

L'offre et la demande d'énergie et d'électricité: Impact écologique mondial

Echos du colloque d'Helsinki

par T. Mueller

Il y a déjà plusieurs dizaines d'années que la production et la consommation d'électricité sont un sujet de préoccupation pour les personnes et les groupes qui suivent l'évolution de la qualité de l'environnement. Les émissions de centrales au charbon, les effets de l'implantation de centrales hydroélectriques et les risques associés à l'énergie nucléaire ont essuyé le feu des politiciens dès l'avènement du mouvement écologiste, vers la fin des années 60.

La préoccupation a fait place à l'inquiétude dans les dernières années 80, lorsqu'on s'est aperçu que la couche d'ozone, protectrice de la planète, s'amenuisait, en même temps que l'on constatait l'augmentation des concentrations d'anhydride carbonique (CO₂) et d'autres gaz à effet de serre dans notre atmosphère, d'où son échauffement possible à l'échelle mondiale.

Services électriques

L'énergie électrique nous est fournie sous une forme propre et sûre. Elle n'est pas polluante au niveau du consommateur, contrairement aux combustibles solides, liquides et gazeux. Du point de vue de l'usage final, substituer l'électricité au combustible fossile ou provenant de la biomasse est pratiquement toujours favorable à l'environnement physique. Par exemple, les trains à traction électrique sont moins polluants que ceux à traction diesel ou à vapeur et les véhicules automobiles électriques le sont aussi moins que nos voitures ou

camions classiques. Sous cet angle, l'électricité peut être un facteur clef de toute stratégie visant à améliorer l'environnement de la planète, à condition que les effets au niveau de sa production soient maîtrisés.

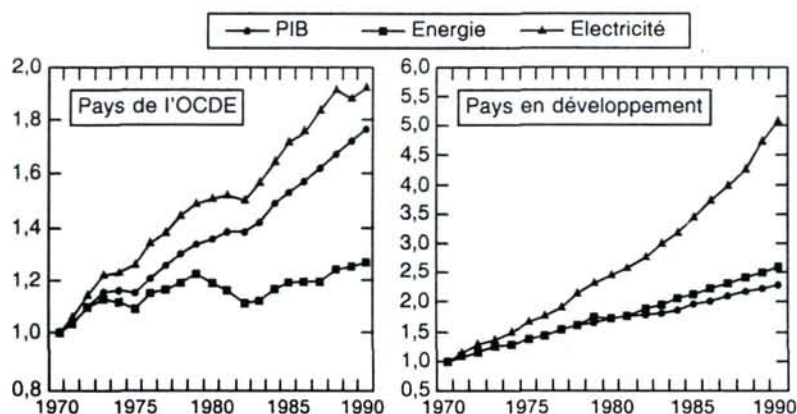
A noter que ce que l'on attend fondamentalement, ce sont des services, et non une quantité d'électricité; en d'autres termes, on veut un éclairage convenable ou un bon conditionnement du milieu, et non tant ou tant de kilowatt-heures. En effet, si l'on améliore le rendement au niveau de la consommation, on peut augmenter les services sans devoir augmenter la production. Toutefois, il n'en résulte pas nécessairement une diminution de la demande totale d'électricité. Le consommateur peut décider d'investir les économies dues au meilleur rendement dans un complément de services plutôt que de s'en tenir aux mêmes services à moindre prix.

L'accroissement de la demande de services électriques est donc une réalité de la vie sur notre planète. Dans de nombreuses régions à faible revenu, il existe une forte demande potentielle non satisfaite parmi les habitants privés d'éclairage, de réfrigération, d'eau courante, de télévision, de climatisation, et autres services rendus par l'électricité; dans ces circonstances, le développement économique sera à coup sûr un stimulant de la demande. En outre, maintes stratégies d'organisation et de gestion des affaires qui visent à restructurer les économies nationales (en faisant une plus grande place aux services, par exemple) insistent sur l'électrification.

Diversité des besoins et des circonstances

Un des problèmes fondamentaux est que tout effort global pour établir des scénarios de l'énergie pour l'avenir baigne dans l'incertitude et se disperse dans l'incroyable diversité des conditions nationales et sectorielles.

M. Mueller est membre de la Division de l'énergie d'origine nucléaire de l'AIEA. Son article se fonde sur le document de synthèse n° 1 préparé par un groupe international d'experts sous la présidence de M. K. Leydon, membre de la Commission des Communautés européennes, pour le Colloque d'experts de haut niveau sur l'électricité et l'environnement, réuni à Helsinki en mai 1991. Le document paraîtra *in extenso* dans le compte rendu du colloque qui sera publié par l'AIEA.



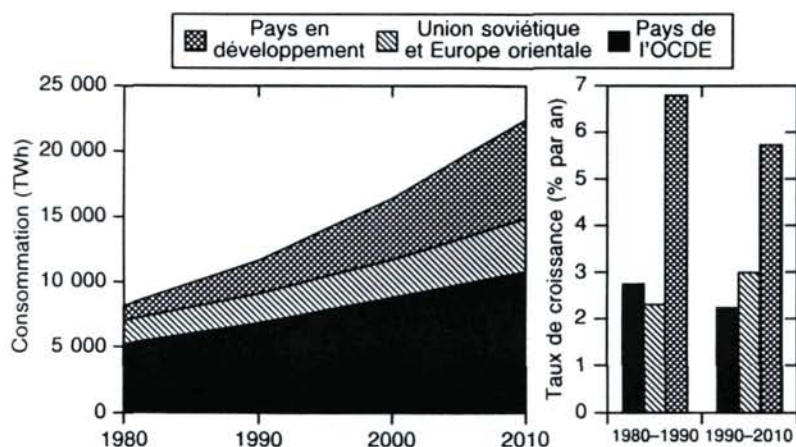
Note: Toutes les valeurs sont normalisées sur la base 1970 = 1,0.
OCDE = Organisation de coopération et de développement économiques.

Evolution du produit intérieur brut, de l'énergie et de l'électricité

Les grandes incertitudes de l'avenir de l'énergie et de l'électricité sont d'ordre démographique, économique, social, politique et technologique. Vient s'y ajouter la grande diversité des conditions géographiques et sectorielles qui complique encore les prévisions dans le secteur énergétique et électrique, et l'élaboration des stratégies par conséquent.

Lorsque l'avenir économique, politique et énergétique ne peut pas être prévu à long terme avec certitude, lorsque pays et régions diffèrent considérablement les uns des autres quant à leurs ressources et à leurs besoins, et, plus encore, lorsque les options de production d'électricité sont nombreuses, il est difficile d'amener les responsables à prendre des décisions fermes. Toute la difficulté consiste à tenir compte de cette complexité lors de l'élaboration des stratégies, sans sombrer pour autant dans l'inaction.

Augmentation probable de la consommation d'électricité



OCDE = Organisation de coopération et de développement économiques.
Source: Commission des Communautés européennes (CCE).

Quelques exemples

Pour mettre en lumière les problèmes qui méritent réflexion quant aux directives à adopter, des scénarios ont été établis pour deux horizons et trois groupes de pays: les membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), soit un groupe de pays industrialisés à économie de marché; l'Union soviétique et l'Europe orientale, traditionnellement classées comme pays à économie planifiée, quoique maintenant au seuil de grandes transformations structurelles, et les pays en développement. La première période considérée s'arrête à 2010 et la seconde va jusqu'à 2050. Les scénarios correspondants représentent l'évolution possible de l'offre et de la demande d'énergie et mettent en évidence des paramètres qui peuvent influencer sur les conditions générales associées aux projections. Les scénarios jusqu'à 2010 s'inspirent des travaux de la Commission des Communautés européennes et du Conseil mondial de l'énergie, tandis que les prévisions à plus long terme sont le fruit des travaux d'un membre du groupe d'experts.

Un scénario de référence «conventionnel» et prudent prévoit une évolution progressive des paramètres essentiels: croissance économique régulière, perfectionnements techniques (par exemple, meilleurs rendements), et utilisation plus rationnelle de l'énergie et de l'électricité (scénario 1). Les autres scénarios, correspondant aux pays de la CCE, prévoient des économies en pleine croissance mais non accompagnées de mesures stratégiques relatives à l'impact environnemental et fondées uniquement sur les mécanismes du marché (scénario 2); économies également en pleine croissance et normes environnementales strictes (scénario 3); croissance économique modérée et normes environnementales strictes (scénario 4).

L'amélioration des rendements en tous points des réseaux électriques, depuis la production jusqu'à l'utilisation finale, offre de bonnes perspectives et il faut y travailler activement. Il existe dans le monde en général d'excellentes possibilités concrètes de réduire les émissions et autres impacts par une amélioration des rendements que l'on peut considérer pratiquement comme une option «sans regret». Toutefois, le potentiel d'amélioration des rendements au point d'utilisation finale ne se réalisera pleinement qu'avec l'aide d'une politique d'intervention assez énergique et n'aura des effets concrets qu'à moyen ou à long terme.

Cette amélioration des rendements ne peut cependant pas, à elle seule, épuiser toutes les possibilités de réduction des impacts; du côté de la production, il faudrait aussi chercher à remplacer le plus possible les combustibles fossiles chaque fois que cela peut contribuer à la croissance économique et à la protection de l'environnement. Il est illusoire de croire que l'amélioration des rendements évitera de devoir

	1980	1990	2000	2010	Taux de croissance annuel (%)		Consommation mondiale d'électricité à l'horizon du scénario «conventionnel»
	en térawattheures				1980-1990	1990-2010	
Pays de l'OCDE	5 242	6 852	8 720	10 615	2,7	2,2	
Etats-Unis	2 453	3 016	3 888	4 810	2,1	2,4	
Canada	346	549	710	894	4,7	2,5	
Japon	576	816	1 062	1 321	3,5	2,4	
Europe des 12	1 292	1 720	2 140	2 507	2,9	1,9	
Divers*	575	751	920	1 083	2,7	1,8	
Union soviétique et Europe orientale	1 777	2 274	3 029	4 142	2,3	3,0	
URSS	1 294	1 681	2 280	3 118	2,7	3,1	
Europe orientale	483	593	749	1 024	2,1	2,8	
Pays en développement	1 302	2 507	4 634	7 590	6,8	5,7	
Chine	301	602	1 158	1 818	7,2	5,7	
Afrique	215	324	545	905	4,1	5,3	
Amérique du Sud	391	624	1 115	1 852	4,8	5,6	
Moyen-Orient et divers	395	957	1 816	3 015	9,2	5,9	
MONDE ENTIER	8 321	11 633	16 383	22 347	3,4	3,3	

* Australie, Autriche, Finlande, Islande, Norvège, Nouvelle-Zélande, Suède, Suisse et Turquie.

Note: La consommation propre du secteur de l'énergie est exclue.

Source: Commission des Communautés européennes (CCE).

investir au niveau de la production. Pour exploiter toutes les possibilités de réduction de l'impact, il faut que toutes les composantes du réseau y contribuent. Outre les améliorations de rendement, on peut envisager les options de production qui ne rejettent pas de gaz à effet de serre ou qui en rejettent moins.

A partir de l'hypothèse d'un certain potentiel d'amélioration du rendement, le scénario dit «conventionnel» explicite que la consommation mondiale d'électricité doublera pratiquement d'ici à 2010 (voir le graphique et le tableau). La ventilation de l'accroissement par région montre que les pays de l'OCDE consommeront 55% d'électricité de plus qu'en 1990, que l'Union soviétique et les pays d'Europe orientale augmenteront leur consommation de 80% et les pays en développement de 200% par rapport à cette même année. La croissance économique des pays industrialisés sans réglementation écologique (scénario 2) exigera 58% d'électricité de plus qu'en 1990.

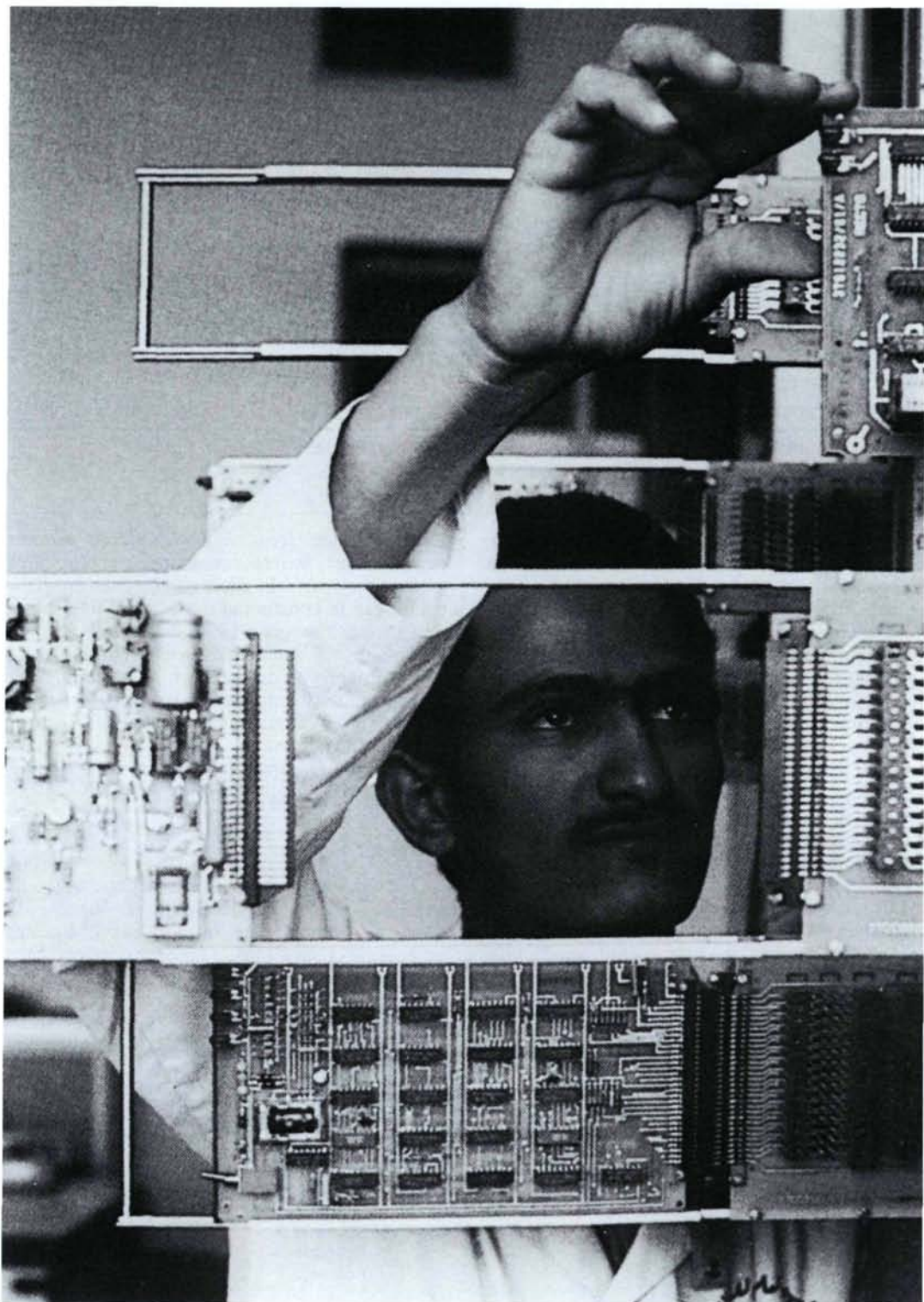
La croissance économique modérée accompagnée de strictes mesures écologiques (scénario 4) sera la moins exigeante en électricité car la consommation n'augmentera que de 13% par rapport à 1990. Tous les scénarios prévoient une augmentation des émissions de CO₂ provenant du secteur électrique, par rapport à 1990. En bref, le groupe d'experts a conclu qu'il serait impossible de réaliser l'objectif de Toronto en 2010, même si les pays industriels prenaient des mesures énergiques dans le sens souhaité (voir le tableau).

L'avenir

L'évolution du secteur énergétique au cours des deux prochaines décennies, et sur la base des stratégies actuelles, influera sur les besoins en énergie et sur l'impact environnemental bien au-delà de cet horizon. Il faut donc se projeter au-delà de l'an 2010. A cette date, la consommation d'électricité aura déjà triplé sinon

1000 tonnes	1986	1990		2000	2010	Emissions de CO ₂ dans les pays de la Communauté européenne
TOTAL	2560,5	2764,9	Scénario 1	3025,8	3143,2	
			Scénario 2	3405,4	2481,7	
			Scénario 3	3120,8	2426,3	
			Scénario 4	2701,5	2098,4	
Secteur de l'électricité	786,4	857,5	Scénario 1	1046,4	1190,5	
			Scénario 2	1218,3	1334,2	
			Scénario 3	1099,9	912,3	
			Scénario 4	961,8	880,5	
Secteur de l'énergie	93,3	103,3	Scénario 1	110,4	105,7	
			Scénario 2	115,7	105,1	
			Scénario 3	101,9	77,8	
			Scénario 4	110,2	96,1	
Secteur final	1680,7	1904,2	Scénario 1	1869,0	1847,0	
			Scénario 2	2071,4	2042,5	
			Scénario 3	1919,1	1436,2	
			Scénario 4	1629,5	1121,7	

Source: Commission des Communautés européennes (CCE).



La demande d'électricité augmentera dans l'avenir en fonction des besoins économiques et sociaux. Un ingénieur yéménite vérifie un circuit de télécommunication. (Photo: PNUD)

quintuplé selon les hypothèses considérées, notamment en ce qui concerne le rendement énergétique; elle demeurera cependant sensiblement inférieure à celle des pays industriels aujourd'hui. Il est difficile de prévoir la part des différentes sources d'énergie qui seront utilisées pour la production d'électricité jusqu'en l'an 2050, parce que les pays indus-

triels les plus riches pourront probablement s'offrir les combustibles les plus faciles à obtenir ou les plus avantageux, au détriment de la plupart des pays en développement. Etant donné les vastes ressources en gaz de l'Union soviétique et la faculté qu'ont les pays de l'OCDE de s'assurer la primauté pour les importations de gaz, il est probable que le

groupe des pays industriels aura recours à ce combustible proportionnellement beaucoup plus que d'autres pays.

On peut s'attendre que, globalement, la répartition des ressources énergétiques soit très défavorable aux pays en développement, à moins que les pays industriels ne fassent un gros effort de développement du secteur nucléaire. Les stratégies qui seront adoptées au cours de la prochaine décennie en ce qui concerne le développement des technologies énergétiques détermineront les options capables de contribuer très sensiblement à la production d'électricité au cours des 50 prochaines années. Il est impossible de prévoir globalement quelle sera la demande d'énergie et d'électricité dans l'avenir, ni quel sera l'éventail des options disponibles pour y répondre. Les solutions envisagées pourront être aussi bien entravées que facilitées selon la façon de voir les choses, les technologies nouvelles ou l'évolution du climat. Il semblerait prudent de s'assurer une certaine souplesse en retenant le plus d'options possible afin d'accorder l'offre avec les besoins énergétiques futurs et les nouvelles perceptions. Ecarter une option signifie que sa contribution éventuelle doit être assumée par d'autres options.

Possibilités et limites du changement

Tout examen sérieux des différents scénarios doit nécessairement tenir compte des possibilités de changement et de leurs limites. Un des effets salutaires du souci croissant de la protection de l'environnement peut être de faire mieux comprendre tout l'intérêt que présentent certaines options, actuellement partiellement négligées. Aucune possibilité ne doit être écartée d'emblée.

Compte tenu de la complexité des facteurs qui interviennent dans une projection, chaque région (et chaque pays) doit se préparer à un rôle différent et faire face à des réalités différentes. Pour répondre efficacement à leur objet, les stratégies de réduction de l'impact sur l'environnement seront propres à chaque région, à chaque pays et même à chaque site. Du fait des différences marquées entre pays et régions quant à leur situation énergétique et économique, à leurs structures institutionnelles et à leurs priorités et préférences, des stratégies détaillées de réduction de l'impact ne présenteraient pas une grande utilité à l'échelle mondiale. Elles devront être l'aboutissement du processus décisionnel local dans lequel interviendront en partie les préoccupations planétaires et en partie la disponibilité relative des ressources.

Les pays de l'OCDE semblent tout indiqués pour faire œuvre de pionniers dans la recherche de stratégies possibles. En effet, leurs compétences, leur expérience et leurs ressources financières les mettent dans une situation particulièrement favorable pour mettre en œuvre diverses formules de réduction de

l'impact, réduisant ainsi au minimum les incertitudes quant à leurs coûts et à leurs avantages.

L'Union soviétique et les pays d'Europe orientale sont très perplexes quant à l'orientation de leur croissance économique et de la restructuration de leurs institutions, mais ils ont d'assez bonnes possibilités de contribuer à la réduction de l'impact par l'amélioration des rendements énergétiques dans la mesure où ils disposeront de ressources financières et autres. Cette région se trouve dans une situation très particulière du fait de l'incertitude qui plane sur son avenir immédiat, circonstances qui ne manqueront pas d'influer directement sur les besoins en électricité et sur les stratégies. Son potentiel d'amélioration des rendements offre néanmoins une des meilleures chances de réduire l'impact à l'échelle mondiale, dans la mesure où des capitaux et autres ressources seront disponibles pour exploiter ce potentiel.

Les pays en développement, notamment ceux à faibles revenus, diffèrent fondamentalement des pays à revenus plus élevés quant à leurs besoins et à leurs options. Ils peuvent certes contribuer à la réduction de l'impact mondial, mais le développement économique et social demeure leur tâche prioritaire. Pour réduire l'écart entre les revenus de ces deux catégories de pays, il faudra que les premiers non seulement développent sensiblement leurs services électriques dans les prochaines années, mais aussi qu'ils disposent de moyens de production d'électricité plus efficaces qu'actuellement. Pour le moment, ils sont soumis à des contraintes financières et institutionnelles qui influent tant sur les stratégies du secteur de l'électricité que sur le processus plus général de développement. Les stratégies de l'offre et de la demande d'électricité devront être élaborées et mises en œuvre comme partie intégrante de ce processus.

Dans la plupart des pays en développement, les émissions de CO₂ et autres effets environnementaux augmenteront avec le développement économique et social. Cela signifie que d'autres pays ou régions devront prendre des mesures plus rigoureuses si l'on veut que les objectifs mondiaux soient atteints.

Une active collaboration internationale sera nécessaire pour réaliser les potentiels de réduction des impacts environnementaux. Tout comme les préoccupations écologiques se sont étendues à toute la planète au cours des dernières décennies, maints aspects des stratégies de réduction de l'impact intéressent l'ensemble du monde. Le rythme de la réduction de l'impact et l'importance de son résultat final dépendront, dans une très large mesure, de l'efficacité des relations entre partenaires internationaux, relations qui ne devront pas être vues comme une assistance du Nord au Sud, mais comme une authentique collaboration internationale, pour faciliter le transfert et l'adaptation des technologies, l'accès aux ressources financières et la collaboration dans le développement des institutions.