a</sup> Y compris les unités ayant une capacité supérieure à 2 MW.

<sup>b</sup> Y compris les unités ayant une capacité inférieure à 2 MW.

#### 7. L'énergie géothermique

33. On estime que des ressources géothermiques à température élevée et se prêtant à la production d'électricité existent dans 28 pays et que des ressources se prêtant à une utilisation directe de la chaleur existent dans une trentaine de pays. La production totale d'électricité géothermique est passée de 1 278 mégawatts en 1975 à 5 876 mégawatts en 1990 et, selon certaines projections, ce chiffre devrait atteindre 15 000 mégawatts en l'an 2000. Quatre-vingt-un pour cent de la capacité totale des pays en développement (1 955 MW) sont produits dans deux pays, le Mexique et les Philippines. Environ 70 % de la capacité productive dans les pays industrialisés se trouvent aux Etats-Unis. En ce qui concerne les applications directes de l'énergie géothermique, la capacité atteignait, à la fin de 1989, 11 500 mégawatts thermiques (MWt) et devrait atteindre 23 000 MWt en l'an 2000.

#### 8. Le bitume et les sables asphaltiques

34. Depuis quelques années, l'industrie du bitume connaît une évolution très rapide. Le Venezuela vend le bitume de l'Orénoque, sous forme d'une émulsion appelée "orimulsion" à des centrales électriques. Ce produit est actuellement utilisé avec succès au Canada, au Japon, aux Etats-Unis et au Royaume-Uni, où les autorités chargées de la lutte contre la pollution ont récemment autorisé deux centrales électriques à l'utiliser. Quatre sociétés japonaises viennent de

/...

passer commande. La Chine poursuit actuellement des études de faisabilité et envisage de participer à la construction d'une usine de production au Venezuela. En 1993, le Congrès vénézuélien a été saisi d'une demande d'autorisation portant sur la création d'une coentreprise entre Maraven (filiale de PDVSA, société pétrolière nationale), Total (France) et Itochu et Marubeni (Japon); cette opération devrait permettre de retirer 114 000 barils de bitume par jour des sables asphaltiques de l'Orénoque, et dégager quelque 22 milliards de dollars de bénéfice sur 20 ans<sup>16</sup>.

35. Un des plus grands gisements de sable asphaltique du monde – 1,7 milliard de barils d'huile – se trouve dans la province d'Alberta au Canada. Le gisement d'Athabasca (870 milliards de barils de réserves) est exploité grâce à deux grandes usines de récupération et de traitement, qui sont gérées par les sociétés Syncrude Canada Ltd et Suncor Inc. En 1992, la production de brut synthétique léger a atteint 88 millions de barils, alors que la production cumulée des deux usines atteignait 1 milliard de barils. La production annuelle augmente régulièrement au moment où l'extraction de pétrole proprement dit est en déclin au Canada. Syncrude, qui traite 325 000 tonnes de sable asphaltique par jour pour produire 390 000 barils de bitume dilué, est la plus grande exploitation minière du monde sur le plan du volume de minerai traité. Comme la découverte des gisements canadiens n'a entraîné aucun coût, les frais d'exploitation, qui s'élèvent à 15 dollars le baril, se rapprochent de ceux qu'entraînerait la découverte et l'exploitation de nouveaux gisements pétroliers au Canada.

B. L'énergie, y compris les sources d'énergie nouvelles et renouvelables, et la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement

36. La CNUED, qui s'est tenue à Rio de Janeiro du 3 au 14 juin 1992, a adopté la Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement<sup>17</sup>, l'Action 21<sup>18</sup> et la Déclaration de principes, non juridiquement contraignante mais faisant autorité, pour un consensus mondial sur la gestion, la conservation et l'exploitation écologiquement viable de tous les types de forêts<sup>19</sup>.

37. Les participants à la Conférence ont, directement ou incidemment, examiné de façon détaillée les questions liées à l'énergie, notamment quelques-uns des 27 principes figurant dans la Déclaration de Rio et s'appliquant à l'énergie, y compris les sources d'énergie nouvelles et renouvelables, par exemple le droit souverain des Etats d'exploiter leurs propres ressources selon leur politique d'environnement et de développement (Principe 2); le droit au développement (Principe 3); la tâche de l'élimination de la pauvreté (Principe 5); l'appel lancé aux Etats pour qu'ils réduisent et éliminent les modes de production et de consommation non viables (Principe 8); et l'appel demandant aux Etats de faciliter la mise au point, l'adaptation et la diffusion et le transfert de techniques, y compris de techniques nouvelles et novatrices (Principe 9).

38. De même, 17 des 40 chapitres d'Action 21 portent directement sur l'énergie, en particulier le chapitre 4 "Modification de modes de consommation"; le chapitre 7 "Promotion d'un modèle viable d'établissements humains"; le chapitre 9 "Protection de l'atmosphère"; et le chapitre 14 "Promotion d'un développement agricole et rural durable".

39. Le présent rapport n'a pas pour objet de présenter une étude détaillée sur l'énergie et Action 21, mais il convient de noter que l'accent y est mis sur la conservation de l'énergie et le rendement énergétique autant que sur les sources d'énergie nouvelles et renouvelables. Par exemple, dans le domaine d'activité B du chapitre 9, dans le sous-programme 1 intitulé "Mise en valeur de l'énergie, rendement énergétique, consommation d'énergie", les participants à la Conférence engagent les gouvernements, agissant à l'échelon approprié, en coopération avec les organismes compétents des Nations Unies et, le cas échéant, les organisations intergouvernementales et non gouvernementales et le secteur privé à :

"a) Coopérer pour trouver et mettre en valeur des sources d'énergie économiquement viables, écologiquement rationnelles afin d'assurer un approvisionnement accru en énergie, propre à appuyer les efforts de développement durable, en particulier dans les pays en développement;

b) Encourager à l'échelon national l'élaboration de méthodologies appropriées permettant la prise de décisions intégrées visant un développement durable en matière de politique énergétique, environnementale et économique, notamment par des études d'impact sur l'environnement;

c) Promouvoir l'étude, la mise au point, le transfert et l'utilisation de technologies et de procédés à rendement énergétique élevé, y compris des techniques autochtones dans tous les secteurs pertinents, en accordant une attention particulière à la rénovation et à la modernisation des systèmes d'approvisionnement électrique, en particulier dans les pays en développement;

d) Promouvoir l'étude, la mise au point, le transfert et l'utilisation de technologies et procédés produisant des systèmes énergétiques écologiquement rationnels, y compris des systèmes faisant appel à des énergies nouvelles et renouvelables, en accordant une attention particulière aux pays en développement;

e) Promouvoir la création de capacités sur les plans institutionnel et scientifique et en matière de planification et de gestion, en particulier dans les pays en développement, pour mettre au point, produire et utiliser des formes d'énergie qui seront plus efficaces et moins polluantes;

f) Etudier les schémas actuels d'approvisionnement en énergie pour déterminer comment on pourrait, dans une optique d'efficacité économique, accroître la contribution des systèmes énergétiques écologiquement rationnels dans leur ensemble, en particulier des systèmes faisant appel à des sources d'énergie nouvelles et renouvelables, en tenant compte des caractéristiques sociales, physiques, économiques et politiques propres aux divers pays, et en examinant et en appliquant, le cas échéant, des mesures visant à supprimer tout obstacle à la mise en valeur et à l'utilisation de ces systèmes;

g) Coordonner, le cas échéant, les plans énergétiques aux niveaux régional et sous-régional et étudier la possibilité d'une distribution efficace d'énergie écologiquement rationnelle provenant de sources nouvelles et renouvelables;

h) Conformément aux priorités nationales en matière de développement socio-économique et d'environnement, évaluer et, au besoin, promouvoir des politiques ou des programmes rentables, y compris en adoptant des mesures administratives, économiques et sociales, afin d'améliorer le rendement énergétique;

i) Renforcer les capacités dans le domaine de la planification de l'énergie et de la gestion des programmes pour assurer le rendement énergétique ainsi que dans le domaine de la mise en valeur, de l'utilisation et de la promotion de sources d'énergie nouvelles et renouvelables;

j) Promouvoir des normes ou des recommandations appropriées en matière de rendement énergétique et d'émissions au niveau national, l'objectif étant de mettre au point et d'utiliser des technologies de nature à réduire au maximum les atteintes à l'environnement;

k) Favoriser des programmes d'éducation et de sensibilisation en matière de rendement énergétique et de systèmes énergétiques écologiquement rationnels aux niveaux local, national, sous-régional et régional;

l) Lancer ou renforcer, le cas échéant, en coopération avec le secteur privé, des programmes d'étiquetage des produits afin d'informer les décideurs et les consommateurs sur les possibilités d'accroître le rendement énergétique." (par. 9.12)

40. De même, au chapitre 14, dans le programme d'activité K intitulé "Diversification de l'énergie rurale pour améliorer la productivité", ils engagent les gouvernements, au niveau approprié et avec l'appui des organisations internationales et régionales compétentes, à :

"a) Promouvoir des plans et projets pilotes portant sur l'énergie électrique, mécanique et thermique (producteurs de gaz, biomasse, sécheurs solaires, pompes éoliennes et systèmes de combustion) qui répondent aux besoins et dont la poursuite ait des chances d'être correctement assurée;

b) Lancer et promouvoir des programmes d'énergie rurale appuyés par une infrastructure appropriée dans les domaines de la formation technique, des services bancaires et d'autres domaines connexes;

c) Intensifier la recherche-développement, la diversification et la conservation de l'énergie, compte tenu de la nécessité de l'utiliser efficacement et d'employer des techniques écologiquement rationnelles." (par. 14.95)

C. Les nouvelles politiques et les nouveaux plans de mise en valeur des sources d'énergie nouvelles et renouvelables

41. Depuis la CNUED, les sources d'énergie nouvelles et renouvelables, en particulier les plans et politiques nationaux et multinationaux visant à en promouvoir l'utilisation, suscitent un regain d'intérêt dans le monde. Aucune étude globale à ce sujet n'a encore été publiée, mais il semble que tant les pays industrialisés que les pays en développement s'efforcent de se fixer de nouveaux objectifs en la matière, voire, parfois, de favoriser une plus grande utilisation de ces sources d'énergie.

42. En Inde, dans le but d'accroître sensiblement l'utilisation des sources d'énergie non classiques au cours des années du huitième plan (1992-1997) qui restent à courir, le Gouvernement a adopté un nouveau plan d'action qui s'articule sur une stratégie orientée vers le marché et la participation active du secteur privé<sup>20</sup>. Avec l'aide d'entreprises privées, il prévoit de produire<sup>20</sup> 1 655 mégawatts d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables en sus des 600 mégawatts prévus dans le plan initial.

43. Ce nouveau plan prévoit de développer l'application des techniques photovoltaïques dans les zones non desservies par un réseau électrique et les zones rurales reculées, dans le but de doter ces zones : a) d'éclairage électrique, moyennant – essentiellement – la distribution de 100 000 lanternes solaires (contre les 10 000 initialement prévues) et l'installation de 100 blocs d'alimentation électrique photovoltaïques; et b) de pompes à eau, moyennant l'installation de 50 000 pompes photovoltaïques pour puits profonds, les 1 000 premières devant être installées au cours de la première phase du plan (1993-1994). Par ailleurs, la stratégie retenue par le Gouvernement prévoit de favoriser une utilisation plus large de l'énergie héliothermique, l'accent devant être mis, dans un premier temps, sur la diffusion de systèmes industriels de chauffage de l'eau dans les entreprises qui ont des besoins permanents d'eau chaude et de systèmes de chauffage solaire dans les habitations; l'installation de systèmes de chauffage solaire dans les bâtiments officiels; le lancement d'une campagne de commercialisation des cuiseurs solaires et l'adoption, par les architectes et les entreprises de construction, de techniques de chauffage solaire passif aux stades de la conception et de la construction des bâtiments. L'un des principaux éléments de la stratégie consistera à lancer, avec la participation d'organismes industriels et municipaux, un programme national d'utilisation de la bioénergie qui permettra d'augmenter la production d'électricité dans les secteurs suivants : production combinée d'électricité (150 mégawatts); recyclage des déchets industriels (150 mégawatts); utilisation des déchets urbains et municipaux (100 mégawatts); gazéification de la biomasse (50 mégawatts) et compactage de la biomasse en boulettes (50 mégawatts). On prévoit que les besoins de tous les bénéficiaires potentiels du programme rural universel de cuisson par l'énergie dérivée de la biomasse et d'amélioration des chulhas (fourneaux) seront satisfaits dans un avenir prévisible, dont 20 à 23 % avant la fin du huitième plan. Dans le cadre de ce programme, les usines de biogaz dont le fonctionnement laisse à désirer seront réparées. La nouvelle stratégie et le nouveau plan d'action seront aussi à l'origine de nouveaux projets pilotes mettant en oeuvre les techniques nouvelles et naissantes appliquées à l'énergie marémotrice, à l'énergie thermique des océans, à l'énergie de l'hydrogène, à l'énergie géothermique, à l'énergie magnéto-hydrodynamique, aux sources chimiques d'énergie, et aux combustibles de substitution pour les transports terrestres.

44. L'Inde et la Chine ont mis en place avec succès des mécanismes institutionnels visant à promouvoir l'utilisation des sources d'énergie renouvelables. Il s'agit de très vastes programmes nationaux de vulgarisation auxquels participent aussi bien les ministères, – par le biais d'organismes d'Etat et locaux – que les communautés villageoises. Il convient également de signaler l'existence d'organisations industrielles et d'organismes de financement, de recherche-développement, de formation, d'essai et de normalisation solidement établis.

45. Par ailleurs, l'utilisation de l'énergie renouvelable – en particulier, l'énergie photovoltaïque – s'accroît et connaît un succès relatif dans certains autres pays en développement tels que le Kenya, la République dominicaine et Sri Lanka, notamment grâce à la pratique des taux d'intérêt concessionnels et à la suppression des droits de douane sur le matériel concerné.

46. Par ailleurs, certains pays développés ont commencé à mettre des plans en oeuvre. Par exemple, dans le cadre de son plan Energie 2000 le Danemark s'efforce de produire 800 à 1 350 mégawatts à partir de l'énergie éolienne d'ici à l'an 2000 et 1 500 mégawatts d'ici à l'an 2005 ainsi qu'un million de tonnes d'équivalent pétrole (TEP) dérivées de la biomasse d'ici à l'an 2005. L'Espagne s'est fixé pour objectif de produire 3,749 millions de tonnes d'équivalent pétrole à partir de sources d'énergie renouvelables d'ici à l'an 2000, dont 74,9 % à partir de la biomasse, 10,3 % à partir des déchets solides municipaux, 8 % au moyen de petites installations hydroélectriques, 2,7 % au moyen d'installations solaires actives, 0,3 % au moyen d'installations géothermiques et 0,1 % au moyen d'installations photovoltaïques. L'Allemagne s'est notamment fixé pour objectif de produire 250 mégawatts à partir de l'énergie éolienne et d'installer 2 250 unités d'électricité photovoltaïque ayant chacune une capacité de 1 à 5 kilowatts d'ici à 1995.

47. Le programme ALTENER, proposé par la Commission des communautés européennes, a pour objectif de faire passer la part des sources d'énergie renouvelables dans la production totale d'énergie des pays de la communauté de 4 % – son pourcentage actuel – à 8 % d'ici à l'an 2005. Ceci signifie que la production d'énergie renouvelable – énergie hydroélectrique produite à grande échelle non comprise – devra tripler d'ici là, ce qui permettrait d'assurer aux biocarburants une part de 5 % du marché des carburants pour véhicules automobiles. Ce programme, pour lequel on prévoit un budget de 40 millions d'unités monétaires européennes (ECU) pour la période 1993-1997, aura notamment pour objet de fixer les normes de qualité et de rendement des petits systèmes hydrauliques, éoliens et héliothermiques; de cartographier les petites sources d'énergie hydrauliques et géothermiques et de rassembler des données les concernant; de réduire la taxe sur les biocarburants au moins au niveau de celle qui est appliquée aux carburants fossiles; de fournir des garanties aux projets géothermiques particulièrement risqués; de formuler des projets pilotes pour les biocarburants, les cultures énergétiques et le biogaz produit par le bétail; de subventionner les études de planification et de faisabilité; d'assurer aux architectes une formation aux techniques de chauffage solaire passif et de faciliter les échanges de vues concernant les infrastructures, la formation et l'échange d'informations<sup>21</sup>.

48. En raison des inquiétudes grandissantes que suscite l'effet sur le climat du gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) dégagé par la combustion des carburants fossiles, les gouvernements cherchent à réduire la consommation de ces carburants en imposant

des taxes plus élevées sur le carbone et/ou sur l'énergie. La plupart des formules qu'ils proposent exonèrent les sources d'énergie renouvelables de ces taxes, leur objectif étant de favoriser le développement accéléré de la production d'énergie renouvelable.

49. Certains pays d'Europe occidentale – Danemark, Finlande, Norvège, Pays-Bas et Suède – ont déjà institué des taxes sur le carbone. Ces taxes ont des effets variables dans la mesure où les principaux responsables des émissions de carbone et les industries à forte intensité énergétique en sont parfois exonérés<sup>22</sup>. Aux termes d'un projet de la Commission des communautés européennes, une taxe sur le carbone et l'énergie serait introduite progressivement dans les pays de la Communauté européenne, d'ici à l'an 2000<sup>8</sup>, à raison de 10 dollars par baril d'équivalent pétrole.

50. Aux Etats-Unis d'Amérique, une série de mesures adoptées après la crise de l'énergie des années 70 incitent les industriels à recourir aux sources d'énergie nouvelles et renouvelables. Le Clean Air Act de 1990 prévoit l'établissement de droits de polluer négociables pour le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) et permet aux sociétés de distribution d'énergie qui achètent de l'électricité dérivée de sources d'énergie renouvelables de bénéficier de crédits d'impôt après 1995. L'Energy Policy Act de 1992 prévoit un crédit d'impôt de 1,5 cent par kilowatt produit par des sources d'énergie renouvelables. Les sociétés de distribution d'énergie se sont montrées intéressées par ces mesures, et l'industrie de l'énergie renouvelable, prévoyant une augmentation de sa production, a commencé à établir des normes de fabrication. Le budget fédéral de recherche sur les sources d'énergie renouvelables a augmenté de 46 % de 1990 à 1991<sup>23</sup>.

51. En février 1993, le Gouvernement fédéral a proposé au Congrès d'imposer une taxe de 59,9 cents par million d'unités thermiques britanniques (BTU) sur le pétrole et de 25,7 cents par million de BTU sur le gaz, l'énergie nucléaire et l'énergie hydroélectrique, et de supprimer toute taxe sur les énergies solaire et éolienne. On estime que la proposition permettrait de réduire les importations de pétrole de 350 000 barils par jour et d'augmenter les recettes publiques de 71,4 milliards de dollars sur une période de cinq ans. Cette proposition n'a pas été approuvée par le Congrès, qui a préféré instituer une taxe de 4,3 cents par gallon d'essence et de diesel à compter du 1er octobre 1993, mesure qui devrait rapporter 23 milliards de dollars au Gouvernement fédéral au cours de la même période.

### III. PERSPECTIVES CONCERNANT LES SOURCES D'ENERGIE NOUVELLES ET RENOUVELABLES ET CONCLUSIONS

#### A. Incidence future des sources d'énergie nouvelles et renouvelables sur la situation mondiale de l'énergie

52. En raison des erreurs d'appréciation de la base de ressources énergétiques et des tendances de l'évolution des cours, les crises des années 70 ont suscité pendant un certain temps un regain d'inquiétude et fait craindre que les ressources disponibles ne permettent pas de répondre à l'augmentation de la demande. Les prévisions des cours du pétrole atteignant jusqu'à 100 dollars étaient courantes et il régnait un pessimisme qui sous-estimait à la fois les réserves en matière de ressources naturelles et les perspectives de progrès technologiques. Tant dans le secteur public que privé, de vastes programmes de

recherche-développement ont alors été lancés dans les domaines des sources d'énergie nouvelles et renouvelables, des économies d'énergie et du rendement énergétique.

53. Toutefois, depuis lors, l'évolution des tendances mondiales a entraîné une baisse des cours, une surabondance des approvisionnements, des capacités de production énergétique excédentaires et un accroissement des réserves. De ce fait, la contribution des sources d'énergie nouvelles et renouvelables à l'échelon mondial est restée très faible bien que les efforts d'économie et d'utilisation rationnelle de l'énergie et l'application de technologies de plus en plus modernes dans l'exploration et l'exploitation des sources d'énergie classiques ait considérablement modifié la situation actuelle de l'énergie, et que les sources traditionnelles continuent d'être importantes dans de nombreux pays en développement, en particulier les pays les moins avancés.

54. Les organismes publics et privés se sont également attachés à l'exécution des projets expérimentaux et commerciaux, par exemple dans les domaines de l'exploitation de schistes bitumineux aux Etats-Unis et de la production d'alcool de canne à sucre au Brésil. Toutefois, malgré des estimations techniques fixant à 8 dollars le baril le pétrole extrait des schistes bitumineux, les coûts de production ont dépassé 45 dollars le baril dans une usine subventionnée qui a depuis été fermée. Le coût de production d'alcool de canne à sucre est estimé à plus de 40 dollars le baril d'équivalent pétrole, mais cette ressource n'en continue pas moins d'approvisionner l'essentiel du marché de l'essence au Brésil.

55. En bref, l'évolution de la situation énergétique mondiale décrite ci-dessus, l'absence de percées technologiques dans le domaine des sources d'énergie nouvelles et renouvelables et les coûts généralement élevés des usines commerciales et expérimentales ont entraîné des coupes sombres et l'abandon des efforts dans ce domaine, notamment une réduction considérable des dépenses de recherche-développement.

56. Depuis quelques années, les économies d'énergie ne sont plus motivées par la crainte de ne pas disposer de réserves suffisantes mais par la préoccupation que suscite la dégradation de l'environnement, qui tient en partie à une consommation accrue de combustibles fossiles. La peur d'un changement climatique est particulièrement marquée. Parallèlement, comme on l'a indiqué ci-dessus, des progrès ont été enregistrés, notamment dans les nouvelles technologies relatives à l'énergie solaire, éolienne, au mazout et aux sables asphaltiques.

57. Malheureusement, il est difficile de comparer les coûts des combustibles fossiles et des sources d'énergie nouvelles et renouvelables. L'estimation des coûts de protection de l'environnement et leur internalisation dans d'autres coûts pour chaque source d'énergie n'ont encore qu'un caractère théorique et ne peuvent être testées sur le marché. Par conséquent, les scénarios et projections disponibles sur les sources d'énergie nouvelles et renouvelables sont souvent fondés sur des hypothèses qui n'ont pas encore été éprouvées et sur des projections technologiques optimistes prévoyant une réduction rapide des coûts, qui peuvent se réaliser ou non. Par ailleurs, ces scénarios incorporent explicitement ou implicitement le versement de subventions publiques ou le lancement de vastes programmes de recherche-développement financés par des fonds publics alors que, partout dans le monde, les pays s'orientent vers l'économie

/...

de marché et que les gouvernements réduisent leur participation aux activités du secteur privé.

58. Dans son rapport au Comité pour la mise en valeur et l'utilisation de sources d'énergie nouvelles et renouvelables, à sa sixième session (A/AC.218/1992/5/Rev.1, annexe), le Groupe de l'énergie solaire des Nations Unies pour l'environnement et le développement a conclu qu'à court terme l'hydroélectricité et la biomasse continueraient d'être les principales sources contribuant au développement des sources d'énergie nouvelles et renouvelables. Les nouvelles technologies d'exploitation de la biomasse et de conversion photovoltaïque deviendraient importantes au début du siècle prochain. D'ici 2020, les sources d'énergie nouvelles et renouvelables fourniraient environ le tiers de la consommation mondiale d'énergie. Selon un scénario plus optimiste prévoyant une amélioration du rendement énergétique, ces sources pourraient satisfaire jusqu'à la moitié de la demande. Toutefois, un développement aussi rapide exigerait que les gouvernements et le secteur privé prennent une série de mesures et modifient leur politique générale et déterminent le coût de la protection de l'environnement pour toutes les sources d'énergie.

59. Selon les projections du Conseil mondial de l'énergie (voir tableau 9), la contribution des sources d'énergie nouvelles et renouvelables augmentera progressivement au cours des 30 prochaines années; ces projections partent du principe que les politiques en cours seront poursuivies et que le scénario fondé sur les aspects écologiques s'accélénera.

Tableau 9

Contribution des sources d'énergie renouvelables en 1990, 2000,  
2010 et 2020 : projections du Conseil mondial de l'énergie

(En millions de tonnes d'équivalent pétrole)

Année	Scénario fondé sur les politiques actuelles		Scénario fondé sur les aspects écologiques	
	Sources nouvelles et renouvelables <sup>a</sup> en tant que pourcentage de l'énergie mondiale	Total des sources renouvelables <sup>b</sup> en tant que pourcentage de l'énergie mondiale	Sources nouvelles et renouvelables <sup>a</sup> en tant que pourcentage de l'énergie mondiale	Total des sources renouvelables <sup>b</sup> en tant que pourcentage de l'énergie mondiale
1990	1,9	17,7	1,9	17,7
2000	2,2	18,7	3,1	19,9
2010	2,8	19,5	5,9	22,7
2020	4,0	21,3	12,1	29,6

Source : Conseil mondial de l'énergie.

<sup>a</sup> Notamment énergie solaire, énergie éolienne, énergie géothermique, énergie des océans/énergie marémotrice, mini-centrales hydroélectriques et technologies modernes d'utilisation de la biomasse.

<sup>b</sup> Y compris les grandes centrales hydroélectriques et les techniques traditionnelles d'utilisation de la biomasse.

B. Conclusions

60. Diverses technologies dans le domaine des sources d'énergie nouvelles et renouvelables sont arrivées à maturité et d'autres y parviendront à moyen terme. Bien qu'elles soient applicables sur les plans technique et économique, ces technologies ne sont toujours pas répandues ni dans les pays développés ni dans les pays en développement. Dans certains cas, les compagnies nationales d'électricité ont été persuadées ou contraintes par des règlements d'incorporer à leur réseau de l'électricité produite indépendamment par d'autres sociétés. Dans d'autres cas, des initiatives du secteur privé ont assez bien réussi sans l'intervention de l'Etat.

61. Les nouvelles structures nées de la déréglementation et de la privatisation des compagnies d'électricité peuvent offrir des possibilités d'investissement de capitaux privés par des entrepreneurs autochtones ou des arrangements similaires aux projets "construction-exploitation-transfert" impliquant des investissements directs étrangers.

62. L'Etat peut contribuer à la promotion des sources d'énergie nouvelles et renouvelables en lançant des études en vue de déterminer leur potentiel dans les zones urbaines et rurales, en effectuant des études de marché afin de réunir des données détaillées sur leurs coûts et avantages, y compris leurs effets sur l'environnement, et en adoptant, le cas échéant, un système différencié d'imposition des sociétés, qui récompenserait celles qui feraient preuve de responsabilité écologique et traiterait toutes les sources d'énergie de la même manière.

63. Dans son futur programme de travail, le Comité souhaiterait peut-être examiner les moyens de faciliter l'échange d'informations et de données d'expérience concernant ces activités et projets.

Notes

<sup>1</sup> Rapport de la Conférence des Nations Unies sur les sources d'énergie nouvelles et renouvelables, Nairobi, 10-21 août 1981 (publication des Nations Unies, numéro de vente : F.81.I.24), chap. I, sect. A.

<sup>2</sup> Voir "Thin-film material share of PV market shrinks as module prices rise", Photovoltaic Insider's Report, vol. XII, No 5 (mai 1993).

<sup>3</sup> Voir "Report from Indonesia: 12,000 systems totalling 700 kW installed", Photovoltaic Insider's Report, vol. XII, No 3 (mars 1993).

<sup>4</sup> Voir "Alternative energy systems with emphasis on rural areas in South Asia", étude TSS1/PNUD réalisée par le Département du développement économique et social du Secrétariat de l'ONU.

<sup>5</sup> Voir Mark Hankirs, Solar Rural Electrification in the Developing World (Washington, D.C. Solar Electric Fund, 1993).

<sup>6</sup> Voir "Report from Europe: ENEL building 3.3 MW grid-connected PV power in Italy", Photovoltaic Insider's Report, vol. XI, No 1 (janvier 1992).

<sup>7</sup> Voir H. M. Kuhne et H. Aulich, "Solar energy systems: assessment of present and future potential", Energy Policy, vol. 20, No 9 (septembre 1992).

<sup>8</sup> Voir L. R. Jesh, "Evolution and perspectives of the solar market: commercialization and dissemination in the European Community", communication présentée au World Solar Summit, Paris, 5-9 juillet 1993.

<sup>9</sup> Voir Conseil mondial de l'énergie, 1992 Survey of Energy Resources (1992).

<sup>10</sup> Voir "Special issue on wind pumps", Renewable Energy for Development: A Stockholm Environment Institute Newsletter, vol. 6, No 1 (juin 1993).

<sup>11</sup> Voir "The Fourth Annual Discover Awards for Technological Innovation, Environment: reaping the wild wind", Discover, vol. 14, No 10 (octobre 1993).

<sup>12</sup> Voir J. Tapper et R. San Martin, "Solar energy in North America", présenté au Sommet mondial de l'énergie solaire, Paris, 5-9 juillet 1993.

<sup>13</sup> Voir C. Torra et M. Labrousse, "Energie solaire dans le monde ibéroaméricain", présenté au Sommet mondial de l'énergie solaire, Paris, 5-9 juillet 1993.

<sup>14</sup> Voir "Alcohol-from waste process wins honor of 5,000,000th patent", International Solar Energy Intelligence Report, vol. 17, No 6 (22 mars 1991).

<sup>15</sup> Voir H. Khatib, "Solar energy in developing countries", Sommet mondial de l'énergie solaire, Paris, 5-9 juillet 1993.

<sup>16</sup> Voir "Approval sought for joint venture to exploit Orinoco oil", OPEC Bulletin (juillet/août 1993).

<sup>17</sup> Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, Rio de Janeiro, 3-14 juin 1992, vol. I, Résolutions adoptées par la Conférence (publication des Nations Unies, numéro de vente : F.93.I.8), résolution 1, annexe I.

<sup>18</sup> Ibid., annexe II.

<sup>19</sup> Ibid., annexe III.

<sup>20</sup> Gouvernement indien, Ministère des sources d'énergie non classiques, Stratégie et Plan d'action (mai 1993)

<sup>21</sup> Voir M. Ward, "UK helps utilities move toward 2000 goal for renewables", International Solar Energy Intelligence Report, vol. 19, No 15 (26 juillet 1993).

<sup>22</sup> Etude sur l'économie mondiale, 1993, Tendances et politiques économiques actuelles dans le monde, Département de l'information économique et sociale et de l'analyse des politiques, Organisation des Nations Unies (publication des Nations Unies, numéro de vente : F.93.II.C.1), chap. V.

<sup>23</sup> Voir "Renewable Energy: clean profits", The Economist, vol. 328, No 7830 (25 septembre 1993).

-----