

futuribles

JUIN

- *La pollution par le bruit*
- *Des centrales solaires spatiales*
- *L'économétrie en question*

ANALYSE-PRÉVISION-PROSPECTIVE

futuribles

Revue mensuelle de l'Association Internationale Futuribles
55, rue de Varenne, 75007 Paris, France — Tél. 222-63-10

COMITÉ D'ORIENTATION

Ismail S. ABDALLA, Michel ALBERT, Serge ANTOINE, Göran BACKSTRAND, Bernard CAZES, Michel CROZIER, Jacques DURAND, François ECK, Emilio FONTELA, Claude GUILLEMIN, Paul-Marc HENRY, Bertrand de JOUVENEL, Edmond LISLE, Daniel MALKIN, Eléonora MASINI, Henri MENDRAS, Pierre MASSÉ, Aurelio PECCEI, Pierre PIGANIOL, Jean SAINT-GEOURS, Michel SALOMON, Philippe de SEYNES, Georges VEDEL.

DIRECTEUR

Hugues de JOUVENEL

RÉDACTION

Christine de GUEBRIANT, Guy POQUET

DIFFUSION

Francine LEBLANC

ABONNEMENT (un an) : France, 230 FF / Etranger : 250 FF
Envoi par avion sur demande, port en sus.

LE NUMÉRO : 25 F

Les articles signés expriment l'opinion des auteurs et pas nécessairement celle de l'Association Internationale Futuribles. Tous droits de reproduction même partielle, par quelque procédé que ce soit, réservés pour tous pays.

© Association Internationale Futuribles 1981
SIRET : n° 784.314.940.00049 — ISSN 0183 701 X
Commission paritaire n° 56798

sofiac paris - Dépôt légal N° 5233 - Juin 1981

Photos : NASA pp. 60, 65, 66 - Rapho pp. 18, 27
Travail et sécurité p. 32

Ariel Alexandre, Jean-Philippe Barde	3	<i>Le temps du bruit ou le temps du silence ?</i>
Rémi Barré, Jean-Pierre Bordet Jacques Lambert	13	<i>Le bruit de la circulation dans les villes françaises</i>
Hélène Connord-Lajambe	33	<i>L'autonomie énergétique du Québec dans une perspective écologique</i>

Innovation

Maurice Claverie, Alain Dupas	57	<i>L'industrialisation de l'espace : le cas des centrales solaires</i>
----------------------------------	----	--

Forum

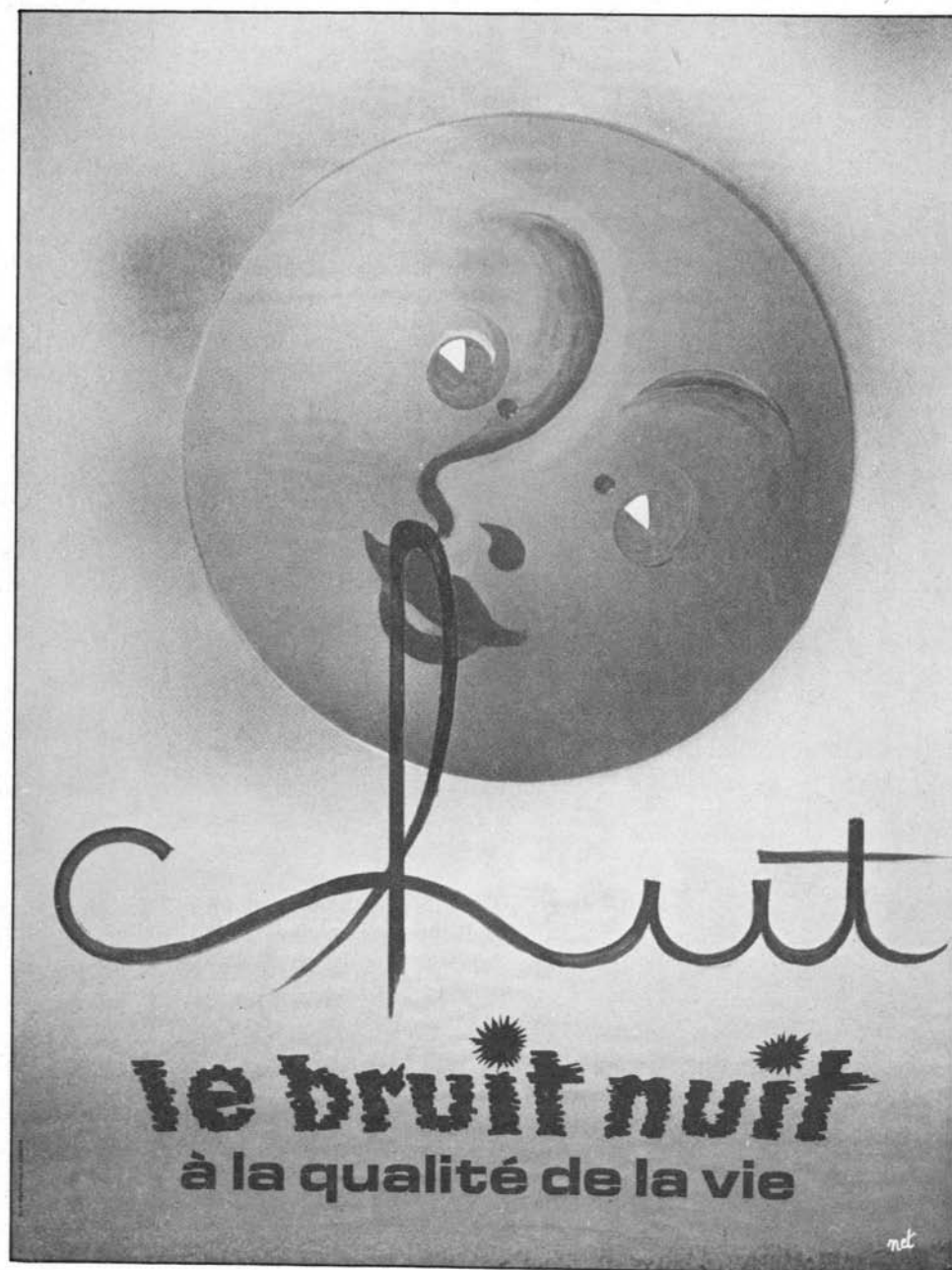
Trinity College, Dublin	23	<i>Le bruit, le stress et le travail</i>
	67	<i>USA : les modèles économétriques en question</i>

Futur-informations

	76	<i>Les nouvelles de la prospective</i>
	78	<i>Les actualités prospectives</i>

Bibliographie

	84	<i>Analyses critiques</i>
	93	<i>Comptes rendus</i>
	96	<i>Vient de paraître</i>



Le temps du bruit ou le temps du silence ?

Ariel Alexandre, Jean-Philippe Barde (1)

*« Le bien ne fait pas de bruit,
Le bruit ne fait pas de bien »
(Saint François de Sales)*

Les auteurs dressent ici un bilan affligeant de l'environnement acoustique, en montrant par exemple que 100 millions d'habitants souffrent, dans les pays de l'OCDE, d'un bruit supérieur à 65 décibels (environnement urbain) et que le niveau de bruit risque d'augmenter. Après avoir rappelé les perturbations qu'une telle nuisance engendre sur l'homme, Ariel Alexandre et Jean-Philippe Barde examinent les moyens de lutter contre le bruit, soit en l'attaquant à ses différentes sources, soit en assurant une meilleure isolation. Ces mesures impliquent l'adoption d'une politique vigoureuse, tranchant avec le manque de rigueur, de cohérence et de dynamisme qu'observent actuellement les auteurs au sein des pays de l'OCDE.

Est-ce encore « le temps du bruit » ? Cette question peut revêtir une double signification : on peut d'une part se demander si le bruit dans l'environnement subsiste encore, après de nombreuses années d'efforts ; on peut d'autre part s'interroger sur l'actualité politique du problème : le bruit est-il encore à l'ordre du jour ?

Pour répondre à cette question, il faut d'abord dresser un bilan (quelle est la situation actuelle de l'environnement acoustique), regarder l'avenir (les prévisions de l'exposition au bruit), enfin décrire et analyser les solutions techniques et les stratégies politiques pour une attaque efficace du problème.

(1) Administrateurs à la Direction de l'Environnement de l'OCDE.

Co-auteurs du livre *Le Temps du Bruit*. — Paris, Flammarion, 1973.

Les opinions exprimées dans cet article sont propres à leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement les vues de l'OCDE.

L'état actuel et futur de l'environnement sonore

Enquêtes, plaintes, mesures acoustiques montrent que le bruit constitue, dans de nombreux pays, l'une des principales nuisances de la vie moderne. Et le plus grave est que ce bruit a augmenté au cours des 20 dernières années ainsi qu'en attestent les études les plus récentes (2).

L'urbanisation rapide — qui a augmenté de 50 % en 20 ans pour l'ensemble des pays occidentaux — l'accroissement de la mobilité (le nombre de véhicules à moteur a triplé et le trafic aérien a décuplé en 20 ans) et la mécanisation de la plupart des activités sont à la source de cette extension du bruit. Actuellement, 15 % de la population des pays développés (3) sont exposés à plus de 65 décibels, niveau sonore global (4) extérieur jugé inacceptable (perturbant les conversations, le sommeil, l'écoute radio et télévision) et 50 % sont exposés à plus de 55 décibels, niveau sonore extérieur considéré comme limite du confort. Dans certaines grandes villes, comme Paris et Londres, 50 % de la population sont exposés à un niveau sonore considéré comme inacceptable (plus de 65 décibels). Par comparaison, le bruit d'une ville moyenne comme Blois est inférieur à celui de Paris : du point de vue subjectif, cela signifie en fait que la ville de Blois est deux fois moins bruyante que Paris.

Actuellement, 100 millions d'habitants, pour l'ensemble des pays de l'OCDE, sont exposés à plus de 65 décibels du fait du bruit de l'environnement urbain (5). Et les prévisions établies dans quelques pays (6) montrent que, si la lutte contre le bruit ne s'intensifie pas, 30 % d'habitants en plus seront exposés à un niveau sonore inacceptable en l'an 2000.

En outre, ces prévisions donnent à penser que le bruit va augmenter non seulement en zone urbaine, mais également dans les régions touristiques (bords de mer, montagnes, plans d'eau), dans les zones sauvages (forêts, parcs naturels, régions isolées), en particulier durant les week-ends et les vacances. L'expansion continue des activités de loisir et

(2) Voir la publication contenant les documents de base de la Conférence de l'OCDE sur « Les Politiques de lutte contre le Bruit ». — Paris, OCDE, 1979.

(3) Ce pourcentage monte à 25 % en France : voir article de R. Barré, J.P. Bordet et J. Lambert.

(4) Par « niveau sonore global », nous entendons le niveau sonore exprimé en décibels A sur l'indice énergétique Leq, mesuré en façade des habitations les plus exposées.

(5) Le bruit au travail n'est pas évoqué ici. Mais nous n'en nions pas l'importance, au contraire, car il est vraisemblable que le bruit au travail (exposition à plus de 65 décibels) touche deux fois plus de gens que le bruit urbain.

(6) Des prévisions de bruit ont été réalisées aux Etats-Unis, en Suisse, au Royaume-Uni et en France (voir article de R. Barré pour la France).

Le temps du bruit ou le temps du silence ?

de tourisme, les résidences secondaires (de campagne, de montagne et de bord de mer), les engins de loisir (bateaux à moteur, motos dites « vertes », scooters de neige, etc...), et l'aviation de tourisme en seront la cause. Les lieux et les périodes encore silencieuses (où dominent les bruits naturels) vont disparaître et le silence deviendra une ressource rare... que l'on aura épuisée.

Est-ce grave ou pourra-t-on s'adapter sans dommage à cette situation ?

Les effets du bruit sur l'homme

Le bruit agit sur ce que nous sommes et sur ce que nous faisons. Ce que nous sommes : c'est-à-dire notre corps et notre cerveau. Ce que nous faisons : c'est-à-dire nos activités quotidiennes.

Les bruits intenses et prolongés peuvent avoir des effets physiologiques : surdité provisoire ou permanente, troubles digestifs, respiratoires, etc... Au delà de 75 décibels perçus 8 heures par jour pendant toute une vie, il existe un risque d'accélération et d'augmentation de la perte d'acuité auditive. Certaines études ont d'ailleurs montré qu'il existe dans notre monde mécanisé une sorte de « socioacousie », c'est-à-dire de surdité progressive liée à notre style de vie : ainsi, une comparaison de l'acuité auditive des tribus du Soudan et de populations urbaines aux Etats-Unis et en Allemagne a montré que l'acuité auditive des tribus primitives était meilleure (  âge égal) que celle des populations urbaines (7). En outre, contrairement à ce que l'on pourrait penser, il n'existe pas d'accoutumance physiologique au bruit. Mais les effets physiologiques les plus marqués du bruit quotidien sont les effets sur le sommeil et, sans doute, les effets cardio-vasculaires. Les perturbations du sommeil par le bruit dépendent de l'âge, de l'état de santé, du stade de sommeil où l'on se trouve (sommeil léger, sommeil profond, rêves), ce qui conduit à proposer des seuils de g ne assez bas afin de s'assurer qu'à tout moment, toutes les catégories sociales bénéficient, au moins la nuit, d'une période de calme. A l'intérieur d'un logement, le bruit doit être inférieur à 40 décibels pour que les perturbations soient réduites au minimum : cela signifie que le bruit extérieur ne devrait pas dépasser 55 décibels (seuil de confort). A 65 décibels (niveau extérieur), les perturbations du sommeil deviennent fréquentes. D'autre part, il semble de plus en plus que le bruit va poser un problème de santé publique généralisé : des études récentes en

(7) A. Alexandre et J. P. Barde. — *Le temps du Bruit*. — op. cit.

Agressions sonores et équilibre mental

Monsieur Durand est une victime du bruit.

Le soir venu, après une journée de travail — harassant comme tout travail qui se respecte aujourd'hui — Monsieur Durand, couché dans son lit, cherche désespérément le sommeil. Il pense au lendemain, à tous les lendemains que les éboueurs bruyants perturbent dès 5 heures du matin. Il finit par sombrer dans un sommeil peuplé de cauchemars pour se réveiller à cinq heures moins le quart et entendre, dans son imagination conditionnée, le bruit infernal où se mélangent le démarrage du camion en prise directe, la sirène des freins mal réglés, les poubelles lancées à toute volée, les cris et les rires des boueux, réveille-matin irrespectueux du repos d'autrui.

Et ses structures limbiques se mettent à fonctionner, envoient des impulsions vers son cortex cérébral qui leur renvoie des signaux codés. Ses noyaux gris se mettent à leur tour en révolution, déclenchant des giclées d'hormones qui vont chaotiquer tout son système neuro-végétatif. Son cerveau se transforme en un immense ordinateur et des myriades de petites lumières de toutes couleurs s'allument dans ses neurones.

En un mot, il sent la colère le gagner. Il serre les poings, grince des dents, la chaleur lui monte à la tête, il transpire, il bout, son cœur s'accélère, sa tension s'élève, ses yeux s'exorbitent, sa gorge se contracte, les mots se bousculent dans sa tête, et il sort sur le balcon, bien décidé à injurier, à se battre s'il le faut avec ces malappris.

Le camion arrive... Derrière lui, trois énormes gaillards aux allures de lutteurs. Et là, son cortex, qui n'est pas plus bête qu'un autre, le stoppe : « halte, dit-il, que fais-tu ? Tu vas te faire assommer par ces voyous... et que diront les voisins... et la presse... »

Alors, « il rentre », il refoule sa colère... mais ne se calme pas pour autant. Sa colère, freinée par son sur-moi dans ses explosions verbales ou musculaires, va se déverser dans d'autres canaux. Depuis l'hypothalamus, elle va suivre le grand

sympathique qui va, à son tour, déclencher tout un tas de mécanismes hormonaux.

Il va l'avoir à la gorge, elle spasme ses bronches, elle l'étouffe et il va avoir une crise d'asthme.

Il l'a avalée cette colère, mais elle pèse sur son estomac, le ronge et, à la longue, va créer un ulcère.

Sa peau se hérise, se congestionne, se recouvre bientôt d'urticaire et d'eczéma. Mais la colère s'infiltré insidieusement dans ses artères, les spasme et voici que sa tension artérielle monte, monte... Son cœur se met à battre la chamade, il a une tachycardie et, lorsque le spasme arrive aux artères de son cœur, c'est la douleur en barre de l'angine de poitrine, si ce n'est l'infarctus foudroyant.

Il en a plein le dos et sa sciatique se réveille. Il en a les jambes coupées.

Tout cela parce qu'il est impuissant et que cette impuissance à agir le déprime. Il se laisse envahir par la tristesse due à son incapacité à faire quelque chose. Il se dévalorise, il ne vaut plus rien. En lui, comme autour de lui, le vide se creuse et s'étend, tout est noir. Il devient un poids inutile pour sa famille, le suicide est la seule solution.

Ou alors, il explose dans une crise de manie aiguë, de folie furieuse et il se voit déjà dans une chambre capitonnée, tenu par 5 infirmiers pendant que le médecin injecte le poison qui va l'endormir.

A moins que...

Monsieur Durand a toujours pensé que le maire de sa ville lui en voulait. Et si c'était lui qui avait organisé cette persécution systématique de cinq heures du matin ? Il a toujours été persécuté par lui, mais à présent, il en a la preuve : les éboueurs ne font du bruit que devant sa porte puisque les voisins ne se réveillent pas. Lui seul est visé. Il n'y a qu'une issue... Dans un accès délirant de persécution, Monsieur Durand a tué le maire de sa ville.

Docteur Fred Frisch
Médecin attaché des hôpitaux,
Centre Hospitalo-universitaire de Toulouse.

Le temps du bruit ou le temps du silence ?

Allemagne et aux Etats-Unis montrent, en effet, que le bruit provoque ou accélère (suivant les cas) des troubles chroniques du système cardio-vasculaire ; il constituerait ainsi une des causes de l'hypertension.

Quant aux effets du bruit sur notre cerveau, ils sont nombreux : gêne, irritation, maux de tête, anxiété, etc... C'est d'ailleurs ce qui différencie le plus le bruit des autres pollutions et nuisances : non seulement il provoque des effets physiologiques, mais encore des effets subjectifs. Pourquoi ? Parce que le bruit n'est pas seulement une dose d'énergie perçue par l'oreille et par le corps. Il est aussi un message, et est interprété par le cerveau comme utile ou inutile, significatif ou incohérent. Or, nous ne pouvons pas fermer nos oreilles au bruit comme nous fermons les yeux devant trop de lumière. Le bruit nous est donc imposé et notre corps n'a pas de moyen de défense contre lui.

Enfin, et surtout, le bruit perturbe diverses activités quotidiennes : l'écoute radio et télévision, les conversations, les tâches de réflexion, les activités de précision.

Au-delà d'un seuil de 45 décibels à l'intérieur d'un logement, il faut augmenter le volume de la radio et le ton de la voix, faute de quoi une partie du message auditif est « masquée ». Ces perturbations de la communication par le bruit sont particulièrement dommageables pour les enfants à l'école, où un excès de bruit peut ralentir leur apprentissage linguistique et diminuer leur concentration.

La parole (dite et entendue) constituant notre principal moyen de communication avec le monde extérieur, une réduction du bruit aurait un effet particulièrement bénéfique sur notre vie quotidienne.

En résumé, moins de bruit signifierait un meilleur sommeil, une vie quotidienne plus normale et une santé meilleure. Concrètement, cela voudrait dire :

- un niveau sonore extérieur global de 55 décibels pour procurer un minimum de confort (il s'agit là d'un objectif à long terme) ;
- un niveau sonore extérieur global ne dépassant pas 65 décibels (objectif à court terme) si l'on veut éviter des perturbations graves sur les plans psychologique et physiologique.

Quels seraient les moyens pour atteindre de tels objectifs ?

Comment lutter contre le bruit

La technique

Il est certain que la lutte contre le bruit est une entreprise complexe en raison de la multiplicité et de la diversité des sources : véhicules à moteur (18 millions d'automobiles en France en 1978), engins de chantier,

appareils électro-ménagers, bruits de voisinage, etc..., sans oublier la variété des situations (urbaines, suburbaines, routes ordinaires, autoroutes) et l'influence des comportements individuels.

On sait toutefois que trois grandes catégories d'actions sont requises :

On peut se *protéger* contre le bruit essentiellement au moyen de l'isolation acoustique de bâtiments. Une telle action est indispensable dans les situations les plus douloureuses par exemple, lorsque des logements sont situés en bordure de voies à grande circulation ou à proximité des aéroports. Il s'agit cependant d'une action *coûteuse* et *incomplète* : *coûteuse* parce que, en France, l'insonorisation des 4,6 millions de logements exposés à ce que l'on considère comme un niveau sonore inacceptable (plus de 65 décibels) coûterait quelques 40 milliards de francs (1977) (8) (il n'est sans doute pas question d'insonoriser tous ces logements mais des opérations d'insonorisation sont menées dans certaines zones particulièrement touchées) ; *incomplète*, parce que le bruit n'est atténué ou supprimé à l'intérieur des logements que si l'on vit fenêtres fermées car le bruit demeure dans les espaces extérieurs.

On peut également agir sur la *transmission* et la *propagation* du bruit : il s'agit notamment d'aménager les voies de circulation de façon à minimiser la propagation du bruit : voies en tranchées, tunnels, écrans acoustiques. Ce type d'action est surtout efficace lorsqu'il peut s'effectuer en amont, c'est-à-dire de façon préventive, au niveau du zonage, de l'urbanisme, de la conception des voies. Les possibilités sont moindres et les coûts plus élevés lorsqu'il s'agit d'améliorer une situation existante. On estime que les mesures de protection le long des autoroutes urbaines (écrans, remblais, etc...) en France coûteraient environ 5,3 milliards de francs (1977) (9).

Le dernier type de mesures consiste à *réduire le bruit à la source*, c'est-à-dire réduire les niveaux d'émission des véhicules et engins bruyants. Il s'agit sans conteste de la mesure la plus efficace et la plus indispensable : c'est une mesure *préventive* et qui seule permettra de renverser la tendance à la détérioration de l'environnement sonore. Toutes les études prévisionnelles en France et ailleurs confirment ce point. En Europe, les premières limites internationales à l'émission de bruit des véhicules à moteur datent de 1970. Ces normes européennes se sont avérées insuffisantes face à la croissance rapide du parc automobile, de la mobilité, de l'urbanisation et, il faut bien le dire, en raison du

(8) Institut de Recherche des Transports. — *Essai d'évaluation du coût global d'insonorisation des logements exposés à des niveaux de bruit excessifs*. — Paris, 1979.

(9) *ibid.*

Le temps du bruit ou le temps du silence ?

comportement bruyant de nombreux citoyens (comportement au volant, entretien négligé de certains véhicules).

En avril 1980, les normes communautaires ont été renforcées (voir tableau) toutefois, ce renforcement restera insuffisant. Les prévisions pour la France (voir encadré, article de R. Barré et al.) et pour d'autres pays indiquent que seule une réduction supplémentaire de l'ordre de 5 dBA sur les automobiles et de 8 à 10 dBA sur les poids lourds permettrait une amélioration réelle d'ici à l'an 2000. C'est pour cela que la République Fédérale d'Allemagne a récemment proposé à la Commission des Communautés Européennes que les limites de bruit soient réduites à 75 dBA (au lieu de 80 actuellement) pour les automobiles et à 80 dBA pour les camions et bus lourds (au lieu de 85 à 88 dBA actuellement).

De plus, il conviendrait que de telles réductions interviennent dans un assez proche avenir (1985), afin que leurs effets se fassent pleinement sentir d'ici à l'an 2000 car il faut 10 à 15 années pour que se renouvelle le parc automobile d'un pays. C'est d'ailleurs ce qu'a recommandé la conférence de l'OCDE sur les politiques de lutte contre le bruit (1980) (10) : réduire de 5 à 10 décibels (suivant les véhicules) les émissions de bruit des véhicules à moteur d'ici 1985-1990.

Quelles sont les possibilités technologiques et économiques de telles réductions ? En ce qui concerne les *automobiles*, il s'agirait essentiellement de gagner environ 3 décibels dans la mesure où la moitié des véhicules actuellement en circulation ne dépassent pas 78 dBA. On ne dispose pas de statistiques précises mais une enquête effectuée aux Pays-Bas établit que dès 1977, les 4/5 des automobiles émettaient des niveaux de bruit inférieurs aux limites 1980 (11). Les normes actuelles ne constituent donc pas une contrainte technologique mais un entérinement de la technologie existante.

Pour les *camions*, sur lesquels l'action est prioritaire, il existe déjà des prototypes « silencieux » (80 dBA), en Grande-Bretagne notamment.

Quel serait le coût d'un abaissement supplémentaire des limites de bruit ?

Pour les automobiles, ce coût supplémentaire serait de l'ordre de un pour cent du prix de vente par décibel gagné soit un coût total de 3 à 5 pour cent selon les véhicules. Ce coût est extrêmement modique comparé à la forte augmentation du prix réel des automobiles au cours des 10 dernières années. Pour les camions, le coût serait d'environ dix pour cent pour une réduction de 8 à 10 décibels. Toutefois, ces

(10) OCDE. — *Politiques de lutte contre le bruit*. — Paris, OCDE, 1980.

(11) OCDE. — op. cit. — pp. 63-64.

Les limites actuelles et futures d'émission sonore des véhicules à moteur (mesurés à 7,5 mètres)

	CEE jusqu'en avril 80 (1)	CEE nouvelles limites (1)	Etats-Unis		Suisse 1977/82/86	Japon 1979/ objectifs	Pays Scandinaves (Suède, Norvège Danemark, Finlande) Propositions pour 1985	Allemagne (Propositions pour 1985)	Groupe de travail sur les véhicules à moteur (WP 29) : Proposition de compromis pour 1985
			Limites actuelles	Propo- sitions					
Automobiles	82	80	86 (4)	—	80/77/75	81/78	76	75	77
Camionnettes (moins de 3,5 t)	84	81	—	—	81/79/77	81/78	77	78	79
Autobus (moins de 3,5 t)	84	81	—	—	81/79/77	81/78	77	76	79
Autobus lourds (plus de 3,5 t et moins de 200 CV DIN)	89	82	—	89 83	85/82/80	86/83	80	80	80
Autobus lourds (plus de 200 CV DIN)	91	85 (2)	—	89 83	87/84/82	86/83	80	80	80 (3)
Poids lourds (plus 3,5 t et moins de 200 CV DIN)	89	86	89	86	86/84/82	86/83	80	80	80 (3)
Poids lourds (plus de 200 CV DIN)	91	88	89	86	88/86/84	86/83	80	80	80 (3)
Motocycles (taille maximum)		86	84 (4)	89 86	85/85/80	81/78	80		

(1) Les limites de la CEE permettent une tolérance de 1 décibel.

(2) A partir de 1982.

(3) Limites à appliquer après 1985.

(4) En Californie seulement.

Source : Les Politiques de lutte contre le Bruit. — Paris, OCDE, 1980.

Le temps du bruit ou le temps du silence ?

évaluations s'appliquent le plus souvent à des prototypes et il est fort probable que la production en série réduirait notablement ces coûts.

Notons que les trois séries de mesures de lutte contre le bruit que l'on vient d'évoquer sont tout à fait complémentaires, mais l'action à la source reste prioritaire, surtout pour les véhicules lourds.

En ce qui concerne le bruit des avions, la situation paraît plus favorable. D'abord, il affecte environ vingt fois moins de personnes que le bruit de la circulation routière (trois fois moins aux Etats-Unis). Ensuite, des réglementations existent au niveau international depuis près de 10 ans (12) et ont été récemment renforcées : les nouveaux modèles d'avions tels que les DC 10, Air-Bus, Tristar, émettent 10 à 15 décibels de moins que les avions à réaction des années 1960. Le remplacement progressif et de plus en plus rapide des avions anciens (B.707, Caravelle, etc...) très bruyants, par ces modèles plus silencieux, permet d'espérer une amélioration progressive de la situation, à moins que la croissance du trafic aérien ne vienne annuler tout ou partie de cette amélioration.

La politique

Au niveau de la conception et de la mise en œuvre des politiques de lutte contre le bruit, la Conférence de l'OCDE a souligné que ces politiques souffraient à la fois d'un manque de rigueur, d'un manque de cohérence et d'un manque de dynamisme.

Le manque de rigueur s'applique essentiellement à l'insuffisante sévérité des normes d'émission (voir supra).

Le manque de cohérence vient de ce que, dans de nombreux pays, les responsabilités de la lutte contre le bruit se trouvent éparpillées entre un grand nombre de « décideurs » : administration chargée des travaux publics (route en particulier), service de l'urbanisme et de la construction, administration de tutelle de l'industrie, aménagement du territoire, transport, environnement, etc... Or, une politique de lutte contre le bruit devrait être coordonnée et reposer sur un *programme* (ou une loi cadre) définissant les *objectifs* à atteindre, le *calendrier* des actions à entreprendre, leur *financement* et leur *articulation*. C'est l'approche qui a été retenue aux Pays-Bas où la loi de 1979 sur le bruit couvre tous ces aspects et repose sur la mise en œuvre de programmes quinquennaux, un peu à l'instar des programmes d'intervention des Agences financières de Bassin en France. Les Etats-Unis et l'Allemagne ont adopté une approche à peu près similaire.

(12) Annexe 16 à la Convention de l'Aviation civile internationale (ne s'applique cependant ni aux avions supersoniques, ni aux avions militaires).

Le manque de dynamisme se reflète essentiellement dans la lenteur de l'évolution des limites d'émission (un seul changement en dix ans) peu propice à une évolution de la technologie de réduction du bruit. Pour y remédier, l'OCDE a recommandé le recours à des redevances sur les émissions de bruit des véhicules à moteur et des avions. De telles redevances peuvent remplir deux fonctions complémentaires : d'une part une fonction incitative sur les utilisateurs et sur les producteurs de véhicules et appareils bruyants (les premiers étant invités à acheter des véhicules silencieux, les seconds à les fabriquer) ; et d'autre part, une fonction de financement dans la mesure où les fonds ainsi collectés pourraient être affectés au financement de mesures de lutte contre le bruit telles que l'insonorisation des logements les plus exposés. La loi néerlandaise, déjà évoquée, prévoit que les dépenses administratives et les coûts des mesures locales de protection devront être financés au moyen de telles redevances ; 326 000 logements sont ainsi concernés pour un coût total de 1,25 à 1,6 milliards de florins.

Des redevances sur le bruit des avions sont déjà prélevées en France depuis 1973 (aéroport de Paris) ; entre 1973 et 1979, 160 millions de francs ont ainsi été collectés et affectés au financement de l'isolation acoustique des bâtiments publics ou au rachat des immeubles privés les plus exposés. Au Japon, une taxe spéciale d'atterrissage, fonction du niveau de bruit des avions, est perçue depuis 1975 (95 millions de dollars collectés en 1978). En Allemagne, un « rabais » de 11 % sur les taxes d'atterrissage est accordé aux avions conformes aux normes de bruit international. En Grande-Bretagne, un « rabais » de 15 % est appliqué à l'aéroport de Londres et de 10 % à celui de Manchester.

L'idée de « taxer » le bruit fait donc son chemin.

*

* *

Contrairement à ce qui a été parfois affirmé, on dispose de tous les éléments pour une lutte efficace contre le bruit. La technologie existe, les coûts sont modérés et peuvent être étalés dans le temps, les options stratégiques abondent. Voici donc venu le temps de l'action, pour l'avènement du temps du silence.

Le bruit de la circulation dans les villes françaises

Rémi Barré,
Jean-Pierre Bordet, Jacques Lambert (1)

En France, 7 à 8 millions d'urbains souffrent du bruit au delà du seuil d'acceptabilité. Cette nuisance, vivement ressentie par la population, n'est pas maîtrisée, la politique menée depuis 10 ans n'ayant guère apporté d'amélioration.

L'objet de cet article est d'examiner comment définir une stratégie à moyen et long terme de lutte contre le bruit urbain, et de proposer une série de mesures devant permettre de réduire très sensiblement, d'ici l'an 2000, le niveau de bruit en attaquant le mal à sa source (véhicules, circulation, infrastructures et urbanisme).

Si le bruit est un fléau social, c'est le bruit dû à la circulation en ville qui domine puisque 7 à 8 millions d'urbains (2) ont en façade de leur logement un niveau de bruit supérieur au seuil de l'acceptabilité (3). Il n'est donc guère surprenant que le bruit constitue la nuisance la plus

(1) Cet article présente les résultats d'une recherche menée par MM. R. Barré (GERPA : Groupe d'Etudes Ressources Planification Aménagement), J.P. Bordet (ARLAB), J. Lambert et M. Maurin (IRT-CERNE : Institut de Recherche sur les Transports. Centre d'Etudes et Recherches sur les Nuisances et l'Énergie) pour le Comité Bruit et Vibrations, Mission des Études et de la Recherche, Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie.

(2) Parmi les 31 millions que comptent les villes de plus de 20 000 habitants.

(3) 65 dBA en Leq 8h-20h (voir encadré).

souvent mentionnée par les Français dans les enquêtes sur l'évaluation du cadre de vie.

Face à une telle situation, des actions sont menées, notamment en matière de normes d'émission de bruit pour les véhicules et de normes à la construction de logements neufs ; le moins qu'on puisse dire est que ces actions sont timides, nullement coordonnées dans un plan d'ensemble qui serait fondé sur des objectifs de qualité chiffrés et un agencement cohérent de moyens à mettre en œuvre : la meilleure preuve en est les avatars de « l'ex-future » Loi-Cadre sur le bruit.

Le bruit a donc l'étrange privilège d'être la seule des grandes nuisances « classiques » très ressenties par la population à n'être maîtrisée ni en principe (objectifs, cadre législatif, moyens, institutions), ni en pratique (pas d'évolution favorable d'ensemble) après dix années de mise en place rapide de politiques de l'environnement en France.

Trois questions fondamentales

Elaborer une véritable stratégie à moyen et long termes de lutte contre le bruit — et notamment le bruit urbain — est donc une tâche urgente, qui conduit immédiatement à poser trois ensembles de questions : — L'évolution des niveaux de bruit est due à des actions spécifiques de lutte contre le bruit, mais aussi à des facteurs sociaux — ou sociétaux — dont les principaux sont l'évolution des formes urbaines et celle de la mobilité en ville ; quels sont les effets sur les niveaux de bruit, à moyen et plus long termes (horizon 2000) de ces facteurs dont les évolutions sont particulièrement incertaines ?

— Compte tenu d'une part d'hypothèses sur ces facteurs — qui constituent des scénarios — et d'autre part des actions en cours (tendanciennes) pour réduire le bruit, notamment au niveau des normes d'émission des véhicules, quelles sont les évolutions les plus probables des niveaux de bruit à moyen et long termes ?

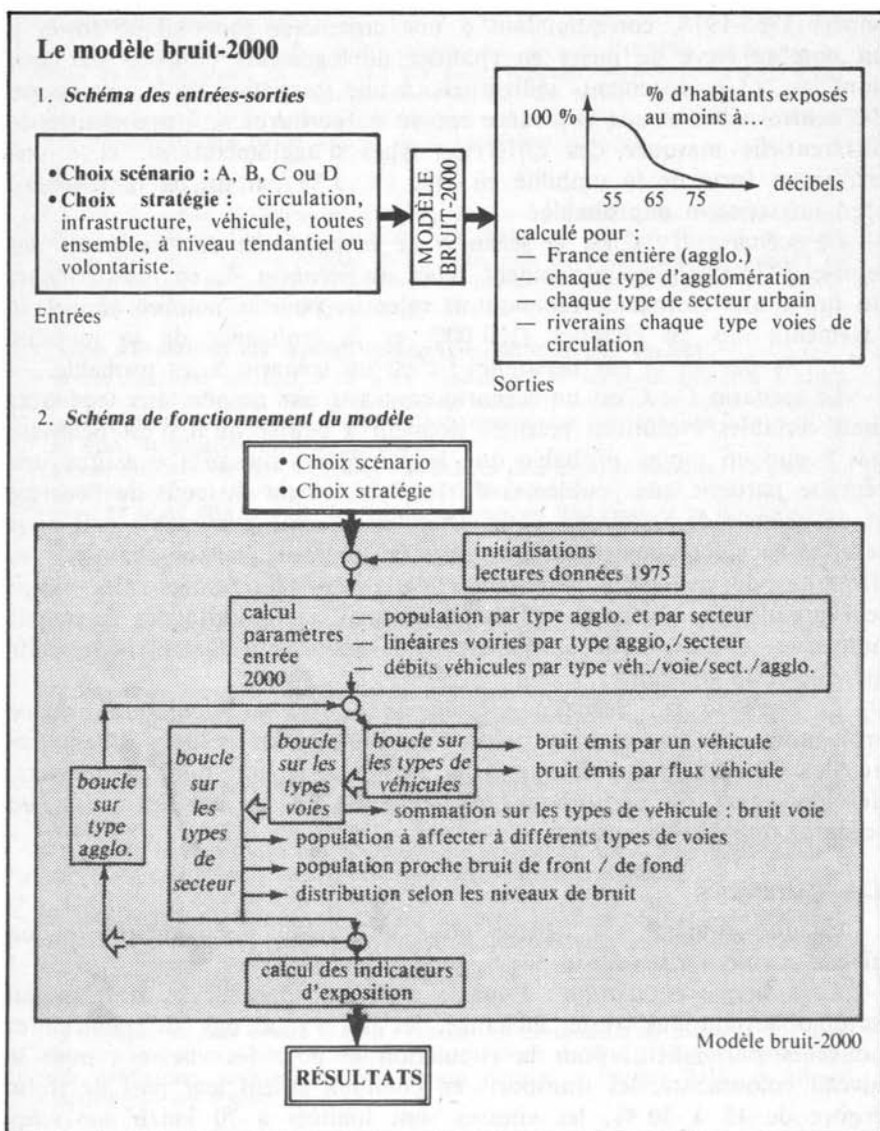
— On peut identifier un certain nombre de niveaux fondamentaux d'attaque possible du bruit (*les stratégies*) : par exemple au niveau du véhicule, de la circulation, des infrastructures, ou de l'urbanisme ; quels sont les effets de ces différentes stratégies et dans quelles mesures sont-elles complémentaires, dans l'espace et dans le temps ?

Ce sont ces questions auxquelles la recherche dont il est rendu compte apporte quelques éléments de réponse (4).

(4) *Le bruit de la circulation en l'an 2000 dans les villes françaises.* ARLAB/GERPA/IRT-CERNE pour le CBV, MER, M.E.C.V., 1980 (170 p.) — mimeo.

Le modèle bruit-2000

La méthode utilisée a été la construction d'un modèle de simulation informatisé, appelé Bruit-2000.



Scénarios et stratégies

Les 4 scénarios

— *Le scénario A* : C'est le scénario de la poursuite des tendances des années 1965-1973, correspondant à une croissance économique forte, à un nombre élevé de mises en chantier de logements (500 000 par an), dont les 2/3 en logements individuels, à une stagnation de la population des centres-villes et une croissance rapide du péri-urbain, à une croissance différentielle marquée des différents types d'agglomérations, et à une croissance forte de la mobilité en ville (+ 3 % par an par personne) ; c'est un scénario improbable.

— *Le scénario B* : C'est le scénario de la poursuite des tendances des années 1973-1980, qui reprennent celles du scénario A, en plus atténué, du fait d'une croissance économique ralentie, pour le nombre annuel de logements mis en chantier (300 000) et la croissance de la mobilité (+ 1,5 % par an et par personne) ; c'est un scénario assez probable.

— *Le scénario C* : C'est un scénario contrasté par rapport aux tendances mais certaines évolutions récentes donnent à penser qu'il n'est peut-être pas beaucoup moins probable que le précédent, puisqu'il constitue une réponse partielle aux problèmes du renchérissement du coût de l'énergie et de pénurie de terrains à bâtir. Dans ce scénario (semblable à B pour la croissance économique et le nombre de logements mis en chantier), les disparités de croissance entre villes s'atténuent, les centres-villes voient leur population croître (+ 25 % en 20 ans), la majorité des logements nouveaux sont des collectifs (souvent des petits collectifs) et la mobilité en ville reste constante.

— *Le scénario D* : Scénario « écologique », où la population urbaine croît moins vite que pour les précédents scénarios (35 millions d'habitants au lieu de 40), et où il y a à la fois désaffectation pour les centres, développement du péri-urbain, et stagnation de la mobilité ; c'est un scénario improbable.

Les 4 stratégies

Chaque stratégie est définie pour un niveau « tendanciel » et un niveau « volontariste ».

— *La stratégie circulation* : Pour le niveau tendanciel, le choix modal automobiles-autobus reste inchangé, et il n'y a pas de contraintes nouvelles particulières pour la circulation ni pour les vitesses ; pour le niveau volontariste, les transports en commun voient leur part de trafic croître de 15 à 20 %, les vitesses sont limitées à 70 km/h sur voies

rapides et la circulation est très sévèrement limitée — souvent interdite — en centre ancien pour les véhicules particuliers.

Concepts de base et définitions

La population prise en compte

Il s'agit de la population des unités urbaines (au sens de l'INSEE) qui avaient au moins 20 000 habitants en 1975, soit 228 unités urbaines, correspondant à 55 % de la population française de cette époque ; ce sont ces *mêmes* unités urbaines (que nous appellerons par la suite agglomérations) qui sont étudiées à l'horizon 2000 et qui représentent alors de 60 à 65 % de la population nationale.

L'indicateur de bruit :

Il s'agit du « Leq 8h-20h » ou « niveau sonore équivalent », en décibels A, qui exprime le niveau d'un bruit constant (en dBA) qui correspondrait à la même énergie acoustique, sur la période 8h-20h, que celle du bruit fluctuant mesuré ; ce bruit est mesuré en façade des logements. Finalement, chaque habitant est affecté au niveau du bruit diurne moyen régnant en façade de son logement.

Critères d'évaluation des résultats (exprimés en dBA, en Leq 8h-20h)

- *niveau supérieur ou égal à 65 dBA* : indicateur de forte nuisance (les « zones noires ») ; 65 dBA est dans plusieurs pays considéré comme une limite maximum au-delà de laquelle existe un droit à insonorisation et indemnisation. Au delà de 65 dBA, la situation est inacceptable.
- *niveau inférieur ou égal à 55 dBA* : indicateur de confort acoustique ; 55 dBA est dans certains pays l'objectif de qualité de l'environnement sonore.
- entre 55 et 65 dBA, ce sont les « zones grises », ni inacceptables, ni satisfaisantes.

Les types de véhicules : véhicules particuliers, deux-roues, poids-lourds, autobus, trains de voyageurs, de banlieue, de marchandises.

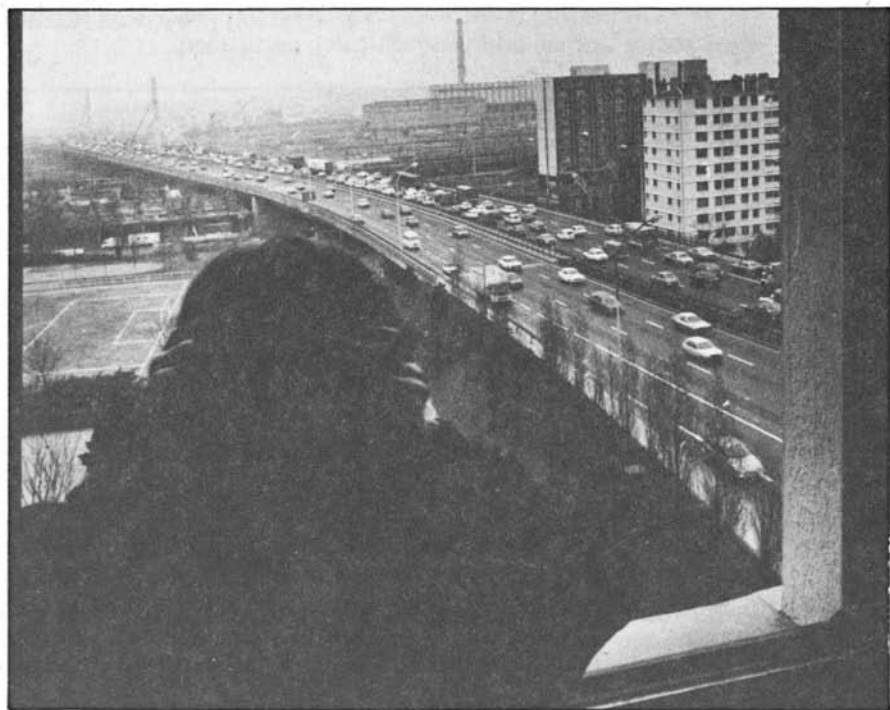
Les types de voies de circulation : Voies rapides urbaines (VRU), les voies de transit, artérielles, de distribution, de desserte, de chemin de fer.

Les types de secteurs urbains : Centre ancien, couronne dense, secteur mixte, logements collectifs en périphérie, zones pavillonnaires, logements collectifs et pavillonnaires construits entre 1980 et 2000.

Les types d'agglomérations : On réalise une typologie des 225 agglomérations par rapport à des critères de taille de ville, de densité de population, de types d'activités dominantes (secondaire ou tertiaire), d'importance relative des types de secteurs urbains, de caractéristique de l'évolution démographique passée ; on définit ainsi 9 types d'agglomérations auxquels on ajoute Paris, Lyon et Marseille.

Les scénarios : Ils se définissent d'abord par des croissances relatives contrastées des secteurs urbains (habitat individuel/collectif et quartiers nouveaux/anciens) et ensuite par des croissances contrastées de la mobilité urbaine par habitant. Ils sont supposés indépendants de la lutte contre le bruit.

Les stratégies de lutte contre le bruit : chacune est composée d'un ensemble d'actions correspondant à un « angle d'attaque » du problème du bruit : véhicule, infrastructures, urbanisme, circulation ; elles peuvent prendre, à horizon 2000, un niveau « tendanciel » ou « volontariste ».



— *La stratégie infrastructure* : pour le niveau tendanciel, le rythme de pose d'écrans anti-bruit et de la construction de voies de dérivation du trafic de transit reste à leur niveau actuel, faible ; pour le niveau volontariste, on suppose que la moitié du trafic de transit de 1980 emprunte des voies de contournement des agglomérations, que les voies rapides urbaines (VRU) ont toutes été équipées d'écrans anti-bruit là où il y avait problème de bruit.

— *La stratégie urbanisme* : elle ne s'applique qu'aux quartiers d'habitat pavillonnaire ou collectif construits en périphérie des agglomérations, entre 1980 et 2000 ; pour le niveau tendanciel, la disposition de l'habitat par rapport à la voirie est du même type que pour les quartiers similaires existants ; pour le niveau volontariste, les distances à la voie, le zonage, la composition urbaine sont tels que les niveaux de bruit sont diminués.

— *La stratégie véhicules* : pour le niveau tendanciel le gain moyen de bruit est de 3 dBA pour les véhicules particuliers et les poids lourds (par

rapport à 1975), de 6 dBA pour les autobus ; pour le niveau volontariste, les gains moyens sont de 7 dBA, 9 dBA et 11 dBA pour les véhicules particuliers, les poids lourds et les autobus, respectivement (5).

Les résultats

La situation en 1975-1980

Globalement, environ 35 % des urbains disposent d'un environnement sonore satisfaisant (inférieur à 55 dBA) et 25 % d'un environnement inacceptable (supérieur à 65 dBA).

Cette situation est contrastée selon le type d'agglomération, le type de secteur urbain (la moitié des habitants des centres anciens et couronnes denses sont en situation inacceptable), le type de voie (plus de 40 % des riverains des VRU et des voies de trafic artériel sont en situation inacceptable).

L'incidence des scénarios

Pour déterminer l'influence des scénarios, on suppose que les stratégies n'évoluent pas, même tendanciellement, et restent figées à leur niveau 75-80.

— *Les évolutions probables* : étant données les incertitudes qui pèsent sur les mutations en cours, nous avons considéré que deux scénarios très contrastés étaient probables : le scénario péri-urbain et d'accroissement de la mobilité (scénario B) d'une part et celui du retour vers les centres-villes sans accroissement de mobilité (scénario C) d'autre part. Le résultat essentiel ici est que, pour des raisons opposées, ces deux scénarios contrastés mais probables ont la même incidence sur les niveaux de bruit, à savoir une dégradation de la situation : le nombre d'urbains en situation satisfaisante passerait de 35 à 25 % et ceux en situation inacceptable de 25 à 30 %.

Ceci tient au fait qu'il y a pour chaque scénario un effet positif et un effet négatif, et que ce dernier est le plus important : pour le scénario B, c'est l'effet mobilité qui est négatif tandis que l'effet structure urbaine (croissance relative des banlieues) est positif ; pour le scénario C, c'est l'inverse.

(5) En fait, le niveau tendanciel correspond au simple maintien des limites d'émissions sonores des Communautés Européennes (Avril 1980) ; l'action volontariste consisterait à abaisser ces limites à environ 75 dBA pour les automobiles et 80 dBA pour les poids lourds et autobus. De telles réductions correspondent à celles recommandées par certains pays de l'OCDE (Voir l'article de A. Alexandre et J. P. Barde dans ce même numéro).

— *Les évolutions-limites* : pour le scénario A, la situation est encore plus négative, tandis que pour le scénario D, qui cumule tous les avantages du point de vue du bruit, elle s'améliore quelque peu par rapport à 1980.

Les évolutions tendanciennes des niveaux de bruit

On suppose ici qu'on se trouve dans le cadre du scénario B ou C, ce qui revient au même, à échelle nationale, du point de vue du bruit, et qu'on met en œuvre les stratégies de niveau tendanciel, impliquant pour l'essentiel une réduction de 3 à 6 dBA du niveau d'émission de bruit par véhicule.

Dans ce cas, il y a une certaine diminution de la proportion d'urbains soumis à des niveaux de bruit inacceptables (leur proportion passe de 25 à 17 %), mais augmentation de ceux soumis à des niveaux de bruit moyens (entre 55 et 65 dBA), dont la proportion passe de 38 à 43 % : c'est l'extension des zones grises, parallèle à une résorption partielle des « points noirs ». Cette extension des zones grises est encore plus nette si on considère les chiffres absolus, puisque la population urbaine passe de 31 à 40 millions d'habitants et ces « zones grises » passent de moins de 12 à plus de 17 millions d'habitants. Cette même augmentation de l'urbanisation résulte finalement en une stabilisation du nombre de personnes exposées à plus de 65 dBA qui reste autour de 7-8 millions.

Il apparaît donc clairement que l'évolution tendancielle et probable à moyen et long termes ne fait que maintenir l'exposition à des niveaux de bruit inacceptables et ne permet en aucun cas de tendre vers la norme de confort acoustique ; ainsi, l'environnement acoustique des urbains ne s'améliorera vraiment que grâce à des stratégies volontaristes de lutte contre le bruit.

Les effets des différentes stratégies volontaristes de lutte contre le bruit

On se place, ici encore, dans le cadre des scénarios B et C.

— *La stratégie circulation* : efficace surtout pour les riverains des VRU et des voies de transit (où la limitation de vitesse a des effets nets) et pour les habitants des centres anciens ; l'effet d'ensemble, assez marqué (6), de cette stratégie est de faire passer certains points noirs en zones

(6) Il convient néanmoins de remarquer que des contraintes de circulation très draconiennes en centre-ville ont été simulées, qui, dans la réalité, demanderaient à être nuancées ; l'effet d'ensemble en serait diminué d'autant.

Le bruit de la circulation dans les villes françaises

grises (la proportion de situations inacceptables passe, par rapport au tendanciel, de 17 % à 12 %), la population qui bénéficie du confort acoustique ne variant pratiquement pas.

— *La stratégie infrastructure* : son effet national est quasi-nul puisque la proportion reste de 17 % pour les points noirs, sans modifier le nombre de ceux bénéficiant du confort acoustique ; cette stratégie concerne essentiellement certains riverains des VRU et des habitants des collectifs extérieurs.

— *La stratégie urbanisme* : Cette stratégie, qui ne concerne pratiquement que les nouveaux quartiers a un effet national d'importance moyenne, qui a la particularité de faire passer des zones grises en zones satisfaisantes (la proportion de ceux bénéficiant du confort acoustique passe de 40 % à 48 %), tandis que la proportion de situations inacceptables ne se réduit que de 17 % à 15 % ; remarque importante : cette stratégie est pratiquement sans effet dans le cadre du scénario C puisque précisément il n'y a que très peu de nouveaux quartiers.

— *La stratégie véhicules* : C'est celle dont les effets sont le plus marqués sur les niveaux de bruit quels que soient les scénarios ; efficace aussi bien pour réduire les points noirs (les situations inacceptables passent de 17 % à 7 %) que pour accroître le nombre de ceux qui bénéficient du confort acoustique (leur proportion passe de 38 % à 50 %). Cette stratégie est relativement peu efficace pour les riverains des VRU, des voies artérielles et de transit où, la vitesse des véhicules étant plus élevée, le bruit dû au moteur, seul affecté par les normes d'émission, devient peu important par rapport au bruit de roulement.

Vers une stratégie d'ensemble de lutte contre le bruit

On est ainsi conduit à une esquisse de stratégie volontariste d'ensemble coordonnée et cohérente dans l'espace (les différents secteurs urbains) et dans le temps (à court, moyen et long termes), permettant des résultats spectaculaires : le nombre de citadins en situation acoustique inacceptable passerait de plus de 7,5 millions à moins de 1 million et le nombre de ceux en situation de confort acoustique passerait de moins de 12,5 millions à plus de 17 millions.

— *A court terme* (moins de 5 ans) : mise en place de la stratégie circulation et démarrage de la stratégie infrastructure qui, ensemble, réduisent nettement le nombre des situations inacceptables, aussi bien en centre-ville qu'en périphérie ; la stratégie circulation, qui ne requiert que de la volonté politique mais pratiquement pas d'efforts financiers, peut être mise en place très vite, tandis que la stratégie infrastructure, si elle peut être lancée rapidement et si elle peut commencer très vite à être

efficace localement, doit être poursuivie à moyen terme pour être menée à bien complètement.

— *A moyen terme* (5 à 15 ans) : c'est à cet horizon de temps que la stratégie volontariste visant les véhicules (abaissement très prononcé des normes de bruit) peut porter ses fruits, à supposer que les impulsions nécessaires soient données dès aujourd'hui (7) ; cette stratégie est, les résultats de notre recherche sont très nets sur ce point, la condition essentielle de l'amélioration significative de l'environnement acoustique urbain. Elle est en effet efficace aussi bien pour les points noirs que pour l'atteinte des objectifs de qualité acoustique.

— *A plus long terme* (15 à 20 ans) : c'est à cet horizon de temps que la stratégie urbanisme se révélerait efficace et permettrait, les points noirs ayant déjà pour l'essentiel été résorbés, d'atteindre pour une majorité des urbains, l'objectif de qualité acoustique ; comme pour la stratégie véhicules, les dispositions doivent être prises dès maintenant pour que les résultats ultérieurs soient tangibles.

Enfin, il s'avère possible d'arriver avant l'horizon 2000 à une substantielle amélioration de l'environnement sonore dans les villes françaises, c'est à dire à l'élimination de l'essentiel des points noirs et à l'atteinte de l'objectif de qualité de 55 dBA pour une majorité de la population ; il y a deux conditions nécessaires à cela :

— donner la priorité absolue à la réduction du bruit à la source (stratégie véhicules), accompagnée d'une stratégie circulation ;

— coordonner les stratégies sur les quatre axes que sont les véhicules, la circulation, les infrastructures et l'urbanisme.

(7) Voir l'article d'A. Alexandre et J. P. Barde dans ce même numéro.

Le bruit, le stress et le travail (1)

Nous publions ci-dessous un résumé des principaux résultats tirés de l'analyse et de l'évaluation des travaux relatifs au bruit et à ses effets sur le fonctionnement psychologique et psychosocial, notamment dans le domaine du travail.

Cette analyse, réalisée par trois chercheurs du Département de Psychologie du Trinity College de Dublin (T. Ronayne, N.J. McDonald, H.V. Smith), correspond à la première phase d'un programme triennal sur la nature et l'ampleur des méfaits psychologiques que de hauts niveaux sonores dans les usines entraînent sur les travailleurs.

Ce programme intitulé « Étude de la nature et de l'ampleur des effets psychologiques nocifs de niveaux élevés de bruit industriel sur les travailleurs et des conditions dans lesquelles ils se manifestent », est conjointement financé par la Fondation européenne pour l'amélioration des conditions de vie et de travail et par le Conseil Irlandais pour la Science et la Technologie (National Board for Science and Technology).

Le présent rapport porte sur les effets extra-auditifs du bruit — lesquels ont été décrits par Cohen (1973) comme comprenant « la perturbation de la santé physique et mentale, le bouleversement du comportement et la

(1) Cet article est publié avec l'aimable autorisation de l'« European Foundation for The Improvement of Living and Working Conditions », Loughlinstown House, Shankill, c/o. Dublin, Irlande. Le rapport issu de cette première phase (140 pages) est disponible dans sept langues de la Communauté.

perte de rendement, et l'altération des désirs ou des besoins de confort et du sentiment de bien-être ». En outre, le rapport examine brièvement les effets du bruit sur la communication et l'interaction sociale.

Le présent rapport définit les principaux éléments de preuve concernant les effets du bruit sur l'exécution de différentes tâches, la réaction physiologique au bruit tant à court qu'à long terme, les effets du bruit sur le bien-être psychologique et sur le comportement social, et l'obstacle à la compréhension de la parole que constitue le bruit. Il examine aussi, brièvement, différentes manières selon lesquelles le bruit industriel pourrait conjuguer ses effets avec d'autres facteurs de stress, ainsi que l'état des connaissances et de l'activité concernant le problème que pose le bruit industriel en Irlande.

Les tâches qui exigent une attention continue, ou qui, par suite de facteurs extérieurs, sont soumises à un rythme d'exécution rapide, sont susceptibles d'être dérégées par le bruit. Dans le premier cas, les effets revêtent souvent la forme d'une plus grande variabilité du niveau de rendement, qui ne sera pas nécessairement manifeste à un niveau général de rendement plus faible. Dans une ambiance bruyante, l'attention est également déviée des aspects périphériques d'une tâche, là où cela est possible, et dirigée vers les aspects plus centraux et plus importants. Les tâches dont le rythme est soumis à des facteurs extérieurs sont exécutées dans le bruit avec une plus grande fréquence d'erreurs, ou un nombre moindre de réponses correctes. Différentes caractéristiques du bruit constituent des éléments déterminants importants de ses conséquences néfastes. Le bruit continu est celui qui bouleverse le moins l'exécution de la tâche, tandis que le bruit intermittent périodique, le bruit intermittent apériodique et le bruit d'impulsion sont tous plus perturbateurs dans l'ordre croissant de gravité. Pour en atténuer les effets, il est également très important de savoir comment le bruit est interprété par la personne qui y est exposée ; la mesure dans laquelle il est prévisible et celle dans laquelle le sujet perçoit qu'il a la possibilité de maîtriser le bruit sont également importantes pour en atténuer les effets. Tant le bruit imprévisible que celui qui est perçu comme non maîtrisable ont des effets plus nuisibles sur l'exécution de la tâche que les conditions inverses, et il a été démontré que ces effets persistent au cours de la période suivant immédiatement l'exposition au bruit.

Les principales réactions physiologiques à un bruit intense comprennent toutes les composantes principales de la réaction de stress et les variations concomitantes des systèmes psycho-endocrinien, cardiovasculaire, respiratoire, digestif et musculaire. L'exposition de longue durée sur le lieu de travail à un bruit intense a été associée à toute une gamme de maladies

liées au stress, en particulier l'hypertension, bien que d'autres troubles cardiovasculaire, gastrique et respiratoire aient également pu être mis en cause. Des réactions psychonévrotiques telles que la fatigue, l'insomnie et les troubles de l'humeur ont également été signalées. D'autres facteurs de stress sont, tout autant que le bruit, susceptibles de contribuer à ces effets à long terme dans une mesure difficile à évaluer.

D'autres effets physiologiques sont plus spécifiques de la stimulation par le bruit. Certains de ces effets résultent de la stimulation mécanique directe des tissus du corps par des ondes de pression sonore. Ainsi, le vertige, le nystagmus et les troubles de l'équilibre sont presque

La subjectivité du bruit

Le bruit n'est véritablement traumatisant que de par la signification que nous lui donnons.

Lorsque j'entends les sirènes hurlantes qui accompagnent ambulances, police ou pompiers, ma mémoire évoque d'emblée, comme un réflexe, les alertes de la guerre et je retrouve la même émotion, les mêmes battements de cœur, le même tremblement.

Une de mes patientes, dont l'enfant avait été grièvement blessé dans un accident, a du aller vivre à la campagne, incapable de supporter ces mêmes sirènes.

Une autre vivait en paix dans un grand ensemble. Elle supportait allègrement d'entendre claquer les portes, taper les radiateurs, les borborygmes des canalisations d'eau, les musiques les plus diverses. Elle s'est même surprise, un jour, à dire à haute voix « A vos souhaits » à un éternuement venu de l'appartement voisin. Qui plus est, son immeuble jouxtait une voie de chemin de fer. Elle connaissait les heures de passage des trains et acceptait sans émotion de sentir trembler et vibrer tout son appartement à ces moments réguliers. Elle trouvait normal d'interrompre une conversation tant que durait le bruit. Elle n'était ni émue, ni stressée, mais au contraire, parfaitement adaptée, jusqu'au jour où ses voisins déménagèrent, remplacés par un vieux couple qui n'arrêtait pas de se disputer.

C'est là que les choses se gâtèrent. Ma patiente, qui vivait heureuse jusqu'alors, parfaitement conditionnée à tous ces bruits familiers en vint à ne plus les supporter, tout simplement parce que les disputes bruyantes des voisins avaient remis en jeu sa mémoire affective, faisant ressurgir au présent les disputes et les coups échangés par ses parents dans l'H.L.M. de son enfance, avec, en plus du souvenir, les réactions émotionnelles qu'elle retrouvait intactes comme au temps de son enfance. En fait, elle n'avait pas fait le rapprochement immédiatement, mais ne comprenait pas d'abord pourquoi brusquement elle ne supportait plus le bruit qui en venait jusqu'à envahir son sommeil et mobiliser, dans ses cauchemars, le souvenir des émotions amères de son enfance.

Désespérée, elle fit une tentative de suicide et ce n'est que lors de la psychothérapie qu'elle pût démonter le mécanisme de sa dépression.

Il a suffi que les voisins appuient sur le bouton du souvenir pour que les mêmes bruits, associés à sa vie familiale et conjugale actuelle heureuse, rappellent ceux, strictement identiques, de son enfance malheureuse qu'elle croyait avoir totalement enfouis dans les profondeurs de l'oubli.

*Dr. Fred Frisch,
Médecin attaché des hôpitaux,
Centre Hospitalo-universitaire de Toulouse.*

certainement le résultat de la stimulation de l'appareil vestibulaire et exigent habituellement une stimulation très intense (de l'ordre de 120 dBA). Certains troubles visuels associés au bruit intense sont probablement dus à une stimulation mécanique des muscles ciliaires, faisant ainsi obstacle à l'accommodation normale de l'œil.

D'autres effets spécifiques du bruit sont indirects. Sont à citer principalement à ce titre les effets sur l'appareil vocal dus à la tension qu'entraîne l'obligation de parler ou de crier dans une ambiance bruyante. Ces effets comprennent les toux et l'enrouement, les douleurs et les lésions de la gorge, et les changements de voix.

Nombre des effets du bruit sur le bien-être psychologique dérivent de la réaction de stress physiologique. La fatigue, l'insomnie et les troubles de l'humeur ont déjà été mentionnés. A des plaintes très courantes telles que l'anxiété, l'irritabilité et l'agression s'ajoutent les troubles de relations interpersonnelles, les conflits sociaux à la maison et sur le lieu de travail, et un dérèglement général, tous effets qui ont été associés, dans une certaine mesure, au travail dans des ambiances bruyantes. Des études contrôlées de manière plus précise ont examiné certains de ces effets de manière approfondie : ainsi, des expériences socio-psychologiques ont démontré que le bruit peut augmenter le comportement agressif et réduire les chances d'aider quelqu'un se trouvant en difficulté. Il a été démontré que certaines qualités du bruit sont importantes en ce qu'elles stimulent des réactions émotionnelles défavorables (ennui) ; parmi celles-ci, on peut citer le bruit prévisible et non maîtrisable, le bruit dans les bandes d'ondes étroites ou dans des tons purs, et le bruit croissant plutôt que décroissant. La perte auditive professionnelle est la cause d'autres problèmes psychosociaux : elle bouleverse les activités sociales à la maison et en dehors, et aboutit à un isolement social accru.

Les effets du bruit en tant qu'il fait obstacle à la parole peuvent contribuer à créer un isolement social sur le lieu de travail. Bien que la parole soit, dans une certaine mesure, largement superflue, en ce sens qu'elle est encore intelligible en dépit d'un masquage et d'une distorsion considérables, l'effort nécessaire pour comprendre augmente tant avec la qualité et avec le caractère du bruit présent qu'avec la distance entre la personne qui parle et celle qui entend. Les fréquences situées entre 250 Hz et 4 Hz contiennent la plupart des informations indispensables à la compréhension de la parole. Bien que l'effort vocal augmente dans le bruit, cela ne suffit pas pour compenser le bruit ; de même, l'intelligibilité de la parole diminue à des niveaux plus élevés d'effort vocal, ce qui à son tour milite contre la communication efficace dans le bruit. D'autres facteurs influencent puissamment l'efficacité de la communication vocale



dans le bruit : des différences d'expression et une articulation insuffisante gênent la compréhension ; avec l'âge, après la trentaine, la capacité de comprendre la parole masquée ou déformée diminue ; et, évidemment, la perte auditive renforce l'effet perturbateur du bruit sur la parole. Toutefois, un des facteurs les plus importants dans la compréhension de la parole est le contexte dans lequel elle se manifeste ; ainsi, des messages inattendus ou imprévisibles seront beaucoup plus difficiles à interpréter ou à comprendre que des messages attendus ou prévisibles.

Le bruit industriel tend à se produire dans des contextes où d'autres facteurs de stress peuvent très bien affecter simultanément ceux qui y sont exposés. Il est possible que nombre des effets imputés au bruit soient dus à d'autres facteurs. Toutefois, plutôt que d'essayer d'isoler et de maîtriser chaque facteur potentiel nuisible, on estime qu'il est plus fructueux de considérer les interactions entre le bruit et les autres facteurs de stress, étant donné que la situation dans laquelle le bruit se produit est probablement un facteur important de son effet. Le rapport examine l'idée selon laquelle de nombreux facteurs différents dans l'environnement de travail peuvent contribuer à engendrer des désordres associés au bruit, et que ces facteurs, ou agents stressants, peuvent être considérés comme « multipathogènes » en ce sens que différentes personnes auront tendance à être affectées de différentes manières. Des relevés théoriques du syndrome qu'est le stress concordent, pour l'essentiel, quant aux réactions physiologiques immédiates, avec le stress et le dommage causé par une exposition répétée ou continue au stress pendant une longue période ; toutefois, ces théories diffèrent quant à l'importance relative qu'elles accordent aux processus physiologiques en modulant la réaction de stress, et quant aux sources de stress sur lesquelles elles se fondent.

Du fait que le bruit industriel est dans une large mesure engendré par les machines, certaines des autres sources de stress les plus susceptibles d'affecter les ouvriers de fabrication, ainsi que le personnel subalterne ou d'encadrement qui leur est associé, ont été analysées. En premier lieu, par suite de la perturbation des rythmes biologiques circadiens qu'il engendre, le travail posté peut affecter les schémas du sommeil et de la nutrition, causant des troubles du sommeil et de la digestion, exercer des effets nocifs sur l'humeur et sur l'équilibre psychologique des travailleurs, et bouleverser la vie familiale et sociale. Deuxièmement, la nature de nombreuses tâches industrielles est une source de difficultés du fait de la combinaison du sous-emploi et de la surcharge — c'est-à-dire la nécessité d'exécuter dans des conditions de travail très difficiles des tâches qui exigent peu ou pas de qualifications spéciales, ou de créativité. Ces tâches, qui sont une cause de stress à court terme, entraînent à long

terme des désordres physiques et mentaux. Troisièmement, les pressions de la société et de l'organisation affectent de nombreux travailleurs ; parmi eux, les contremaîtres et les chefs d'atelier sont particulièrement vulnérables.

Sur la base de ces considérations, cinq manières selon lesquelles le bruit pourrait réagir avec d'autres facteurs de stress sont examinées dans le présent rapport. En premier lieu, dans le cas des tâches assujetties à des facteurs extérieurs, ou qui exigent un niveau d'attention toujours très élevé, le stress qu'elles engendrent sera, notamment, déterminé par le bruit, ce qui compliquera leur bonne exécution. Deuxièmement, tant la maîtrise du processus de travail que la prévisibilité et le fait d'être conscient d'avoir la possibilité de maîtriser le bruit ont été jugés décisifs en matière de stress. Dans de nombreux postes, les deux facteurs auront tendance à être congruents, et la maîtrise du travail peut améliorer les effets nocifs du bruit. Troisièmement, le manque de liberté de mouvement au travail et les niveaux sonores élevés se combineront pour créer un isolement particulièrement marqué au travail. Quatrièmement, tant le bouleversement de la communication que la perturbation de l'ambiance et du comportement social engendrés par le bruit exacerberont les sources existantes de conflit social sur le lieu de travail. Et cinquièmement, bien que les effets physiologiques à court terme de la perte de sommeil ou du travail de nuit et les niveaux sonores élevés puissent s'exclure mutuellement, le coût physiologique éventuel final du travail de nuit associé aux niveaux sonores élevés pourrait être particulièrement préjudiciable.

Le dernier chapitre examine l'état des preuves rassemblées quant à l'ampleur de l'exposition au bruit industriel en Irlande. Peu d'informations ont été publiées en la matière ; la seule enquête sur le bruit faite à ce jour conduit à penser que l'exposition à des niveaux élevés de bruit industriel n'est pas aussi marquée qu'au Royaume-Uni par exemple. Il y a très peu de preuves concrètes d'une activité concertée du gouvernement, des employeurs ou des organisations syndicales pour empêcher l'exposition des travailleurs au bruit. On est généralement conscient du problème de la perte auditive professionnelle due au bruit, mais on dispose de peu d'éléments permettant de conclure à une action préventive globale. On n'a pratiquement pas conscience de la possibilité d'effets stressants et socialement perturbateurs du bruit sur le lieu de travail.

Les chercheurs concluent leur analyse des éléments de preuve concernant les effets psychologiques et sociaux du bruit sur le lieu de travail par quelques commentaires sur la qualité et sur les sources de ces

éléments de preuves, de façon à indiquer les orientations les plus importantes pour la recherche future. Peut-être les preuves les plus solidement étayées concernent-elles les effets psychologiques du bruit — les preuves étant ici fournies tant par des études en laboratoire que par des études industrielles, et venant à l'appui des effets à court et à long termes de l'exposition au bruit. On s'accorde généralement à reconnaître les effets les plus importants, avec certaines divergences sur les points de détail. L'ensemble des éléments de preuve concernant les effets du bruit sur les fonctions psychologiques (allant du rendement au bien-être psychologique, au comportement social et à la communication) sont le résultat d'études non industrielles, en particulier d'études en laboratoire. Là où les effets du bruit industriel ont été mentionnés dans la bibliographie, ce n'est généralement que de manière accessoire dans une étude portant sur d'autres aspects du travail. Il y a donc à cet égard une grave lacune dans la bibliographie. Nombre des concepts utilisés dans cette bibliographie sont directement applicables au travail industriel, mais n'ont pas encore été appliqués. Ainsi les effets du bruit sur l'attention, sur l'agression, sur l'assistance et d'autres types de comportement social, et sur les modes de communication, et l'importance de la possibilité de prévoir et de maîtriser le bruit ont tous des implications fortement marquées, mais jusqu'à présent pratiquement inexplorées empiriquement, pour les travailleurs de l'industrie. D'autre part, il existe de nombreuses preuves résultant d'études industrielles sur les effets d'autres facteurs de stress sur le lieu de travail, et ces effets sont fréquemment parallèles aux effets du bruit, ou leur sont complémentaires ou analogues à maints égards. Ces relations et ces interactions sont pratiquement encore inexplorées.

Le rapport suggère donc que, dans toute recherche primaire, il conviendrait de donner la priorité à une étude analytique détaillée des effets du bruit industriel sur ces fonctions sociales et psychologiques dans le contexte du travail industriel, l'accent étant mis particulièrement sur les interactions du bruit et des autres facteurs de stress.

Du bruit contre le bruit ?

La médecine du travail, qui a remporté dans de nombreux domaines des succès indéniables, semble buter depuis des années sur le « mur du son ». Les travailleurs exposés à des pollutions sonores intenses refusent de porter les protections anti-bruit mises à leur disposition. Il faut dire à leur décharge que les « boules Quiès » n'étant évidemment pas suffisantes, on leur demandait souvent de supporter les tampons ou autres bouchons peu pratiques d'usage, et nécessitant un entretien minutieux, alors que les lois d'hygiène sont rarement respectées sur les lieux de travail. Conséquences : bon nombre d'ouvrières et d'ouvriers sont devenus sourds ou quasi sourds, un phénomène que les médecins enregistrent sur leurs tablettes en se désespérant.

Les progrès de la technique de protection et le bruit augmentant, des constructeurs ont proposé des appareils de maniement plus simple et légèrement moins contraignants, plus performants aussi : des « casques enveloppants » constitués de deux demi-sphères qui protègent les oreilles du porteur. C'était un mieux par rapport aux « bouchons » ou la solution qui consistait au percement des tympanes, mais les casques étaient relativement peu utilisés, sauf dans les zones vraiment très saturées.

Venue de l'Est, l'idée que l'on pouvait lutter contre le bruit, grâce au bruit, se concrétisa dans les entreprises françaises par l'apparition de casques à écouteurs qui diffusaient musique et émissions de radio. Pour ces entreprises dont l'ambiance sonore approchait ou dépassait les 90 décibels, c'est à dire le niveau de permission sonore défini comme dangereux par les spécialistes, cette nouvelle « arme anti-bruit » représentait une solution relativement peu coûteuse et simple à mettre en place.

Un récepteur et quelques casques devaient mettre à l'abri les travailleurs exposés à ce que l'on considère comme l'un des plus grands fléaux du monde moderne. Il est établi en effet que le bruit est responsable d'un accident ner-

veux sur trois, d'un internement psychiatrique sur cinq, qu'il est cause de surdité bien évidemment mais également de troubles neuro-végétatifs, psychomoteurs, etc...

Présenté par certains comme une panacée, le casque à écouteurs se révéla rapidement n'être qu'un palliatif, une mesure ponctuelle et temporaire, dont la mise en place devait précéder des investissements plus lourds dans la protection collective et non plus individuelle.

Equipé de son « protecteur à musique », le travailleur n'est plus soumis à la torture du bruit infernal, il peut choisir et régler l'intensité sonore du message qui lui parvient, et éventuellement couper totalement le son. Cette victoire sur le bruit ressemble pourtant à une victoire à la Pyrrhus car, isolé de la source de pollution sonore, le travailleur est également totalement isolé de ses camarades, la communication réduite au zéro absolu : le sourire qu'ils échangent en écoutant la même blague de l'animateur radio ! Cet isolement qui empêche d'entendre les bruits de fonctionnement normal des machines, peut également masquer une anomalie, il oblige à une plus grande attention visuelle et peut rendre sourd ! Eh oui, il n'y a là pas le moindre paradoxe, combattre le bruit par le bruit peut rendre sourd : dans des ateliers où l'on avait remplacé des machines par de nouveaux modèles plus bruyants on a constaté que les travailleurs augmentaient le volume sonore des casques, qui apparaissaient alors comme nocifs...

Parce qu'ils sont « enveloppants » les casques portés huit heures d'affilées engendrent des irritations et des gênes sensibles. De plus, il est rapidement apparu que ces casques étaient source de distraction et donc qu'ils devaient être retirés lors des travaux réclamant une attention particulière, un degré important de concentration. Le choc est alors très douloureux et ces changements de niveaux de pression sonore se révèlent particulièrement pénibles pour les ouvriers. Et si les accidents de travail

n'ont pas augmenté (on estime que 11 % d'entre eux sont dûs au bruit), ils n'ont pas diminué non plus.

Les « pro-casques » mettent en avant le « changement radical » qui survient sur le plan psychologique et nerveux, et développent des arguments concernant l'ambiance de travail, qui selon eux « est moins fatigante et plus détendue ». Et sans céder à un mythe du casque-panacée, dont on a montré plus haut les limites, il faut reconnaître que les casques sonorisés ont survécu dans un certain nombre d'entreprises à la mise en place d'autres protections. Dans des entreprises où l'on a procédé à des encoffrements, où l'on a étouffé les machines grâce à des couvercles, des cloisons, des caissons,

etc... les travailleurs qui avaient goûté aux charmes du casque les ont conservés. Ce phénomène aisément compréhensible, lorsque l'on a choisi d'isoler l'ouvrier dans un box, l'est moins quand on a pris des mesures de protection collective. Mais le fait d'avoir le choix, casque ou pas, dans une ambiance sonore acceptable, de le porter pendant un temps désiré et non plus imposé (8 heures !) le rend acceptable. Alors le bruit contre le bruit ? Oui mais à petites doses ! Dans le cadre d'opérations ponctuelles ! Le « casque sonorisé », le « protecteur à musique » ne représente qu'une solution temporaire, il ne devient véritablement attrayant que dans un environnement dépollué, quand il est choisi et non plus subi.



L'autonomie énergétique du Québec dans une perspective écologique

Hélène Connord-Lajambe (1)

Cet essai sur l'évolution énergétique du Québec jusqu'en 2025 n'est encore qu'une esquisse. Mais cette ébauche peut nous donner une idée d'un horizon énergétique différent de celui que nous présentent les scénarios traditionnels, bâtis sur des extrapolations du passé et centrés sur l'offre d'énergie.

Notre étude est présentée en termes réels, c'est-à-dire en quantités physiques d'énergie, homogénéisées en gigajoules pour les consommations individuelles et en pétajoules pour la consommation de la province (en BTU pour 1975). Nous analysons tout d'abord la demande énergétique actuelle et son évolution, tant qualitative que quantitative, nous regardons les disponibilités énergétiques québécoises, puis nous tentons d'harmoniser l'offre et la demande de façon à permettre au Québec de ne dépendre que de sources renouvelables autochtones dès que possible.

L'énergie n'est pas une fin en soi, c'est un moyen d'accomplir des tâches précises qui contribuent à la qualité de la vie.

L'énergie est un auxiliaire qui était devenu très bon marché à l'ère du pétrole et que l'on avait donc pris l'habitude de gaspiller. Mais les combustibles fossiles facilement accessibles tirent à leur fin, les mesures de conservation ne pourront que freiner leur épuisement. Et après nous avoir appris le mot « pollution », le charbon, le pétrole nous infligent maintenant l'échéance du « non-renouvelable ». Le confort de notre civilisation de gaspillage est en sursis.

(1) Hélio-Québec

Tous les planificateurs le savent et se penchent, comme jamais auparavant, sur l'étude du futur et sur les prévisions énergétiques. Mais l'énergie n'est pas une variable exogène, sans relation avec la vie économique comme tendent à le faire croire les extrapolations et les courbes exponentielles.

Pour utiliser efficacement l'énergie, il importe de savoir exactement à quoi elle doit servir et quel est le minimum d'énergie requis pour accomplir une tâche précise. Il faut donc décortiquer et évaluer précisément la demande si l'on veut pouvoir la maintenir dans des limites réalistes, à la mesure de nos moyens, c'est-à-dire essentiellement en-deçà de nos ressources physiques renouvelables. Nous avons choisi, dans cette première étude, de ne pas tenir compte explicitement des phénomènes financiers pour nous concentrer sur des notions de base. Il est évident cependant que les hausses de prix que subissent actuellement les énergies conventionnelles favorisent les énergies douces qui bénéficieraient des mêmes avantages (subventions, crédits fiscaux, facilités d'emprunt des

Tableau I — Hypothèses pour chaque scénario

Hypothèses	1975	2000		2025	
		A	B	A	B
Population '000	6234.5	7578	6883	9000	7600
Population 15-70 ans '000	4565	5140	5004	6102	5525
Taux de participation %	58.5	60	60	62	62
Population active '000	2668	3084	3002	3783	3425
Taux de chômage %	8.1	5	5	5	5
Emplois totaux '000	2452	2930	2852	3594	3253
Emplois tertiaires (65 % du total) '000	1606	1920	1868	2354	2130
Logements avec taux d'occupation de 3.42 .. '000	1821	2212	2010	2627	2220
Produit intérieur brut per capita en termes réels Indice : 1975 = 100	100	150	125	165	150

organismes publics). Côté investissement, le Québec a consacré en 1978, 38 % de ses investissements à l'électricité. Sachant que cette forme d'énergie couvre moins du quart de la consommation énergétique globale, on peut s'attendre à ce que, logiquement, le Québec soit prêt à faire un investissement proportionnel pour les besoins non-électriques (4 à 5 fois plus importants) pour effectivement assurer l'avenir de façon équilibrée.

Cette étude tente d'esquisser une trajectoire énergétique qui permette au Québec de pouvoir s'alimenter entièrement et uniquement à des sources d'énergie domestiques renouvelables dès 2025. Cet horizon est possible grâce à la flexibilité que nous donnent cinquante années de préparation. Nous fixons l'objectif de la trajectoire selon nos besoins, nos ressources, nos aptitudes et nos désirs légitimes. Puis nous suggérons comment l'atteindre. Les chiffres qui parsèment l'étude ne sont que des points de repère, la précision sur un demi-siècle n'existe pas.

Nous présentons deux scénarios :

Le premier (A), adopte la prévision démographique maximale de Statistiques-Canada, envisage un développement industriel important, sans précédent au Québec, et la mise en pratique des mesures d'économie d'énergie. Ce scénario expansionniste requerrait une croissance totale de la consommation énergétique d'environ 3 à 4 % entre 1975 et 2025.

Le second (B), moins gargantuesque, repose sur l'hypothèse d'une augmentation démographique modeste — mais non la plus faible de Statistiques-Canada — et une évolution économique moyenne. L'accent est mis sur la recherche systématique de l'efficacité par l'application de méthodes et techniques actuellement connues, pour supprimer le gaspillage et augmenter la productivité par unité d'énergie. Nous pourrions ainsi entre 1975 et 2025 voir une croissance négative de la consommation énergétique et n'avoir besoin que des trois-quarts de notre potentiel actuel.

Pour schématiser, le scénario A nous permet de faire plus avec autant d'énergie et le scénario B de faire plus avec moins. Les deux nous permettent d'opérer avec nos seuls revenus énergétiques, à plus ou moins long terme, sans avoir à effectuer de ponctions sur le capital naturel du Québec, du tiers-monde ou d'ailleurs.

La raison, la morale, l'équité peuvent y trouver leur compte. Cependant l'alternative présentée ici n'est pas la pierre philosophale

ni une panacée universelle. Cette voie moins conventionnelle ne manque pas d'obstacles et va demander plus d'imagination et de diligence que ces quelques pages peuvent le laisser soupçonner.

Mais c'est une alternative que l'on ne peut se permettre de rejeter sans examen (2).

Utilisation actuelle de l'énergie au Québec

L'énergie directement utilisable existe sous de nombreuses formes dans la nature. Au Québec, nous ne faisons appel qu'à quelques-unes : le bois, le charbon, le gaz naturel, le pétrole et l'eau en mouvement, qui sont des formes d'énergie dites primaires. Certaines doivent être transformées pour être utilisées comme énergies secondaires, l'énergie cinétique de l'eau devient électricité par exemple. Ou bien le gaz devient électricité, que l'on dégrade ensuite en chaleur domestique (3).

Toutes ces transformations impliquent des pertes par entropie (4) qui s'ajoutent à celles qui peuvent se produire, lors du transport en particulier. C'est pourquoi l'énergie primaire est toujours supérieure à l'énergie secondaire consommée. L'écart entre les deux varie négativement avec la productivité énergétique du pays.

Mais c'est l'utilisation finale de l'énergie qui nous permet de connaître les besoins réels pour telle ou telle forme : énergie calorifique, liquide ou électrique. Aucune étude n'ayant encore été faite au Québec sur la qualité des besoins, nous nous servons des données préparées par V.R. Puttagunta pour l'Energie Atomique du Canada en 1975, de l'étude de John Robinson, du Workgroup on Canadian Energy Policy de l'Université York, et des statistiques disponibles sur le Québec.

De l'étude de M. Puttagunta nous tirons des remarques très utiles :
— la proportion d'énergie utilisée sous forme de chaleur est à peu près constante dans le temps, et s'établit à plus de la moitié du total ;
— plus de la moitié de l'énergie transformée en chaleur est utilisée à moins de 100°C et environ le quart entre 100° et 140°C.

(2) Pierre Le Chappelier, Professeur à l'Université Laval, a d'ailleurs sous-titré son article sur la voie douce au Québec : « De l'utopie à la nécessité », février 1977.

(3) Problème des chaînes énergétiques, bien exposé par Michel Grenon dans son livre *La Pomme nucléaire et l'Orange solaire*. — Paris, Editions Laffont, novembre 1978. — p. 49.

(4) 2^e loi de la thermodynamique (Nicolas Sadi Carnot) sur la dégradation irréversible de la chaleur. Lire à ce sujet Nicholas Georgescu-Roegen. — *Energy and Economic Myths*. — Pergamon Press, 1976.

Tableau II — Répartition énergétique en 1975

10 ¹² BTU	%	10 ¹² BTU	%	10 ¹² BTU	%	10 ¹² BTU	%
307	20.46	274	18.3	185	12.3	296	26.4
hydroélectricité		électricité		électricité		résidentiel et agricole	
21	1.4	14	0.9	678	45.2		
81	5.4	81	5.4				
1091	72.74	888	59.2			159	10.6
						commercial	
						432	28.8
						industriel	
				394	26.3	370	24.6
				combustibles liquides		transports	
		243	16.2	243	16.2	243	16.2
		pertes		pertes		pertes	

a) Energie primaire b) Energie secondaire c) Répartition qualitative d) Utilisation par secteur

En 1975, le Québec disposait de $1\,500 \times 10^{12}$ BTU d'énergie primaire, dont les 4/5 provenaient de sources non-renouvelables extérieures à la province. A cause des pertes et transformations, il lui restait : $1\,257 \times 10^{12}$ BTU pour la consommation (voir tableau II) (5) :

- 23.52 % par le secteur résidentiel et agricole,
- 12.61 % par le secteur commercial,
- 29.46 % par le secteur des transports,
- 34.41 % par le secteur industriel.

D'après la répartition qualitative, 54 % du total couvraient des besoins calorifiques, 14.7 % des besoins strictement électriques et le reste, 31.3 % était utilisé comme combustibles nécessairement liquides.

Les combustibles liquides sont essentiellement destinés aux transports, où l'on ne peut actuellement leur trouver de substitut. La consommation d'électricité par le métro est trop insignifiante pour apparaître dans ce

(5) Chiffres de Statistiques-Canada.

Tableau III — Répartition qualitative et quantitative de l'énergie consommée par secteur - 1975 (en pétajoules)

Secteur \ Qualité	Combustible liquide	Électricité nécessaire	> 260°	Chaleur			Total	%
				140-260°	100-140°	< 100 °C		
Commercial	4	20				135	159	12.65
Résidentiel		25				271	296	23.55
Transport	370						370	29.4
Industriel	20	140	60	74	126	12	432	34.4
TOTAL	394	185	60	74	126	418	1257	
%	31.34	14.71	4.77	5.88	10	33.25		

bilan de 1975.

Plus des trois-quarts de l'électricité vont à l'industrie. Le reste se partage à peu près également entre le secteur résidentiel et le secteur commercial, pour l'éclairage et le fonctionnement des petits moteurs électriques, appareils ménagers et autres. Les autres besoins de ces deux secteurs sont calorifiques : chauffage d'eau et d'espace à basse température. Une orientation sensée des bâtiments (chauffage solaire passif) et une bonne isolation des constructions pourraient ainsi assurer le tiers des besoins énergétiques du Québec (voir tableau III).

Le secteur industriel est le plus difficile à analyser en raison de son importance et de la diversité de ses besoins. Le Québec compte des industries très grosses consommatrices d'électricité, en particulier : aluminium, pâtes et papiers. Etant donné l'augmentation phénoménale des coûts de cette forme d'énergie, les industries acheteuses d'électricité vont vraisemblablement améliorer l'efficacité de leurs procédés afin de n'utiliser que le minimum d'énergie nécessaire. On peut mesurer l'efficacité énergétique au ratio : énergie nécessaire
énergie utilisée

Ainsi en 1975, nous n'avons utilisé efficacement qu'un peu plus des deux-tiers de l'électricité consommée. L'augmentation du nombre des chauffe-eau et des domiciles tout-électriques ne peut qu'abaisser cette performance, donc diminuer la rentabilité énergétique de coûteux investissements.

Mais la principale faiblesse énergétique est encore l'absence de production pétrolière au Québec. La répartition qualitative de l'énergie nous indique que c'est dans le secteur des transports qu'il importe le plus de trouver un substitut au pétrole : la gazéification des déchets, l'électrification des transports en commun urbains, interurbains (corridor Québec-Montréal-Ottawa) et de banlieue qui voient l'essentiel du trafic, tant pour les passagers que pour les marchandises.

L'électrification des chemins de fer pourrait avoir un impact significatif sur toutes les formes de transport, diminuer très sensiblement notre consommation d'essence et constituerait une utilisation rationnelle de nos équipements hydroélectriques rendus superflus par l'harmonisation systématique des sources d'énergie aux besoins à remplir.

Evaluation de la demande énergétique future

Les deux scénarios mentionnés précédemment ont été retenus parce qu'ils représentent deux avenir possibles, mais délibérément très différents, entre lesquels on peut raisonnablement espérer voir s'insérer un Québec fermement engagé sur une voie énergétique saine et clairvoyante.

Le scénario A adopte toutes les hypothèses expansionnistes tant démographiques qu'économiques et permet une forte croissance industrielle, partiellement alimentée par le marché des nouvelles énergies. Le scénario B, modéré, peut-être plus proche de la réalité telle que nous pouvons l'appréhender, permettrait d'atteindre l'autonomie énergétique plus vite que le premier, et vraisemblablement de façon moins coûteuse, mais pas forcément dans l'immédiat, car les investissements requis par l'implantation massive des énergies renouvelables à l'échelle domestique peuvent à court terme peser lourd — moins cependant que nos investissements actuels proches de \$3 milliards par an dans l'hydroélectricité seulement, auxquels il faut ajouter un montant similaire pour nos achats annuels de pétrole.

Les deux scénarios requièrent l'utilisation rationnelle et efficace de toutes les formes d'énergie : on ne cherche pas seulement à échapper au chantage des cartels de l'énergie par n'importe quels moyens, c'est l'indépendance énergétique à long terme, à très long terme, que l'on veut assurer.

Aux mesures de conservation de l'énergie et de suppression du gaspillage, communes aux deux scénarios, le scénario B ajoute la mise en œuvre de « trucs » et techniques industriels connus — mais peu répandus — pour améliorer encore la productivité énergétique.

Les mesures décisives qui doivent mener le Québec à l'autonomie énergétique sont prises dans les quelques années qui viennent, et les progrès les plus importants — et les plus faciles — se font d'ici l'an 2000. La période suivante est moins spectaculaire, même démographiquement, et l'économie digère les changements de la période précédente. L'amélioration de la productivité énergétique provient dès lors davantage des modifications structurelles qui ont été plus longues à mettre en œuvre, du renouvellement du stock de logements, du roulement des équipements, d'innovations dans les transports en commun, etc...

D'après les prévisions de la Direction Générale de l'Énergie du Québec, les politiques de conservation permettront en 1990 de réduire la consommation énergétique de l'unité résidentielle moyenne de 32 %, celle de l'unité commerciale de 36 %, celle de l'unité industrielle de 19 % et celle de l'unité de transport de 23 %. Nous estimons que ces économies se poursuivront, quoiqu'à un rythme moindre.

En tenant compte des hypothèses de croissance démographique et économique de chaque scénario (voir tableau I), nous définissons l'évolution des besoins énergétiques de chaque secteur (voir les tableaux IV à XII).

Besoins unitaires	1975	2000		2025	
		A	B	A	B
Chauffage					
Maison unifamiliale	161				
Duplex ou en rangée	129				
Appartement	73				
Moyenne	115	67	61	61	46
Chauffe-eau	15	18	17	17	14
Autres	18				
S/total calorifique	148	85	78	78	60
Electricité	14	9	7	7	7
TOTAL	162	94	85	85	67

Tableau V — Evolution du stock des logements

Type de logement (en milliers)	1975	2000		2025	
		A	B	A	B
Maisons unifamiliales	741	900	818	1070	903
Duplex ou en rangée	154	188	171	223	189
Appartements	926	1124	1021	1334	1128
TOTAL	1821	2212	2010	2627	2220

**Tableau VI — Besoins énergétiques du secteur résidentiel
(en pétajoules)**

Besoins totaux	1975	2000		2025	
		A	B	A	B
Chaleur	271	188	156	205	134
Electricité	25	20	14	18	16
TOTAL	296	208	170	223	150

Potentiel énergétique renouvelable

Grâce aux mesures de conservation, les besoins énergétiques en 2025 sont à peine supérieurs à ceux de 1975, et même infiniment moindres dans le cas du scénario B, plus productiviste. Le scénario A, très expansionniste, demande donc des ressources énergétiques plus importantes dans chaque catégorie qualitative, sauf dans le cas de l'électricité puisque seul le second schéma incorpore l'électrification des chemins de fer.

Pour couvrir toutes les hypothèses, nous devons nous préoccuper de la demande maximale dans chaque catégorie, quel que soit le scénario.

Le Québec est un territoire fort étendu (1 615 400 km²) et les distances

	1975	2000		2025	
		A	B	A	B
Nombre d'emplois '000	1606	1920	1868	2354	2130
Consommation par emploi par an en GJ (10 ⁹ J)	99	58	52	52	42
Consommation annuelle totale en PJ (10 ¹⁵ J)	159	111	97	122	90
— chaleur	135	92	77	98	70
— électricité	20	15	16	18	16
— carburants	4	4	4	6	4

Besoins annuels	1975	2000		2025	
		A	B	A	B
Combustibles liquides	370	408	185	425	160
Electricité			93		160
TOTAL	370	408	278	425	320

sont grandes entre les agglomérations. Il y a donc avantage à ce que chaque communauté et industrie trouvent à proximité leur approvisionnement énergétique, afin d'éviter pertes (6), délais et dépendance. Une

(6) Les pertes les plus importantes se produisent dans la transmission électrique. Autrement elles sont considérées ici comme suffisamment insignifiantes pour ne pas entrer dans les calculs nécessairement approximatifs à ce stade.

Tableau IX — Evolution de la consommation énergétique du secteur industriel

Besoins totaux en pétajoules	1975	2000		2025	
		A	B	A	B
Electricité	140	85	59	85	60
Combustibles liquides	20	26	18	26	20
Chaleur > 140 °C	134	228	158	228	164
< 140 °C	138	191	133	191	138
TOTAL	432	530	368	530	382

Tableau X — Evolution de la consommation énergétique de 1975 à 2025 (en pétajoules)

Consommation énergétique	1975	2000		2025	
		A	B	A	B
Résidentiel	296	208	170	223	150
Commercial	159	111	97	122	90
Transport	370	407	278	425	320
Industriel	432	530	368	530	382
TOTAL	1257	1257	913	1300	942

étude subséquente à celle-ci pourrait se pencher sélectivement sur le potentiel des agglomérations québécoises, vues chacune comme une unité énergétique. Une telle recherche mettrait en relief les avantages sociaux et économiques provenant de la génération locale de l'énergie nécessaire à l'ensemble des citoyens.

L'inventaire des ressources énergétiques locales, comparé avec la demande par catégorie, dicte le choix des techniques d'extraction. Le

soleil peut être à la fois une source directe de chaleur, indirecte d'électricité et être instrumental dans la production de combustibles liquides puisqu'il favorise la croissance végétale (photosynthèse). Le bois peut céder son énergie d'une dizaine de façons : par combustion directe, gazéification, pyrolyse, hydrolyse, etc...

Tableau XI — Répartition qualitative et quantitative de l'énergie consommée par secteur en 2025 (en pétajoules)							
Secteur \ Qualité	Combustible liquide	Electricité	Chaleur		Total	%	
			> 140 °C	< 140 °C			
Commercial	6	18		98	122	9.4	S C È N A R I O
Résidentiel		18		205	223	17.2	
Transport	425				425	32.7	
Industriel	26	85	228	191	530	40.8	
TOTAL	457	121	228	494	1300		
%	35.2	9.3	17.5	38			« A »
Commercial	4	16		70	90	9.5	S C È N A R I O
Résidentiel		16		134	150	16	
Transport	160	160			320	34	
Industriel	20	60	164	138	382	40.5	
TOTAL	184	252	164	342	942		
%	19.5	26.8	17.4	36.3			« B »

Une étude sommaire du potentiel québécois en biomasse, de l'apport solaire passif et actif et des ressources hydriques nous démontre que les communautés québécoises peuvent ne dépendre que de ressources énergétiques multiples, renouvelables, déjà technologiquement exploitables et acceptables écologiquement.

Tableau XII — Répartition qualitative de l'énergie consommée

1975		2025 A		2025 B	
PJ	%	PJ	%	PJ	%
185	14.7	121	9.3	252	26.8
électricité		électricité		électricité	
394	31.4	457	35.2	184	19.5
combustibles liquides		combustibles liquides		combustibles liquides	
134	10.7	228	17.5	164	17.4
chaleur > 140° C		chaleur > 140° C		chaleur > 140° C	
544	43.2	494	38	342	36.3
chaleur < 140° C		chaleur < 140° C		chaleur < 140° C	
1257 PJ		1300 PJ		942 PJ	

La mise en œuvre de ces sources se calque sur la qualité des divers besoins des secteurs de consommation (voir tableau XIII).

Ebauche de transition

Maintenant que nous avons une idée de l'horizon énergétique de 2025, que nous le savons possible et souhaitable, il nous faut esquisser le cheminement permettant de l'atteindre.

Contexte économique

En étalant la transition sur 50 années, nous la voulons insensible. Le

Tableau XIII — Scénario A - Répartition en 2025

	Source Secteur		Biomasse			Solaire		Micro- hydro- électrique	Eolienne électrique
			Combust. solides	Comb. liquides		classique	photo- voltaïque		
				forêts	récupération				
Chaleur < 140° C 494 PJ 38 %	Résidentiel Industriel Commercial	PJ %	2 %			13.8 %			
		205 15.8	2 %			12.7 %			
		191 14.7	2 %			7.5 %			
Chaleur > 140° C 228 PJ 17.5 %	Industriel		3 %			14.5 %			
		228 17.5							
Carburants 457 PJ 35.2 %	Transport Industriel Commercial			19.7 %	13 %				
		425 32.7		2 %					
		26 2		0.5 %					
Electricité 121 PJ 9.3 %	Résidentiel Industriel Commercial						0.3 %	0.3 %	
		18 1.4					5 %	1.5 %	
		85 6.5					0.7 %	0.3 %	
			90 PJ	287 PJ	170 PJ	632 PJ	80 PJ	28 PJ	
			7 %	22.2 %	13 %	48.5 %	6.2 %	2.1 %	

planificateur pourrait vouloir l'accélérer quelle demeurerait indolore (7). Il n'y a aucune raison pour que le niveau de vie soit inférieur à ce qu'il serait autrement (8). Bien au contraire. Selon l'Union Fédérale des Consommateurs de France : « Sans augmenter le niveau de la consommation d'énergie, on peut étendre à l'ensemble de la population un niveau de confort qui n'est accessible actuellement qu'au tiers le plus privilégié des ménages : on peut faire plus et mieux avec moins » (9).

De nombreuses études (10) et débats ont amplement démontré qu'une politique de conservation et de mise en valeur d'énergies renouvelables produirait beaucoup plus d'emplois et à un coût moindre que les politiques actuelles. Selon Duane Chapman, témoignant devant le sous-comité à l'énergie du Congrès américain le 15 mars 1978, l'absence de développement de telles technologies est inflationniste et augmente le chômage (11).

Critères de transition

Les critères à respecter pour une transition harmonieuse peuvent être les suivants :

- mettre l'accent sur la conservation passive et active dans tous les secteurs (isolation, amélioration du site, pompes thermiques, cogénération, lits fluidisés, etc...);
- penser l'offre et la demande énergétiques en termes d'unités géographiques minimisant ou supprimant les pertes énergétiques, les coûts de transport et la dépendance d'un système central — et respectant la communauté locale ;
- anticiper la récurrence de véritables crises et assurer immédiatement le minimum énergétique pour chaque secteur (chaleur de basse température,

(7) Ce ne serait peut-être par le cas si les événements nous obligeaient à une transition de quelques mois ou semaines. Qu'on se rappelle cependant avec quelle promptitude et efficacité les industries se reconvertissent en temps de guerre.

(8) Voir le Rapport Leach, « A low Energy Strategy for the United Kingdom ». — Préparé par l'International Institute for Environment and Development, 1979.

(9) Union Fédérale des Consommateurs. — *Au Soleil de l'An 2000*. — 1978. p. 3.

(10) Bruce M. Hannon, « Energy, Labor and the Conserver Society ». — in *Technology Review*, vol. 70, mars-avril 1977.

Bruce M. Hannon, « Energy Conservation and the Consumer ». — in *Science*, n° 4197, 11 juillet 1975.

David Brooks. — « Economic Impact of Low Energy Growth in Canada : an Initial Analysis ». — Conseil Economique du Canada, Disc. paper, n° 126.

(11) « Environmentalists for Full Employment ». — Printemps 1978.

« Energy Conservation, Employment and the Economy ». — Scientists' Institute for Public Information, Seminar, 20 octobre 1975.

« Energie et Travail ». — Barry Commoner devant le CTC, 20 février 1978.



Balise lumineuse alimentée par générateur solaire.

transports publics) à même les ressources renouvelables locales. Cela peut éviter panique, chantage et décisions hâtives (12) ;

— se rappeler que la faiblesse à compenser au plus vite est l'absence de production domestique de carburants et que ces derniers sont surtout indispensables aux transports, d'où l'idée du scénario B d'y pallier en utilisant les surplus d'électricité ;

— traiter les sources d'énergie renouvelables, non-polluantes, sur un pied d'égalité avec les autres (R & D, subventions, crédits fiscaux, etc...) ;

— ne pas trop se fier à une politique des prix. Même si on peut les calquer sur le coût marginal, ils n'ont qu'une valeur économique temporaire.

Selon Nicholas Georgescu-Roegen, « à la vérité nos prix ne seront justes que si nos valeurs le sont aussi » (13).

(12) Telle l'accélération du programme nucléaire français lors de l'embargo pétrolier de 1973, décéléré par la suite...

(13) Nicholas Georgescu-Roegen. — *Energy and Economic Myths*. — Pergamon Press, 1976.

Les prix n'ont aucune qualité prophétique, ils ne reflètent pas les préférences des générations à venir, absentes du débat. Ils ne traduisent même pas le coût réel de l'énergie : par exemple, le consommateur installant le chauffage électrique dans sa maison peut reporter le coût de l'investissement producteur (barrage) sur tous les consommateurs d'électricité. Tel n'est pas le cas de celui qui se chauffe à l'énergie solaire et doit supporter l'investissement (capteurs, stockage) de ses deniers, empruntant à des conditions bien moins favorables que le service public construisant le barrage.

C'est ce genre de distorsions qu'on doit s'efforcer de supprimer, en mettant au moins les deux consommateurs sur un pied d'égalité. Le civisme, la sécurité d'approvisionnement et la plus-value foncière de la maison solaire feront le reste. Mais si les prix sont faussés, la liberté de choix aussi est sapée.

Scénario A : faire plus avec autant d'énergie

Le tableau XIV donne une idée de ce que peuvent être les étapes de transition orchestrées par une politique énergétique cohérente, vigilante et souple. Il est conçu pour le scénario expansionniste où les activités énergétiques contribuent sensiblement à la croissance économique : création d'emplois, hausse du produit intérieur brut, développement manufacturier (fournitures contribuant aux économies d'énergie de tous les secteurs, nouveaux équipements adaptés aux énergies renouvelables).

Secteur industriel

La consommation énergétique du secteur industriel s'accroît donc sensiblement jusqu'en 2000, en dépit des efforts de ce secteur qui semble bien réagir aux incitations gouvernementales et favoriser la recherche dans ce domaine. A cette époque, la consommation d'énergie atteint son rythme de croisière, le potentiel d'économies d'énergie annulant juste l'augmentation de l'activité économique soutenue par une importante population. Cette croissance-zéro n'est pourtant pas le calme plat, elle implique que les entreprises, après avoir abandonné la philosophie de l'obsolescence planifiée des produits pour une politique de conservation des matières premières, achèvent leur conversion définitive à des sources d'énergie renouvelables. Ayant surtout besoin de chaleur à haute et basse températures, elles ont intérêt à s'engager résolument dans le solaire (passif, capteurs, héliostats, piles) qui peut même les alimenter en électricité.

Tableau XIV — Scénario A - Schéma de transition

	Secteur	1975	1990	2000	2010	2025	
DEMANDE FINALE	Commercial	159	135	111	116	122	
	Résidentiel	296	252	208	216	223	
	Transport	370	389	408	416	425	
	Industriel	432	481	530	530	530	
	Total consommé	1 257	1 257	1 257	1 278	1 300	
APPROVISIONNEMENT	Total primaire	1 500	1 378	1 257	1 278	1 300	
	Production	307	508	877	1 070	1 300	
	Importation	1 193	870	380	208	0	
	Renouvelable	• Biomasse C. S.		15	78	85	90
		C.L. Forêt		68	158	250	287
		C.L. Récupération		40	80	120	170
		• Solaire					
		basse température		100	271	370	443
		haute température		20	100	120	189
		photovoltaïque				5	13
• Hydraulique	307	265	185	110	80		
• Eolienne			5	10	28		
Non renouvelable	Charbon	21	20	10			
	Gaz naturel	81	150	150	108		
	Pétrole & GPL	1 091	700	220	100		

Secteur des transports

L'importance de ce secteur, allant de pair avec l'activité économique, aggrave le problème des combustibles liquides. L'extraction de l'énergie de la biomasse est donc en tête de liste dans chaque unité régionale, et fournit emplois et revenus dans tous les coins de la province.

Ceci peut être le fait de petites et moyennes entreprises locales et de coopératives qui enravent l'exode rural et, par effet d'entraînement, donnent un regain d'activité économique et sociale qui durera tant que la ressource sera bien gérée.

Plus vite les installations locales sont en place, plus vite peut

s'équilibrer la balance québécoise des paiements (14). Entre-temps, les besoins énergétiques des transports peuvent baisser sensiblement si :

— les fruits et légumes poussent localement : utilisation des terres arables non-utilisées et ex-emprises en jardins potagers et fruitiers, multiplication des serres avec appoint énergétique provenant de la biomasse, coopératives maraîchères ;

— les transports publics urbains sont gratuits et rapides, en commençant par Montréal et Québec, la dépense collective étant couverte par des taxes sur l'utilisation des équipements routiers (au prorata du poids du véhicule, du dommage aux routes et à l'environnement) ;

— on multiplie les pistes cyclables protégées partout : un kilomètre d'autoroute revient cinquante fois plus cher qu'un kilomètre de piste cyclable ;

— on améliore le transport interurbain : horaires, tarifs, fréquence ;

— on revalorise les transports fluviaux de marchandises (15).

Secteurs résidentiel et commercial

Les économies dues à la conservation ne sont pas annulées par l'importante croissance démographique. Les progrès les plus spectaculaires viennent du renouvellement du stock de bâtiments et de la substitution progressive de sources énergétiques appropriées. Mais dans l'immédiat, ce sont les mesures de conservation qui ont le plus d'impact sur le bilan total.

Les étapes esquissées sur le tableau XV indiquent qu'une stabilisation de la demande énergétique globale est possible dans une période d'intense activité économique, si l'on prend au sérieux les mesures de conservation proposées par la Direction générale à l'Énergie.

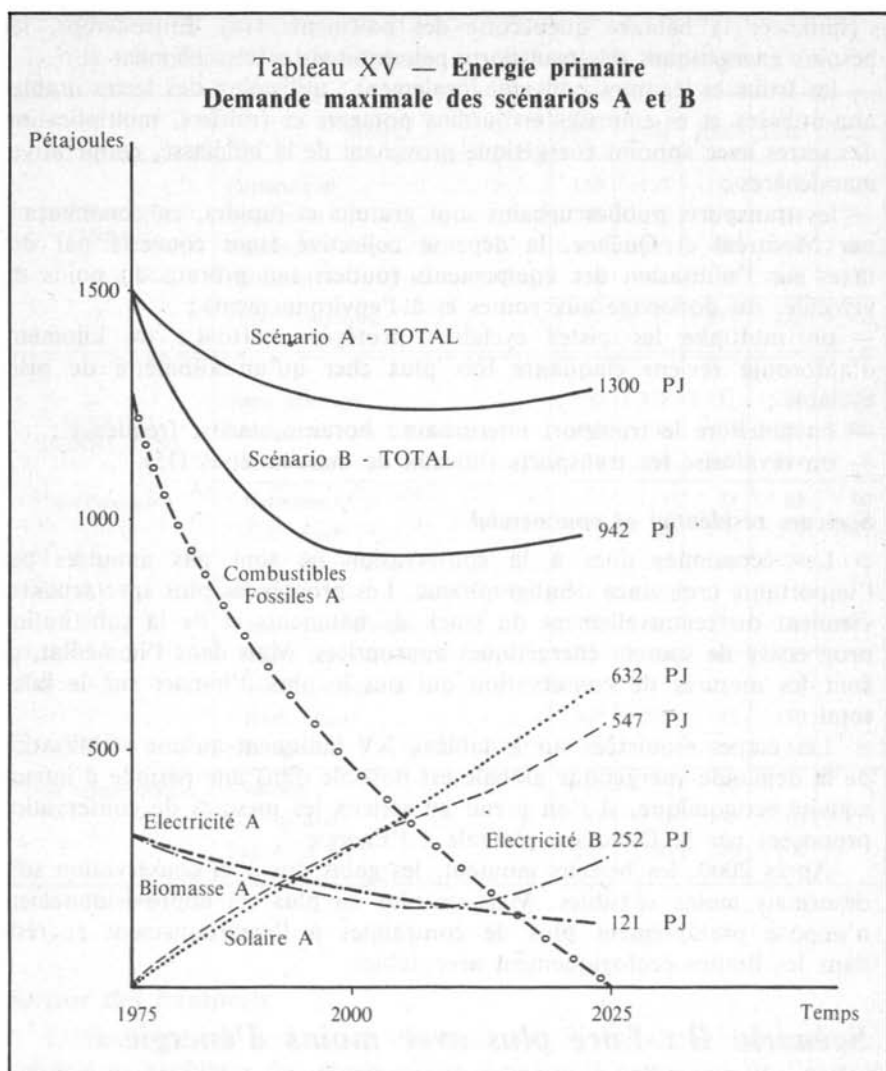
Après 2000, les besoins montent, les gains dus à la conservation sont désormais moins sensibles. Mais de plus en plus cet approvisionnement n'impose pratiquement plus de contraintes à l'environnement et reste dans les limites écologiquement acceptables.

Scénario B : faire plus avec moins d'énergie

Le scénario B envisage une diminution beaucoup plus rapide de la consommation énergétique, doublant les mesures de conservation d'une

(14) « Gas crunch forces riders back to rails ». — *The Gazette*, 20 octobre 1979.

(15) « Transport expert sees revival of sailing ships ». — *The Gazette*, 18 septembre 1979.



politique d'efficacité technique et énergétique systématique. Par contraste avec le scénario A, expansionniste bienheureux, c'est un scénario fonctionnel, qui décide du taux de pénétration des méthodes efficaces.

Les gains de productivité impliquent un effort supplémentaire d'incitation et d'information spécialisée de tous les secteurs, encouragés

non seulement à ne plus gaspiller l'énergie dans son usage final, mais également à recourir aux meilleures techniques à tous les stades du cycle.

Cette compression radicale des besoins énergétiques se conjugue avec une croissance démographique moins importante que celle du scénario A — peut-être d'ailleurs plus conforme à ce que l'on peut attendre — pour alléger les pressions imposées à la vie économique.

Ce scénario exige initialement la mise en place réfléchie d'une politique énergétique globale qui s'applique, quelle que soit la succession des gouvernements et de leurs priorités changeantes. Cette contrainte est temporaire et donne rapidement l'avantage de la flexibilité sans perte d'efficacité économique. Il y a tout lieu de prétendre qu'ainsi le trio chômage/inflation/pollution sera infiniment plus contrôlable qu'autrement (16).

Le panorama des ressources énergétiques disponibles au Québec incite à inclure dans ce scénario fonctionnel une utilisation accrue de l'électricité notamment dans le secteur le plus dépendant du pétrole importé, les transports. Cette électricité provient des grands barrages jusqu'à leur démantèlement, et par la suite, des mini-installations disséminées sur les rivières, des éoliennes et autres équipements regroupés sur les réseaux locaux.

Les chemins de fer électriques européens prouvent l'intérêt de cette idée. Pour les déplacements privés, la mise au point de batteries électriques, à l'étude dans de nombreux laboratoires, semble progresser de façon satisfaisante (17). Le bilan 2025 du secteur transport se partage également entre électricité et carburants extraits de la biomasse.

La cure de désintoxication énergétique du scénario B, fonctionnel, atteint ses buts en un quart de siècle. Les objectifs économiques se diversifient par la suite et la consommation industrielle ainsi que celle des transports remontent. Cependant, les autres secteurs continuent à capturer les gains dus au renouvellement des stocks immobiliers.

De la parole aux actes

Cette étude essayant d'anticiper l'accès du Québec à l'autonomie énergétique ne fait qu'esquisser des possibilités. Les données, inventaires et analyses manquent encore pour espérer davantage à l'heure actuelle.

(16) Voir note 11, quelques études sur le sujet.

(17) General Motors annonce la commercialisation de la voiture électrique en 1985. — *Le Devoir* et *The Gazette*, 24 septembre 1979.

Nous pouvons néanmoins être convaincus que le Québec a les ressources et les connaissances nécessaires. Une croissance énergétique faible ou négative va libérer des capitaux importants qui peuvent alors s'investir dans des domaines plus productifs et plus créateurs d'emplois. Le Québec peut assurer ses besoins énergétiques à même son propre sol, mais le fera-t-il et qui en décidera ?

Pour une fois — et cela n'a rien de rassurant — les experts s'accordent, à quelques nuances près, sur la gravité de la situation énergétique mondiale. Mais ce serait trop facile que de se retrancher derrière eux : « Quoique les experts puissent fournir informations et conseils, ils ne peuvent s'ériger en arbitres... Les décisions finales sur les problèmes reliés à l'énergie se fondent sur des jugements de valeurs. En cas de conflit, le public, habituellement par l'intermédiaire de ses représentants élus, a le droit et la responsabilité de déterminer quelles valeurs sont les plus importantes » (18).

La parole est au public, au public aussi les actes

« Le gouvernement doit jouer un rôle important en encourageant et en soutenant une meilleure productivité énergétique, mais ultimement, ce sont les innombrables décisions du citoyen qui feront la différence » (19).

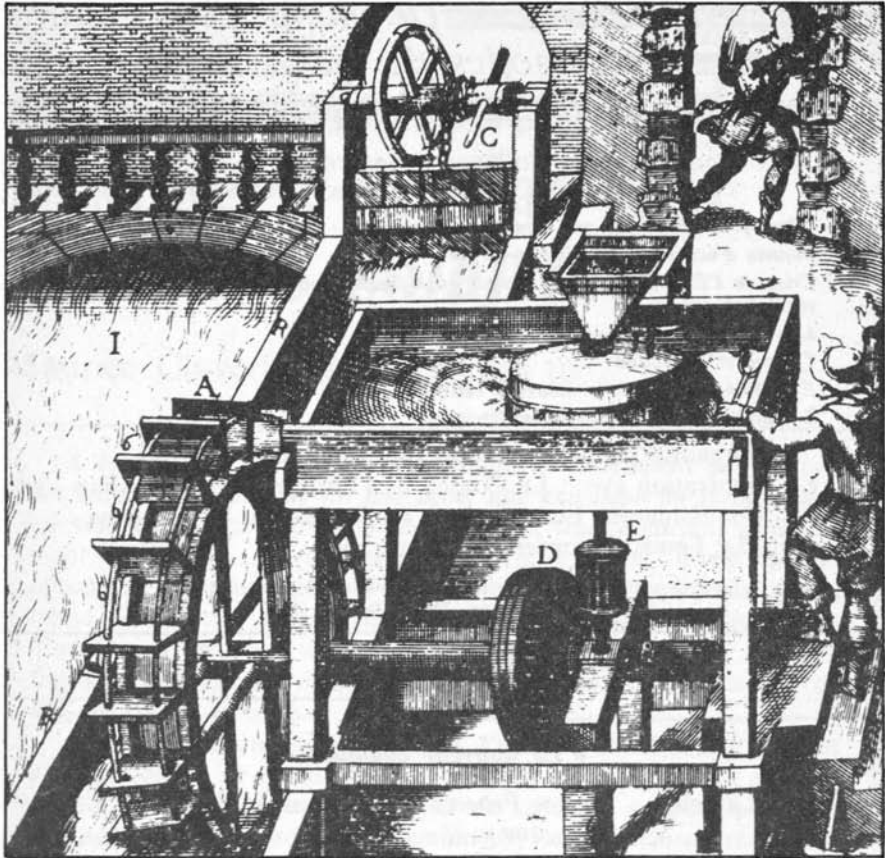
Ainsi, comme dans le cas de la pollution, le citoyen est investi d'une lourde responsabilité, sans pour autant disposer des droits qui vont de pair, notamment le droit à une information objective et impartiale, le droit de parole dans le débat énergétique, le droit de contrôler les sociétés publiques, la liberté de choisir son avenir en connaissance de cause. Même s'il veut s'impliquer et prendre ses responsabilités au sérieux, le citoyen risque de se retrouver sur la touche, subtilement « remis à sa place », tenu à l'écart des décisions qui le concernent et pour lesquelles il risque de se voir blâmer lorsqu'elles se révèlent inopportunes.

Si la participation du public est la pierre angulaire de toute politique énergétique responsable et éclairée, le degré d'attention prêté à cette pré-condition équivaut à un test de la volonté et des objectifs des responsables au pouvoir.

Depuis peu la tension monte. On voit les citoyens de toutes les nations s'interroger non seulement sur leur avenir propre, mais sur

(18) « A Time to Choose, America's Energy Future ». — The Energy Policy Project of the Ford Foundation. — Ballinger, 1974. page 10.

(19) « The Good News About Energy ». — Council on Environmental Quality, 1979, p. 47.



l'avenir de leur pays, sur la survie de la planète elle-même. Certains pays n'ont rien à perdre, d'autre si. Si les uns ne donnent pas — ou plutôt ne restituent pas — ce sont les autres qui devront prendre pour survivre. Le Québec n'échappe pas à ce dilemme mondial et local.

Les questions énergétiques actuelles s'inscrivent en filigrane de l'utilisation des richesses naturelles mondiales et nous commençons seulement à comprendre que la répartition en est plus importante que la croissance. Mais il ne suffit pas de le dire.. !

Développement culturel
modes de vie
projets de société

Rapport du IV^e Colloque Européen de Prospective
Arc-et-Senans, France (22-25 octobre 1980)

L'indispensable retour aux finalités culturelles

Formes d'activités : travail/non-travail

Crise de l'État protecteur : formes nouvelles de solidarité, d'entraide et de régulation sociale

L'avenir des institutions publiques

Culture et formation

Évolution des valeurs et nouvelle culture

L'évolution des rôles masculins-féminins

Organisé par l'Association Internationale Futuribles
En coopération avec : Le Conseil de l'Europe, La Commission
des Communautés Européennes, La Fondation Peter Stuyve-
sant, Le Fonds Européen de Coopération.

En vente à l'Association Internationale Futuribles
55, rue de Varenne, 75007 Paris — (50 F.F.)

Prospective
& Santé
REVUE TRIMESTRIELLE

« **La nouvelle clinique** »

Claude Laroche « Progrès biologiques et Nouvelle Clinique ».

Pierre Malangeau « Voir et mesurer l'invisible » suivi d'un petit lexique technologique.

François Gremy « Sciences de l'information et Nouvelle Clinique ».

Jean-Claude Stephan « Innovation et contraintes économiques ».

Table-Ronde : Michel Arthuis, Jack Baillet, Alain Carpentier, Jacques Chrétien, Pierre Corvol, Pierre Delwaide, Gilles Errieau, Claude Jasmin, Francis Kuntzmann, Marcel Legrain, Robert Moraillon, Yves Pelicier, Jean-Louis Pouchelon, Roméo Roncucci, Gérard Siest.

Au delà de vos revues Techniques et Théoriques, Prospective et Santé vous ouvre l'avenir des Sciences de la Vie.

Numéro : 30 F. Abonnement : 90 F (4 n° par an) Pour tout renseignement s'adresser à :
Prospective et Santé Publique, 9, rue Alfred-de-Vigny — 75008 Paris — Tél : 763-41-33

L'industrialisation de l'espace : le cas des centrales solaires

Maurice Claverie , Alain Dupas (1)

L'espace, lieu d'aventures fantastiques et instrument de prestige, devient de plus en plus un lieu utile, une extension de la biosphère où sont désormais entreprises des activités traditionnelles, généralement afférentes au traitement de l'information (météorologie, télécommunications). Mais l'espace comporte de nombreux atouts (recul, apesanteur, vide, énergie) qui permettraient le développement d'un grand nombre d'opérations industrielles et donc d'usines spatiales pouvant au demeurant, tirer leurs matières premières de la Lune ou d'astéroïdes...

Sans aller jusque là, les auteurs s'intéressent ici principalement aux possibilités de captation dans l'espace d'énergie solaire à usage terrestre, et donc à la construction de centrales solaires spatiales : il s'agira là d'un projet fort ambitieux, techniquement réalisable, mais dont le coût et l'impact écologique demeurent incertains. Alain Dupas et Maurice Claverie soulignent les avantages que pourrait présenter l'implantation de centrales solaires et exposent, à cette occasion, quelques uns des enjeux sous-jacents à l'industrialisation du cosmos.

L'espace a deux visages. Le premier a les traits du mystère, de l'aventure. C'est lui qui a fasciné les foules lorsque dans les années 60, Américains et Soviétiques, en quête de prestige, se sont lancés dans une

(1) Chercheurs au PIRDES (Programme Interdisciplinaire de Recherches pour le Développement de l'Energie Solaire. 282, boulevard Saint-Germain. 75007 Paris - Tél. 705.77.15).

extraordinaire course à la Lune (2). Ce visage s'éclaire encore lorsque des astronautes ou des cosmonautes sont en danger, ou lorsque les sondes automatiques découvrent de fantastiques paysages planétaires. Mais il s'estompe de plus en plus derrière le second visage : celui de l'espace utile. Désormais, l'espace est avant tout une extension du domaine d'action de l'humanité, une extension de la biosphère, où sont entreprises des activités traditionnelles (sciences, météorologie, étude des ressources terrestres, télécommunications) qu'il est avantageux de déplacer hors de l'atmosphère.

Informations, matière et énergie

Jusqu'à présent, toutes les activités entreprises dans l'espace se rattachent à une seule catégorie d'actions : celles qui ont pour objet la manipulation d'informations.

C'est évidemment le cas de toute la recherche spatiale, qui vise à acquérir de nouvelles connaissances sur la Terre et son environnement spatial, sur les astres du système solaire, sur l'Univers. Mais c'est aussi le cas de toutes les activités généralement qualifiées d'« applications spatiales » : observation de la Terre par les satellites météorologiques et d'études des ressources terrestres, aide à la navigation, relais des communications nationales et internationales, bientôt diffusion directe des émissions de télévision, etc... Dans tous ces exemples, des informations sont acquises depuis l'espace ou transitent par l'espace.

Cet aspect informationnel des activités spatiales est appelé à se développer considérablement d'ici la fin du siècle, en particulier dans les domaines des télécommunications et de l'observation de la Terre, où une grande diversification est attendue (liaisons entre avions, navires, ordinateurs, particuliers, etc... surveillance de l'environnement, des récoltes, des mers, etc...). Cela étant, les activités spatiales pourraient s'étendre au cours des 20 ou 30 prochaines années aux deux autres catégories d'actions de l'humanité : les manipulations de matière et d'énergie. A ce stade, on ne pourrait plus parler « d'applications spatiales », puisqu'il ne s'agirait plus d'appliquer des technologies développées par ailleurs (pour le programme Apollo par exemple), mais de faire des programmes d'intérêt pratique le moteur même de l'astronautique. Il faut introduire un nouveau concept : celui « d'industrialisation de l'espace », qui recouvre l'ensemble des manipulations

(2) Dupas, Alain. - *La lutte pour l'espace*. - Paris, le Seuil, 1977.

d'information, de matière et d'énergie susceptibles d'être réalisées dans le cosmos.

Les richesses de l'espace : recul, apesanteur, vide, énergie solaire

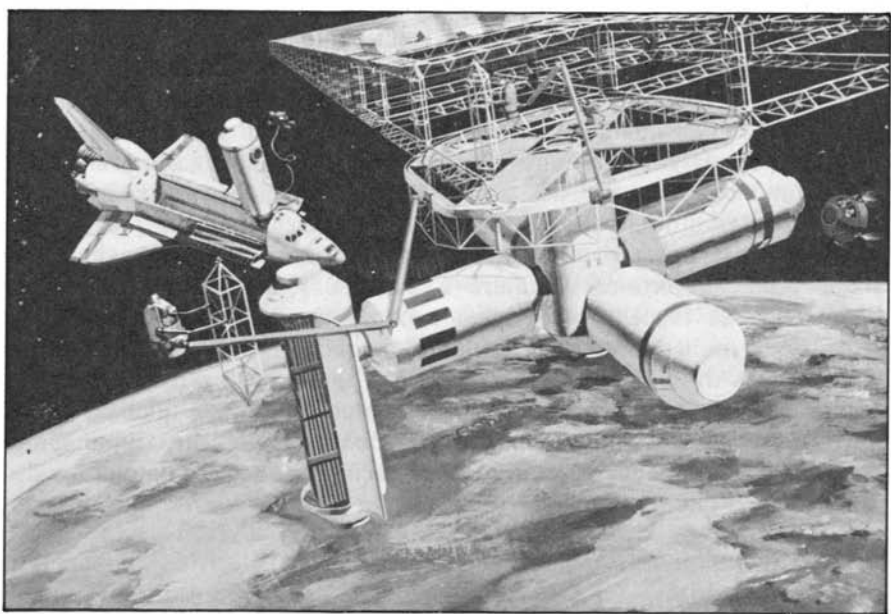
L'intérêt de conduire un certain nombre d'opérations industrielles (au sens précédent) dans l'espace trouve son fondement dans quatre qualités intrinsèques à ce milieu : le recul offert par rapport à la surface terrestre ; l'absence de pesanteur ; le vide presque parfait qui règne au-delà d'une centaine de kilomètres d'altitude ; et la disponibilité quasi-permanente de quantités illimitées d'énergie solaire.

Jusqu'à présent les applications spatiales ont exploité uniquement la première de ces qualités : le recul dont disposent les satellites pour observer de larges portions de la Terre, ou pour acheminer des télécommunications entre des points éloignés du globe. De ce point de vue, des sites d'observation (ou de positionnement de relais) particulièrement intéressants, se trouvent sur l'orbite dite « géostationnaire » : il s'agit d'une trajectoire circulaire à environ 35 800 km au dessus de l'équateur, sur laquelle un satellite apparaît immobile depuis la surface terrestre. Depuis 35 800 km d'altitude, le recul est suffisant pour que plus du tiers du globe soit observable d'un seul « coup d'œil ». Trois ou quatre satellites suffisent donc pour assurer une vision globale de la Terre, ou assurer des liaisons dans le monde entier. En outre, l'immobilité apparente des satellites géostationnaires facilite beaucoup le pointage des antennes et l'interprétation des observations.

Vers des usines spatiales ?

La seconde qualité susceptible d'être utilisée est l'absence de pesanteur. Pendant longtemps, les spécialistes ont parlé à ce propos d'« apesanteur ». Aujourd'hui, ils préfèrent le terme de « microgravité », pour souligner le fait que si la pesanteur terrestre n'est pas sensible dans les véhicules spatiaux, des micro-accélérations se manifestent néanmoins à l'intérieur de ceux-ci. Ces micro-accélérations ont pour origine les mouvements du véhicules et de ses occupants. Il faut les limiter au maximum pour les applications dites « d'élaboration de matériaux dans l'espace », qui constituent l'une des principales voies envisagées pour l'industrialisation du cosmos. Dans ce cas, c'est de la manipulation de matière qu'il s'agit :

l'absence de la pesanteur et des phénomènes qui lui sont associés (convection, sédimentation) devrait favoriser certains processus, comme la croissance de gros cristaux semi-conducteurs, la fabrication d'alliages à partir d'éléments de densités très différentes, la séparation de substances biologiques par électrophorèse, etc... L'objectif envisagé à terme est la fabrication sur orbite de produits ou d'objets à très forte valeur ajoutée, qu'il est impossible ou difficile d'obtenir sur Terre. Il s'agirait donc de mettre en service des mini-usines orbitales, qui devrait être très largement,



Une base d'assemblage sur orbite.

sinon totalement, automatisées. Pour l'instant, cependant, ce domaine relève encore de la recherche.

Dans une perspective plus lointaine, le développement d'usines spatiales serait très favorisé par l'existence des deux dernières qualités du milieu spatial : le vide environnant d'abord, qui rendrait virtuellement impossible toute pollution thermique ou chimique et l'énergie solaire ensuite, dont la permanence et l'abondance autoriserait le recours à des processus coûteux en énergie. Cela étant, un sérieux problème subsisterait : le coût

du transport des matières premières et des produits finis entre la Terre et l'espace. Pour le résoudre, au moins en partie, des esprits audacieux ont évoqué la possibilité de recourir à des matières premières tirées de la Lune ou d'astéroïdes...

Astronautique et photopiles

Fort heureusement, l'industrialisation spatiale pourrait beaucoup progresser sans qu'il soit besoin de faire appel à des idées aussi fantastiques. Outre toutes les possibilités offertes par la manipulation d'informations, ainsi que les mini-usines orbitales, une voie intéressante serait la captation dans l'espace d'énergie solaire destinée à un usage terrestre. Autrement dit, la construction de centrales solaires spatiales.

Dans le cosmos, ce sont des photopiles qui seraient utilisées (vraisemblablement) pour convertir directement le rayonnement solaire en électricité. Cet usage ne soulèverait aucun problème particulier : des photopiles servent depuis très longtemps pour alimenter en énergie des véhicules spatiaux. En fait même, les premières photopiles industrielles ont été développées pour une utilisation spatiale. Leur simplicité (dès qu'elles sont éclairées, elles fournissent de l'électricité) leur fiabilité, leur autonomie, leur grande durée de vie, en faisaient les sources d'énergie idéales pour les véhicules spatiaux. Le seul vrai problème était le coût extrêmement élevé des photopiles, qui en interdisait pratiquement l'usage terrestre. Mais ce problème est en voie de résolution rapide : aux Etats-Unis, en France, au Japon, et dans d'autres pays, les grands programmes d'énergie solaire, entrepris à la suite des années 70, visent à un abaissement considérable des coûts des photopiles, et corrélativement à une très forte augmentation de leur production. Le prix en 1980 est d'environ 50 F/watt-crête (cette expression signifiant un watt fourni lorsque la photopile est complètement éclairée par le soleil). En 1985, il pourrait descendre à moins de 5 F/watt-crête, grâce à des progrès technologiques dans la production des photopiles classiques au silicium cristallin. Et entre 1990 et 2000, le prix du watt-crête photovoltaïque pourrait ne pas dépasser 1 F, grâce à l'introduction de nouvelles filières de photopiles dites « en couches minces » (2). A ce prix des générateurs photovoltaïques terrestres d'une puissance de 10 kW à quelques MW

(3) Rodot, Michel. Dupas, Alain. - « Les filières de photopiles et leur avenir ». - in *Revue de l'Energie*, mars 1979.

pourraient desservir avantageusement des villages ou des villes, dans les régions du monde dépourvues de réseau centralisé de distribution d'électricité. En revanche, ils ne parviendraient sans doute pas à concurrencer les grosses unités productrices d'électricité (nucléaire, au charbon ou au fuel) alimentant les réseaux centralisés des pays développés. La raison en serait le coût encore prohibitif d'une centrale photovoltaïque terrestre complète, intégrant des photopiles et le stockage nécessaire pour fournir de l'électricité la nuit et dans les périodes de mauvaise insolation.

Le concept de centrale solaire spatiale

En principe, le positionnement dans l'espace de ces photopiles devenues (relativement) bon marché pourrait renverser complètement la situation, et faire des centrales photovoltaïques (désormais spatiales) une alternative aux grandes centrales électriques nucléaires ou aux combustibles fossiles. Dans l'espace en effet, dès que l'on est suffisamment loin de la Terre, le soleil est visible en permanence. Il en résulte une utilisation optimale des photopiles : le même mètre carré de photopiles qui produira 300 kWh par an en France, en fournira 1300 dans l'espace ; en outre, la production spatiale serait constante, ce qui supprimerait tout problème de stockage.

Ces remarques constituent le point de départ du concept de centrale solaire spatiale, introduit en 1968 par Peter Glaser (4). La centrale serait constituée par un vaste panneau de photopiles d'environ 100 km² placé sur orbite géostationnaire. L'électricité produite serait convertie sous forme d'ondes hyperfréquences et transmise vers la Terre par une antenne de 1 km de diamètre. Le faisceau hyperfréquence parvenant sur Terre serait recueilli par une antenne d'environ 7 km de diamètre, constituée par une juxtaposition de petits dipôles redresseurs. L'énergie électrique ainsi collectée serait transformée en courant alternatif haute tension classique, et transmise au réseau de distribution. Le rendement global de la chaîne de transformation intervenant entre la production d'électricité par les photopiles spatiales, et la fourniture finale d'électricité au réseau, dépasserait 60 %. C'est ce rendement élevé qui fait tout l'intérêt de la transmission de l'énergie sous forme d'un faisceau d'ondes d'hyperfréquences. Un autre avantage est la propriété des ondes hyperfréquences (sur 2,45 GHz) de traverser l'atmosphère et les nuages sans réelle atténuation.

(4) Glaser, Peter E. - « Power from the sun : its future ». - *Science*, 162, 857-86, 1968.

Des unités d'une puissance de 5 GW

La puissance délivrée par une centrale solaire spatiale serait de 5 GW. Elle est conditionnée par le dimensionnement de la liaison hyperfréquence, et, avec cette technologie de transmission de l'énergie, ne saurait être sensiblement réduite. Cette puissance est très élevée, puisqu'elle équivaut à celle de quatre tranches nucléaires de 1200 MW, autrement dit à celle d'une centrale nucléaire (formée généralement de quatre tranches). Le niveau de puissance élevé, impliquant une forte centralisation de la distribution, n'est d'ailleurs pas le seul point commun entre centrales solaires spatiales et centrales nucléaires. Dans les deux cas, la production d'électricité est constante dans la journée, et peut difficilement être arrêtée ou modulée sans un coût excessif de l'énergie produite. Il s'agit donc de centrales électriques « de base », fournissant en permanence un courant de prix minimum, par opposition aux unités capables de s'adapter aux variations de la demande (turbines à gaz par exemple), plus petites, et produisant une électricité plus chère.

Depuis 1968 et l'idée originale de Peter Glaser, des analyses préliminaires ont été consacrées aux centrales solaires spatiales par la NASA et le Département de l'Énergie (ou les agences qui l'ont précédé). Elles ont culminé dans un programme d'études de trois ans, qui s'est achevé au printemps 1980 (5). Les conclusions de ces travaux semblent montrer que le concept est viable techniquement, mais à un coût très difficile à évaluer, et avec des problèmes écologiques et institutionnels qui nécessiteraient des recherches approfondies.

Une alternative pour le XXI^e siècle ?

Parmi les problèmes écologiques soulevés, le plus évident est celui des effets du faisceau d'ondes hyperfréquences sur l'environnement : en particulier, sur l'ionosphère et sur les êtres vivants. Il faudrait ainsi déterminer le seuil d'intensité en dessous duquel les effets biologiques d'une exposition très prolongée aux hyperfréquences serait acceptable. Les seuils très variables, utilisés aujourd'hui par différents pays, paraissent avoir été choisis sans référence à des travaux scientifiques sérieux. Sans préjuger du résultat de ces recherches sur les effets biologiques des

(5) « The final proceedings of the solar power satellite program review ». - Lincoln, Nebraska, 22-25 avril 1980. Rapport DOE/NASA (ref. conf. 800491)

hyperfréquences, on peut prévoir qu'il sera nécessaire d'interdire à toute habitation un certain périmètre de sécurité autour de l'antenne recevant l'énergie. De ce fait, de très sérieux problèmes d'occupation de terrain risquent de se poser. Si, par exemple, il s'avérait souhaitable d'exclure toute résidence jusqu'au second minimum du diagramme de rayonnement de l'antenne, c'est une surface de 400 km² qu'il faudrait réserver, à la latitude de la France, à chaque centrale solaire spatiale. Ces problèmes ne paraissent pas rédhibitoires pour les Etats-Unis ; ils le seraient peut-être pour les pays d'Europe occidentale et le Japon, beaucoup plus densément peuplés (6). Pour cette raison, il est très important qu'une grande attention soit accordée à des concepts différents de centrales solaires spatiales, faisant par exemple appel à la transmission d'énergie par laser.

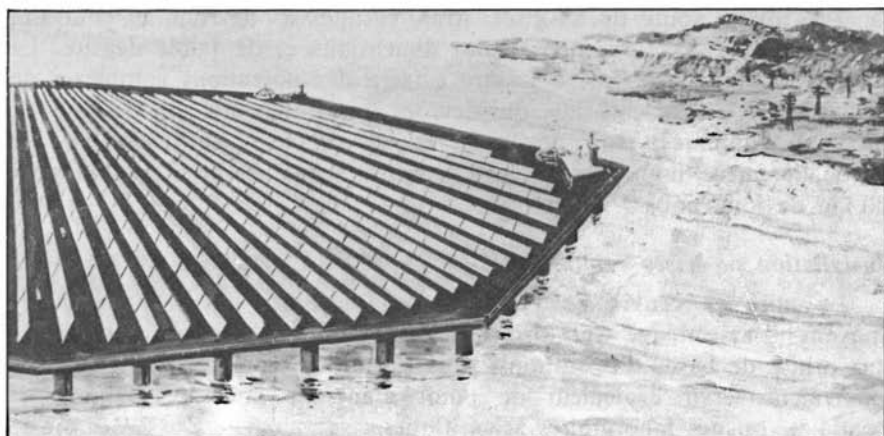
L'existence de ces problèmes d'environnement ne doit pas faire perdre de vue un point essentiel : le concept de centrale solaire spatiale constitue pratiquement, à l'heure actuelle, la seule réponse solaire à la question des grandes centrales électriques de base. Or, sauf bouleversements socio-économiques imprévisibles, les pays industrialisés auront besoin d'un très grand nombre de ces grandes centrales au début du XXI^e siècle : les évaluations que nous avons faites, à partir de différents scénarios de croissance de la demande énergétique, se situent dans la fourchette de 700 à 900 unités de 5 GW nécessaires dans le monde de 2025 (7). En outre, toutes les autres options techniques envisageables à cet horizon, pour la construction de grandes centrales électriques, pourraient voir leur développement entravé par de sérieuses difficultés :

- problème de l'effet du gaz carbonique sur le climat, pour les centrales au charbon (entre autres problèmes écologiques) ;
- problèmes écologiques, sur lesquels nous n'insisteront pas, pour les réacteurs nucléaires surrégénérateurs ;
- questions de faisabilité scientifique, technique et économique pour d'éventuelles installations à fusion thermonucléaire.

Dans ces conditions, il ne serait pas raisonnable d'oublier les centrales solaires spatiales dans la liste des alternatives énergétiques des débuts du XXI^e siècle.

(6) Claverie, Maurice. Dupas, Alain. - « Possible limitations to SSPS use due to distribution of world population and world energy consumption centers ». - IAF preprint 80-A14. XXXI^e Congrès de l'IAF, Tokyo, 21-28 septembre 1980.

(7) Claverie, Maurice. Dupas, Alain. - « Prévision de la demande mondiale en électricité ». - *Impact : Science et Société*, 29, 369-76, 1979



Une antenne de réception de l'énergie de plusieurs kilomètres de diamètre.

Un problème d'industrialisation spatiale exemplaire

Indépendamment de ces considérations énergétiques, la réflexion sur les centrales solaires spatiales présente un grand intérêt pour les études sur l'industrialisation du cosmos : elle pose en effet l'ensemble des problèmes qui apparaîtront à terme dans tout programme important d'utilisation de l'espace.

Abaissement du coût du transport spatial

La navette spatiale américaine constitue un premier pas vers l'apparition de lanceurs réutilisables, susceptibles de placer des charges utiles sur orbite pour un coût réduit. Une longue route reste cependant à parcourir avant que n'existe un système de transport spatial vraiment économique, avec : une navette entièrement réutilisable, de gros lanceurs récupérables pour la satellisation des lourdes charges, des véhicules de transport interorbitaux assurant les transferts entre l'orbite basse atteinte par la navette et les lanceurs lourds d'une part, et d'autre part, l'orbite géostationnaire. L'ensemble de ces moyens serait nécessaire pour la construction de centrales solaires spatiales, qui représenteraient chacune une masse de 50 000 t sur l'orbite géostationnaire.

Déploiement et assemblage de grandes structures sur orbite

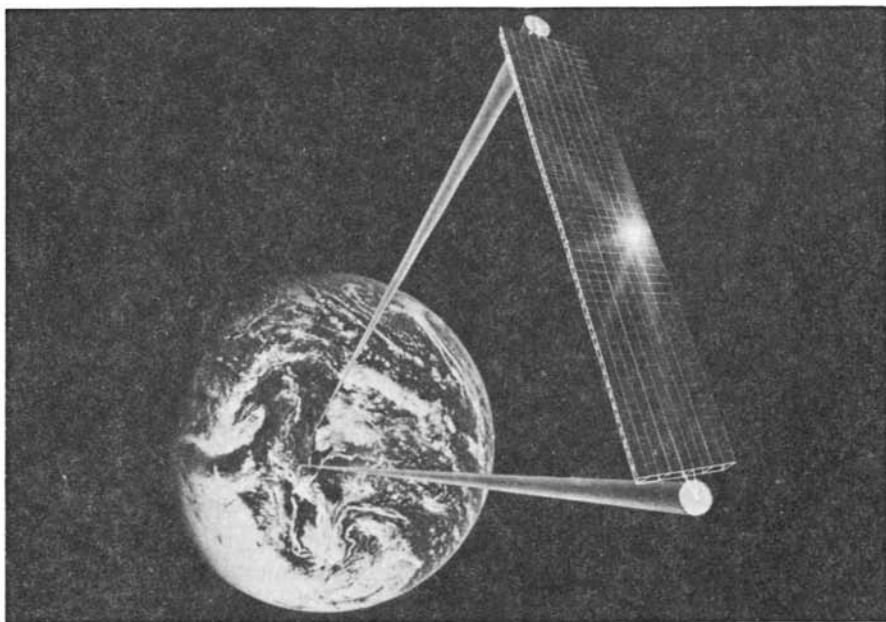
Les matériaux nécessaires à la construction de grandes installations spatiales (qu'il s'agisse d'antennes de télécommunications, de radiotélescopes, ou de centrales solaires) devront être transportés depuis la Terre sous une forme très compacte, pour trouver place dans la coiffe de

lanceurs ou la soute de navettes. Mais ensuite, ils devront au contraire constituer des structures de grandes dimensions et de faible densité. Le passage d'un de ces états à l'autre exigera des opérations complexes de déplacement et d'assemblage, qui devront faire intervenir soit des robots, soit des hommes, soit les uns et les autres. Le problème est particulièrement important pour les centrales solaires, qui mesureraient 20 km de long pour 5 km de large.

Installation de bases orbitales

La mise en œuvre de véhicules de transports interorbitaux et de moyens d'assemblage sur orbite, nécessiterait la présence permanente sur orbite de bases d'opérations, plus ou moins automatisées. Ces bases pourraient servir également de point d'ancrage pour des mini-usines spatiales, ou des laboratoires scientifiques.

L'industrialisation de l'espace est un phénomène dont il est très difficile de prévoir la vitesse de développement. Cela étant, de par son échelle, le concept de centrale solaire spatiale permet d'en saisir dès aujourd'hui l'importance potentielle pour le devenir de l'homme sur la Terre.



Une centrale solaire spatiale : un grand panneau de photopiles dans le cosmos.

USA : les modèles économétriques en question (1)

Le développement des modèles économétriques a créé l'illusion qu'on pouvait désormais émettre des prévisions économiques fiables. Ainsi quelques universitaires ont-ils, au cours de la décennie passée, fait de l'économétrie une industrie florissante : Data Resources Inc., Chase Econometrics, Wharton Econometric Forecasting Associates... Mais la multiplication des erreurs de prévision — due pour partie au fait qu'on attendait de l'économétrie plus qu'elle ne pouvait donner — a engendré un problème inéluctable de crédibilité.

L'Administration Reagan, en imposant à Washington un nouveau modèle fondé sur les thèses de l'économie de l'offre, semble imputer les erreurs des prévisions passées aux théories keynésiennes sur lesquelles sont fondées la plupart des études de l'establishment économétrique.

En attaquant les économètres sur leurs théories économiques, plutôt que de s'attaquer au réductionisme inévitable de l'économétrie, l'Administration Reagan n'est-elle pas en train de faire l'impasse sur les variables géopolitiques et socio-culturelles qui, par nature, échappent à nos outils de mesure, tout en influant de plus en plus fortement sur l'économétrie ?

H.J.

(1) Ce texte est repris avec l'aimable autorisation de Business Week (*Business Week*, n° 30, mars 1981.) — (C) McGraw Hill Inc ; New-York, N.Y. 10020, tous droits réservés.

Le Directeur du Budget David A. Stockman a traité avec mépris les modèles économétriques traditionnels avant d'imposer à Washington le modèle peu connu du *Claremont Economics Institute*. Les données du conflit opposant l'Administration Reagan à l'« establishment » économétrique, qui a fourni depuis des années l'essentiel des analyses inspirant la politique économique, apparaissent ainsi nettement. Ce conflit va bien au-delà des divergences normales dans l'élaboration des prévisions économiques. Les thèses de l'économie de l'Offre, auxquelles adhère le nouveau Président, constituent un défi à la structure fondamentale des modèles d'inspiration keynésienne. Nombre des économistes de l'Offre qui ont trouvé refuge dans l'Administration pensent que le succès de leur « révolution » dépend dans une certaine mesure de la perte d'influence des économètres. Ainsi le Secrétaire au Trésor, Donald T. Regan déclare : « Nous avons décidé de rompre avec les modèles économétriques traditionnels. »

Ces modèles traditionnels ont connu dans le passé un énorme succès. Dans la dernière décennie, un petit groupe d'universitaires ayant l'esprit d'entreprise a fait de l'économétrie une des industries les plus florissantes de la nation. A l'aide d'un ensemble composé de banques de données, de modèles macro-économiques et de logiciels informatiques, ils ont entretenu l'espoir d'obtenir des prévisions économiques fiables pour quiconque désirerait en acquitter le prix. Le caractère alléchant de cette promesse se trouvait renforcé par l'incertitude économique. Celle-ci a nourri en effet un marché qui recueille aujourd'hui plus de 100 millions de dollars par an d'une clientèle comptant les plus grandes entreprises aussi bien que les principaux ministères.

Voici pourtant venu le temps des épreuves pour l'establishment économétrique. Non seulement leur capacité de prévision est mise en doute, mais le soutien apporté par Reagan aux économistes de l'Offre signifie également que les liens avec Washington qui ont joué un rôle important dans le succès commercial des économètres ont commencé à se défaire. L'accueil favorable de Washington a toujours été un solide argument de vente, et les concurrents acharnés espèrent qu'un désaveu officiel pourra ébranler la suprématie des trois grandes firmes économétriques — *Data Resources Inc* (détenue par McGraw-Hill Inc), *Chase Econometrics* (Chase Manhattan Bank), et *Wharton Econometric Forecasting Associates* (Ziff-Davis Publishing Co).

Ces problèmes politiques surviennent en une période bien peu propice pour les économètres, car les milieux d'affaires étaient déjà devenus sceptiques sur les prévisions issues des ordinateurs. « Les dirigeants des entreprises se sont toujours méfiés des boîtes noires qu'ils ne comprennent

pas, et les médiocres performances des prévisions économétriques semblent renforcer cette prévention naturelle » explique Thomas H. Naylor, un économiste de *Duke University*, auteur d'une récente étude sur l'utilisation de l'économétrie par les entreprises. « Je pense qu'un bon nombre d'entreprises sont en train de reconsidérer leur opinion sur les grands modèles et recherchent un instrument plus facile à manipuler et moins mystérieux ».

Les erreurs passées des économètres

Le problème de fond tient aux demandes manifestées sur le marché qui ont conduit à utiliser des modèles économétriques au-delà de leurs limites intrinsèques. En offrant une illusion de certitude rapidement contredite par la réalité, les modèles ont naturellement engendré un problème inéluctable de crédibilité. Les critiques, et particulièrement ceux de l'Administration, attribuent aux raisons suivantes la conjonction de ces problèmes :

— les économètres se fient trop aux séries chronologiques et sont incapables de faire davantage qu'émettre des jugements sur l'avenir à partir de relations statistiques observées dans le passé. Dans la dernière décennie, l'explosion des prix des produits pétroliers, l'inflation et l'interdépendance croissante des économies ont provoqué des changements que les constructeurs de modèles n'ont pu prendre en compte de manière significative dans leurs formules mathématiques ;

— les économètres ont exagéré leur capacité de prévision. Invoquant leurs « méthodes scientifiques », ils se sont d'une façon ou d'une autre engagés à faire des prévisions précises qui se sont avérées de plus en plus difficiles à justifier ;

— les économètres se sont facilement laissés abuser par le changement rapide des principales variables économiques. Ces dernières années, ils ont ainsi modifié leurs prévisions trimestriellement sinon chaque mois, leurs données s'avérant fausses. En dépit de leurs changements trop fréquents, leurs prévisions furent mauvaises au cours des deux dernières années.

Dès le début de 1979, les grands modèles économétriques ont fourni des indices d'une récession et les économètres ont interprété la dépression du second trimestre comme l'annonce possible d'une grave récession. Malgré le redressement du troisième trimestre, ils ont continué à prévoir une rechute pour le dernier trimestre. Puis au commencement même de

la récession du printemps dernier, ils sont devenus brièvement optimistes jusqu'à ce que la détérioration des statistiques les ait convaincus de la justesse de leur pessimisme initial. Ils avaient tort à nouveau, parce que l'économie s'est redressée durant l'été et la croissance s'est maintenue à un rythme soutenu jusqu'à la fin de l'année (cf. tableau I). « Non seulement ils se sont systématiquement trompés, mais encore, ils ont constamment modifié leurs prévisions dans la mauvaise direction » remarque Stephan McNees de la Banque fédérale de Réserve de Boston que les économètres reconnaissent eux-mêmes comme arbitre.

Tableau I — Les erreurs des économètres :
prévisions pour 1980 du taux de croissance du PNB
(prévisions réalisées en décembre 1979 ;
rythme annuel à chaque trimestre)

	I	II	III	IV
Chase Econometrics	- 6,1	- 1,7	1,1	3,4
Data Resources	- 4,6	- 2,4	1,7	1,9
Wharton EFA	- 2,1	- 1,8	0,5	2,8
Taux réellement observé	3,1	- 9,9	2,4	4,0

Sources : Data Resources Inc., Chase Econometrics, Wharton EFA Inc., Commerce Department.

Bien entendu, les économètres soulignent qu'ils étaient en bonne compagnie, puisque leurs prévisions ne furent jamais pires que celles de la majorité des économistes d'entreprise. C'est par là même reconnaître que les énormes ressources technologiques auxquelles ils ont recouru ne leur ont guère donné qu'un avantage négligeable sur les prévisionnistes qui griffonnent leurs supputations sur le dos d'une enveloppe. « Je n'ai jamais été capable de découvrir la moindre différence significative entre les prévisions économétriques et celles fondées sur le jugement intuitif » déclare Victor Zarnowitz, professeur d'économie à l'université de Chicago, qui a étudié pendant plus de vingt ans les diverses prévisions.

En fait, les économètres fournissent des prévisions qui reposent en grande partie sur l'intuition. En théorie, ces prévisions sont fondées sur une série d'équations mathématiques qui reflètent fidèlement la structure de base de l'économie et sur des estimations de « facteurs incontrôlables », tels la politique monétaire ou budgétaire. En pratique, un modèle qui

fonctionne mécaniquement produit des prévisions médiocres ; seule la manipulation judicieuse des équations les rapproche de la réalité.

« Il est impossible de dire où s'arrête le modèle Wharton et où commence le travail de Larry Klein », explique James B. Ramsey, professeur d'économie à l'Université de New York, en visant Lawrence R. Klein, lauréat du Nobel et membre de la Wharton. Assurément, les économètres ne nient pas faire du bricolage. Toutes les prévisions s'accompagnent d'une longue liste de modifications apportées aux équations originales. (L'ensemble des prévisions fourni par Data Resources comprend cependant une version du modèle dans sa forme pure). « La prévision Wharton résulte de l'interaction entre le modèle, les économètres et les utilisateurs qui nous en disent toujours plus sur l'économie que nous n'en savons » déclare Klein qui affirme que la dernière version des prévisions est généralement la meilleure. Pour lui, le modèle est avant tout un instrument de cohérence qui permet aux prévisionnistes d'organiser leurs pensées.

Aux yeux de certains universitaires, cette attitude dément la prétention des grands modèles à la validité scientifique. « Dans la mesure où les prévisions résultent d'un ajustement, elles ne fournissent aucun critère pour choisir entre les théories concurrentes sur le comportement des économies » affirme Ray C. Fair, de l'Université de Yale, dont le propre modèle fonctionne sans ajustement mais, de l'aveu général, sans davantage de succès. Il s'agit là d'un point crucial : en effet, la bataille actuelle sur l'économétrie concerne également le champ théorique pour déterminer l'impact économique des réductions fiscales et de la politique monétaire.

Le débat sur les conséquences inflationnistes de la politique regeannienne

Un des points majeurs du contentieux entre les économètres et les économistes de l'Offre concerne la rapidité de la décélération de l'inflation consécutive de la politique de l'Administration Reagan. Les prévisions des taux d'inflation (cf. tableau II) issues des trois grands modèles sont indépendantes d'un jugement porté sur les conséquences de la politique économique de Reagan. Malgré leurs profondes divergences d'approche, ces modèles indiquent en effet que, sauf mesures draconiennes, quatre ans d'administration Reagan auront un faible impact sur la dynamique inflationniste héritée de la décennie précédente. La Chase est légèrement plus optimiste que ses confrères : comme l'explique le chef de son service

économique, Lawrence Chimerine, elle suppose en effet que l'OPEP met en œuvre une politique de prix modérés.

La Wharton prévoit une légère décélération des prix en 1983, car elle impute seulement 60 % des hausses de prix passées aux salaires. De plus la faible croissance des deux années précédentes a suffisamment diminué l'utilisation des capacités de production pour que les prix ne soient pas poussés à la hausse. Pour la DRI, non seulement 85 % de la hausse des prix à la consommation résultent des salaires, mais les délais sont si longs que l'inflation actuelle gonflera les salaires bien après le milieu de la décennie. Sa prévision à long terme indique que l'inflation se maintiendra à plus de 7 % en 1990.

La théorie qui explique la persistance de l'inflation et qui sous-tend le modèle de DRI, est celle des anticipations adaptatives selon laquelle les individus élaborent leurs anticipations sur l'évolution future des prix, en se fondant sur la lente accumulation d'expériences chez leur épicier ou à leur station-service. La théorie adverse, celle des anticipations rationnelles, prétend que les anticipations des individus ont tendance à s'inspirer d'une appréciation assez rapide des orientations des politiques

Tableau II
Les diverses prévisions économiques pour les années à venir
(en %)

		1981	1982	1983	1984
Chase Econometrics	PNB réel	1,3	3,6	3,9	3,1
	Inflation	10,2	9,1	7,7	7,7
Data Resources Inc.	PNB réel	2,7	2,4	3,2	3,8
	Inflation	10,4	9,6	9,0	8,1
Wharton EFA	PNB réel	2,2	2,1	3,4	3,4
	Inflation	10,3	9,6	8,3	8,0
Claremont Economics Institute	PNB réel	0,3	3,2	5,4	4,0
	Inflation	9,9	7,2	5,5	5,5
Evans Econometrics	PNB réel	2,5	4,7	4,6	4,2
	Inflation	10,0	8,8	8,4	8,4
Merrill Lynch	PNB réel	0,6	4,9	6,0	4,3
	Inflation	9,5	7,1	6,0	6,2
Conseillers du Président	PNB réel	1,1	4,2	5,0	4,5
	Inflation	9,9	8,3	7,0	6,0

Sources : Chase Econometrics, Data Resources Inc., Claremont Economics Institute, Evans Economics, Wharton EFA Inc., Council of Economic Advisers, Commerce Department, Merrill Lynch Economics.

monétaires et budgétaires futures. Telle est la logique fondamentale du modèle Claremont auquel Stockman a fait appel à Washington pour fournir un fondement économétrique à son projet énergétique de remaniement du budget fédéral.

On n'avait bien sûr jamais envisagé qu'un partisan des thèses de l'économie de l'Offre comme Stockman se fierait à l'un des trois grands modèles pour prévoir les conséquences du « Nouveau Départ » de Reagan. Mais la soudaine élévation de l'Institut Claremont à une position clé dans la structure de décision politique a froissé la susceptibilité de l'establishment économétrique. « Utiliser un modèle qui n'a fait l'objet d'aucune étude universitaire et qui n'a publié aucune série de prévisions est tout simplement irresponsable » assure Klein. Et en effet jusqu'à ce que Claremont publie les spécifications de son modèle, l'accusation de tirer ses chiffres d'une boîte noire gardera un fond de vérité.

Une version préliminaire des prévisions de cet institut donne cependant un aperçu des caractéristiques fondamentales du modèle. C'est avant tout un modèle monétariste dans lequel la croissance de la masse monétaire est le principal facteur déterminant de l'évolution de l'économie. Mais à la différence du monétarisme vieille mode, il établit une distinction — fondée sur la théorie des anticipations rationnelles — selon que l'impact d'une modification du rythme de la croissance de la masse monétaire est anticipée ou non par les agents économiques. « Ce que nous essayons avant tout de réaliser, c'est de séparer l'influence de la monnaie en une composante anticipée qui n'affecte que les prix et une composante imprévue qui n'affecte que la production », explique le président du Claremont Economics Institute, John Rutledge. On procède de même en matière de politique budgétaire : seule une modification non anticipée des dépenses affecte l'économie. Enfin, les taux d'intérêt sont déterminés par le processus même qui engendre l'inflation et ces deux grandeurs évoluent toujours de pair.

Quel modèle choisir ?

Rutledge prétend qu'il s'agit du « premier modèle qui traduise fidèlement les conséquences des politiques monétaires et budgétaires si inconstantes, dont nous avons fait l'expérience ». L'intérêt politique évident de ce modèle pour l'Administration est de montrer que, contrairement aux modèles traditionnels qui dépeignent un monde dans lequel Washington a peu d'influence sur l'inflation, à moins d'accroître vivement le chômage, une réduction graduelle et *anticipée* du taux de

croissance monétaire permettra de réduire l'inflation sans entraîner une récession sévère.

Rutledge est indifférent à la politique et n'apprécie guère d'être assimilé aux économistes de l'Offre : « Je suis un homme d'affaires et non un homme politique » explique-t-il. « Je crois que nous avons trouvé un meilleur instrument de prévision et c'est sur cette base que nous entendons vendre notre modèle ». En apparence, rien ne prouve que les prévisions du modèle Claremont soient plus fiables que celles de ses concurrents plus traditionnels. Comme eux, par exemple, il a annoncé prématurément la récession de 1979 et s'est trompé sur l'évolution de l'économie l'an passé. Son principal titre de succès est d'avoir rapidement annoncé l'accélération de l'inflation en 1977 et son argument de vente à sa clientèle, constituée pour l'essentiel d'institutions financières, est qu'il a su mieux que les autres suivre les variations erratiques de taux d'intérêt.

Rutledge ne fait aucun mystère sur son ambition de remplacer le modèle DRI à Washington. Mais il n'a pas l'intention de concurrencer les bases de données et les services informatiques qui représentent l'essentiel des revenus de la DRI. En fait, explique-t-il, « je suis un de leur client et je pense que leur logiciel est remarquable ». Même si le président de la DRI, Otto Eckstein, apprécie ce marché, il pense toutefois que son modèle est suffisamment souple pour être ajusté aux nouvelles orientations de la politique économique. « Nous avons été capables d'intégrer les leçons des monétaristes sur l'importance des variables financières et nous avons pris en compte les éléments qui nous paraissent valables dans l'argumentation des économistes de l'Offre sur les effets de la politique budgétaire. » Il pense que les progrès de l'économétrie résultent de la lente amélioration des modèles existants plutôt que de l'adoption d'approches totalement inédites.

Il est encore trop tôt pour dire si l'Administration Reagan apprendra à accepter ce type d'éclectisme optimiste. Mais pour B. Ture, sous-secrétaire au Trésor pour la fiscalité et les affaires économiques, qui a des vues arrêtées sur l'économie de l'offre, « les effets d'incitation proprement dits du modèle DRI sont pratiquement inexistant et sont remplacés par un multiplicateur keynésien sans fondement ». Sa thèse est que les réductions d'impôts n'affectent l'économie qu'en changeant les prix relatifs de façon à accroître l'offre de travail et de capital. Dans un modèle qu'il élaborera il y a plusieurs années avec l'aide de la *National Association of Manufacturers*, l'effet sur la demande, suivant lequel les réductions d'impôts affectent l'économie en accroissant le revenu disponible et donc la demande de consommation, est totalement absent.

USA : Les modèles économétriques en question

Rien de surprenant à cela : ce modèle impliquait qu'en aucune circonstance, un allègement fiscal ne pouvait être inflationniste, conclusion que la majorité des économistes auraient rejetée.

Ture espère que son modèle, vendu à l'entreprise de comptabilité Coopers & Lybrand avant qu'il ne prenne ses fonctions officielles, servira de base à un nouveau modèle d'analyse des politiques économiques du gouvernement. « Sans doute peut-il être associé au modèle Claremont, qui n'envisage pas réellement la politique budgétaire de façon détaillée » estime-t-il.

En définitive, néanmoins, le principal résultat du débat actuel sur l'économétrie sera probablement un scepticisme salubre sur l'utilisation des ordinateurs. Les différences considérables entre les divers modèles soulignent les risques qu'il y a pour les responsables politiques à accepter les conclusions d'un modèle qui pourraient s'avérer erronées. « Nous avons demandé aux modèles de penser à notre place » constate le Sénateur Pete V. Domenici (RNM), président de la Commission budgétaire du Sénat. « Nous devons admettre qu'ils ne seront même pas capables d'avancer des réponses. »

BULLETIN D'ABONNEMENT

à retourner à Futuribles, 55, rue de Varenne, 75007 Paris

NOM..... PRÉNOM.....

ORGANISATION (ou PROFESSION).....

ADRESSE.....

TÉLÉPHONE.....

Vous prie d'enregistrer abonnement(s) à la revue FUTURIBLES

au prix unitaire annuel de :

France : F.F. 230,—, Etranger : F.F. 250,—

à partir du : 1^{er} janvier 19

1^{er} juillet 19

- Tarif bienfaiteur : F.F. 500,— ou plus.
- Envoi par avion sur demande : port en sus.

RÈGLEMENT (*raier les mentions inutiles*) :

- ci-joint par chèque bancaire ou postal libellé à l'ordre de FUTURIBLES ;
- par virement bancaire (Crédit Lyonnais X 424, 205, bd Saint-Germain, 75007 Paris, compte n° 6171 Y) ou postal (PARIS 18 856-35 J) ;
- sur envoi d'une facture.

DATE.....

SIGNATURE :

* Cocher la case correspondante.

P.S. — Des conditions spéciales sont réservées aux membres de l'Association Internationale Futuribles (renseignements sur demande).

futur-informations

Juin 1981

Bulletin d'information sur les principales activités des centres de prospective et sur les idées et faits porteurs d'avenir, réalisé par le service d'information de l'Association Internationale Futuribles (responsable Patrick Chabert) : 55, rue de Varenne, 75007 Paris, tél. 222-63-10.

Les nouvelles de la prospective

Recherche et développement

Une conférence sur la promotion de la Science et de la Technologie dans le tiers-monde, grâce aux progrès de la politique de Recherche et de Développement se tiendra à Washington du 19 au 21 novembre 1981.

Un appel aux communications est lancé sur les thèmes suivants :

- Policy, Research & Development - Third World Trends ;
- Role of Government - Policy and Research choices ;
- Technology transfer - Recent developments ;
- Technology and Third World's Future ;
- Science, Technology and human

values ;

— Science, Technology and the Development of Space and Sea.

Date limite des inscriptions : 18 septembre 1981.

Mekki Mtewa, Association for the Advancement of Policy Research and Development in the Third World. Department of political Science. Douglass Hall. Howard University — Washington, D.C. 20059 Tél. : (202) 636. 67.20.21.

Travailler autrement

L'Institut Synopsis organise, en collaboration avec Yona Friedman, un séminaire sur « Travailler autrement — Possibilités d'un travail sans emploi », qui aura lieu à Lodève du 24 au 26 juillet 1981.

Considérant qu'il est urgent de protéger l'environnement, d'installer une technologie moins destructrice et plus contrôlable, de rechercher des satisfactions en dehors d'une consommation matérielle explosive, etc..., les organisateurs de ce séminaire suggèrent qu'une réponse possible se trouve dans le travail des minorités pour la satisfaction de leurs propres besoins là où cela paraît souhaitable.

Synopsis — Institut de Recherche Alternative — Route d'Olmet. 34700 Lodeve. Tél. (67) 44.04.10.

Le Canada et les relations Nord-Sud

« L'avenir des relations Nord-Sud : y a-t-il un rôle spécifique pour le Canada ? », c'est le titre de la conférence, organisée du 1^{er} au 4 octobre prochain à Montréal, par l'Association Canadienne pour les Études sur le Futur, en collaboration avec l'Association Internationale Futuribles, l'Association Canadienne des Nations Unies et la Société d'Étude et de Réflexion sur l'Avenir.

L'originalité de cette conférence tient à l'approche délibérément prospective, ainsi qu'à l'objectif d'aboutir à des recommandations d'actions destinées à un acteur particulier, le Canada, de la scène mondiale.

Les travaux se dérouleront alternativement en séances plénières et en groupes de travail, ceux-ci étant organisés pour partie sur des thèmes sectoriels (alimentation, transport,

énergie...) et pour partie sur des problèmes intersectoriels (les limites de l'aide, simulation de négociations globales...).

Dr. K. Valaskakis - Gamma/University of Montreal. 3535 Queen Mary Road. Suite 210 — Montreal 3HV 1H8. PQ. Canada.

Chimie et agriculture

Le Comité National de la Chimie et l'INSA de Lyon organisent un colloque national sur le thème « la chimie, l'agriculture et la faim dans le monde », qui se tiendra à l'INSA de Lyon du 22 au 24 septembre 1981.

On entend souvent dire aujourd'hui qu'il existe des solutions politiques et techniques au problème de la faim dans le monde. L'objet de ce colloque est de rechercher plus précisément quels sont les apports de la chimie à l'amélioration qualitative et quantitative des productions agricoles et de l'alimentation. Ces apports peuvent être des diagnostics (par exemple, identification et dosages de toxines), de prévention (par exemple, produits phytosanitaires), d'amélioration (par exemple, engrais, plasticulture, addition d'acides aminés essentiels ou de vitamines), de compensation (par exemple, destruction spécifique des toxines), de transformation (par exemple, hydrogénation d'huiles), de conservation (par exemple, emballages plastiques), de substitution (par exemple, produits de

synthèse et aliments non traditionnels), etc...

Les tables rondes devront faire l'inventaire critique et comparatif des apports actuels de la chimie, et en outre, l'inventaire projectif des

apports souhaitables pour l'augmentation des ressources disponibles et leur utilisation optimale.

INSA, Mission de la recherche. Bâtiment 209, 20, avenue Albert-Einstein — 69621 Villeurbanne Cedex. Tél. : (7) 893.81.12.

Actualités prospectives : idées et faits porteurs d'avenir

L'apartheid aux pieds d'argile

Au moment où les menaces extérieures s'estompent, où sa position internationale se renforce, l'Afrique du Sud est en train de découvrir avec stupeur que, malgré sa puissance accrue, elle se trouve aujourd'hui plus que jamais au bord du gouffre. Les formes de résistance au régime de l'apartheid se multiplient, se diversifient et la terrible répression qui frappe ceux qui luttent ou s'opposent, ne parvient plus à cacher à la population blanche les failles et les faiblesses du système.

L'Afrique du Sud est donc plus forte et plus faible que jamais. Le paradoxe n'est qu'apparent, car l'analyse porte à la fois sur la situation extérieure et intérieure.

A l'extérieur, la victoire de Reagan a nettement renforcé la position de Prétoria puisque l'on sait que désormais les États-Unis opposeront leur veto à tout vote, toute résolution qui condamneraient la politique ou

le régime de l'apartheid. La crise pétrolière a également bénéficié à l'Afrique du Sud ; les occidentaux se sont tournés vers un producteur de charbon qui voit l'avenir avec confiance : selon l'Agence Internationale de l'Énergie, en 1990 61 % de l'approvisionnement charbonnier des pays de l'OCDE proviendra des mines sud-africaines... La crise polonaise a renforcé cette tendance ; la chute brutale de la production des mineurs polonais a fait croître la pression de la demande occidentale et Prétoria a décidé d'augmenter ses prix et de doubler les capacités de son principal port minier.

Sur le front international, tout va bien ou presque tout ; la victoire de la gauche en France entraînera un net ralentissement et un refroidissement des relations entre les deux États, mais les tenants de l'apartheid font confiance à leurs extraordinaires richesses minières et

à leur position stratégique ; les occidentaux en général, et les Américains en particulier semblent fortement résolus à les soutenir...

Sur le front intérieur, par contre, les failles se multiplient. Au cours de l'été dernier, plusieurs attentats et attaques dirigés contre des complexes industriels et installations ont fait la une des journaux occidentaux. Le complexe de Sasol a été en partie détruit ; objectif : effrayer les investisseurs étrangers, montrer aux multinationales que l'Afrique du Sud devient un pays à haut risque. Ces commandos de sabotages économiques ont également pour but d'amener les milieux d'affaires sud-africains à faire pression sur le gouvernement en vue de négociations. La tactique a réussi au Zimbabwe... La lutte armée n'est pas, et de loin le seul motif d'inquiétude pour les dirigeants et la population blanche. Les formes de résistance non violente se développent rapidement : groupement divers comme les associations de quartiers, associations civiques culturelles, religieuses, et syndicats. En un an, le nombre de conflits du travail entraînant des grèves a doublé (207 en 1980 contre 101 en 1979), le nombre des journées de travail perdues par fait de grève à triplé (175 000 contre 67 000). Le mouvement des syndicats autonomes noirs connaît un développement prodigieux. Ces syndicats ne sont pas reconnus par le gouvernement, mais déjà les employeurs acceptent

le dialogue. Ils sont conscients du fait que tout refus de dialogue conduirait à une radicalisation de ce mouvement syndical. Avec ce nouvel instrument les travailleurs noirs sont en train de découvrir qu'ils possèdent un pouvoir politique. L'attitude pragmatique des employeurs montre qu'ils l'ont compris eux aussi, ils se déclarent prêts à discuter avec les représentants réels des travailleurs, les syndicats officiels « noirs », dirigés par des blancs, se révèlent totalement inefficaces et sans représentativité aucune. Malgré les menaces de licenciement et de déportation vers les Bantoustans (10 000 travailleurs municipaux de Johannesburg en grève, ont été déportés et remplacés), malgré leur absence de droits, les travailleurs noirs s'organisent donc aujourd'hui. Les espoirs soulevés par l'arrivée de M. Botha il y a deux ans ont été déçus. « Adapt or die », son slogan, semblait indiquer qu'une politique plus adaptée aux réalités économiques et démographiques allait être mise en place. En fait, le nouveau gouvernement a pratiquement continué la politique de Vorster et l'intransigeance et l'aveuglement criminel des dirigeants sud-africains ont bloqué la nécessaire adaptation aux réalités (seul 88 noirs bénéficient actuellement de contrats d'apprentissage !). M. Botha qui voulait créer une bourgeoisie noire et intégrer la majorité noire a échoué ; plus que jamais les deux populations s'op-

posent, mais les travailleurs blancs ne représenteront en l'an 2000 plus que 7 % de la population active (au lieu de 16 %). Les dirigeants économiques le savent, et ils recherchent la négociation. Ils savent également que ceux que l'on appelle encore des terroristes peuvent frapper les installations économiques, et même si la position du compromis reste minoritaire parmi les blancs, une prise de conscience est en train d'avoir lieu, la forteresse se lézarde, la prospérité actuelle est fondée sur un terrain miné. Les élections récentes qui ont affaibli le parti de M. Botha vont certainement entraîner un durcissement de sa politique, les timides tentatives de réformes sont totalement bloquées. Les tensions vont donc s'exacerber, les éventuels compromis s'éloignent d'autant plus vite que chacun des protagonistes sent ou croit sentir sa force croître... L'Afrique du Sud est mal partie !...

Les quatre modernisations

Chômage, inflation, déficit de la balance commerciale et dette extérieure.

En décidant en 1978 de s'ouvrir sur l'extérieur et sur le monde occidental en particulier, la Chine ne se doutait pas qu'elle allait au devant de *m a u x é c o n o m i q u e s* « modernes ». S'engageant résolument sur la voie du développement accéléré, tournant le dos à un style

de planification caractérisé par la prédominance de l'idéologie sur l'économie, elle entamait une enième campagne de « rectifications » avec à doses homéopathiques quelques mesures favorisant le jeu du marché.

En 1981, « le bilan de dix ans » annoncé 3 années auparavant par Hua Guofeng est brisé, et une restructuration de l'appareil de production au nom de la « vérité dans les faits » est en cours. Pourquoi ? Parce que les économistes chinois ont découvert l'inflation et le chômage et que Pékin connaît de graves difficultés financières. La dette extérieure se monte pour le moyen et court terme à 4 milliards de dollars, et le service de cette dette pèse lourdement sur le budget dont le déficit s'accroît d'année en année (environ 12 millions de dollars pour 1980). Le déficit de la balance commerciale, qui a diminué en 1980, pourrait s'aggraver fortement dans les années à venir selon certains experts chinois, car les exportations de pétrole qui financent les importations vont devoir être réduites à cause d'une baisse sensible de la production pétrolière attendue dans les prochaines années.

A ces difficultés financières, qui étaient prévisibles dans le cadre d'une politique d'investissements lourds ambitieuse, se sont ajoutés deux fléaux qui ravagent les économies de tous les pays développés, l'inflation et le chômage. Leur

importance relative est difficile à estimer, les chiffres officiels sont bien sûr inférieurs à ceux des observateurs étrangers, mais les tendances sont plus importantes que les taux exacts.

Les responsables chinois avancent un chiffre de 26 millions de chômeurs en 1980, ce qui représente une augmentation de plus de 25 % par rapport à 1979. Quant à l'inflation, les chiffres varient entre 5 et 7 % pour l'ensemble du pays mais seraient de l'ordre de 15 à 20 % dans les grandes villes. L'une des causes de cette inflation, qui fait ainsi sa première apparition depuis la fondation de la République en 1949, serait la volonté du gouvernement de conserver l'appui des paysans : il a relevé leurs revenus en revalorisant les prix des produits agricoles et a accordé des primes de production à des coopératives...

Afin de lutter contre le développement de cette crise générale, qui ne va pas sans désordres sociaux, les dirigeants chinois ont décidé de mettre en œuvre une politique de « réajustement accru », essayant d'accorder la croissance aux capacités réelles du financement national, ils ont annulé plus d'une centaine de grands projets industriels signés avec les Occidentaux. Ce revirement, qui a provoqué la colère des Japonais qui ont vu les Chinois dénoncer unilatéralement des projets portant sur des centaines de millions de dollars, inquiète

fortement les partenaires occidentaux de Pékin. Jusqu'alors les contrats signés par la Chine étaient respectés scrupuleusement. Les changements induits par la crise ont eu des effets déplorables ; les Occidentaux la considère désormais comme un « pays non solvable et imprévisible dans ses engagements ».

Une série d'engagements économiques irréalistes et une maîtrise trop partielle des mécanismes du marché, compromettent donc la politique d'ouverture chinoise. Si la Chine veut maintenir cette orientation, il est impératif qu'elle assainisse la situation afin de redevenir un partenaire crédible pour les milieux d'affaires internationaux.

Australie : vers l'indépendance

Pour faire face à ses besoins énergétiques à court et moyen terme, l'Australie développe actuellement un programme énergétique ambitieux, basé sur l'avènement de nouveaux carburants.

Les ressources en énergie traditionnelle assurent aujourd'hui 70 % de ses besoins, mais les experts estiment que sans l'apport de techniques nouvelles de production ce chiffre serait ramené à 20 % à la fin du siècle. Pour éviter cet effondrement du taux d'indépendance énergétique, le programme australien prévoit la mise en valeur des immenses gisements de charbon et de schistes bitumineux, et une pro-

duction massive d'éthanol à partir de diverses céréales.

L'Australie devrait être, ainsi, le premier pays du monde à disposer d'une raffinerie de schistes bitumineux. L'exploitation de ce gisement à ciel ouvert devrait fournir 240 000 barils de pétrole par jour au milieu des années 90.

Dès le début de la prochaine décennie, une usine de liquéfaction du charbon produira de son côté, de 80 000 à 100 000 barils par jour, et des projets prévoient la possibilité de construire, dans chaque État, une usine de capacité comparable. Enfin, c'est en 1985 qu'une usine pilote de production d'éthanol, actuellement en construction à Sidney, devrait fournir 15 % des besoins du pays en carburant.

La fibre noire

Plus solide que tous les alliages métalliques, y compris le titane, plus légère que l'aluminium, la fibre de carbone est devenue un matériau plus que classique dans l'industrie aéronautique. Mais son prix est resté très élevé du fait de l'étroitesse relative de son marché. Pariant sur le futur, des compagnies japonaises, dont le plus grand producteur mondial de fibres, ont décidé de se lancer dans la production à grande échelle de ces fibres exceptionnellement résistantes et légères. Toray Industry Inc., leader sur le marché a ainsi annoncé son intention de tripler sa production annuelle et le second producteur,

également japonais, va accroître sa capacité de près de 75 %.

Les économies d'échelles attendues devraient permettre une baisse substantielle des prix, ce qui pourrait encourager les constructeurs d'automobiles à utiliser un matériau réservé, - jusqu'à présent, à des produits « top of the line » : avions mais aussi raquettes de tennis ou clubs de golf.

Les spécialistes japonais estiment que les prix qui ont déjà chuté de plus de 1 000 pour cent, pourraient encore baisser de 50 % dans les prochaines années.

Les avions de la prochaine décennie auront une structure de carbone qui permettra des économies de carburant de près de 15 % affirment de leur côté les constructeurs américains... Et « notre pari sera très profitable » affirment les Japonais. La fibre noire règnera bientôt sans partage dans l'industrie automobile, aéronautique et spatiale.

Mirage

Changer un désert en oasis... Pour ceux qui ont assisté au miracle israélien, il est bien évident qu'il n'y a pas eu d'intervention divine dans la transformation du sable en vergers. C'est l'eau qui a permis cette révolution.

Les Arabes cherchent depuis des années le moyen d'irriguer leurs déserts. Un méga-projet (mégalo) avait été conçu par une équipe française : il s'agissait de remorquer

des icebergs depuis le Pôle Sud. Un système complexe avait été prévu pour empêcher une fonte trop rapide du glacier durant le trajet et surtout pour récupérer l'eau douce perdue pendant son transport dans les mers chaudes. Le projet est tombé... à l'eau.

Alors, les Japonais sont arrivés. Et ils frappent encore plus fort : ils vont construire une montagne de six cents mètres de haut, 10 kms de long et 1 km 200 de large, un gigantesque boudin de Teflon gonflé d'air et renforcé par une armature en fibre de verre. Objectif ? Dévier les vents qui viennent de la mer en altitude. En montant, ces vents chargés de vapeur d'eau se refroidiront, la vapeur d'eau se condensera, et il pleuvra sur le désert !

Cette tente « gratte-ciel » sera produite par la plus grosse fabrique de tente japonaise. Son prix : vingt milliards de nos francs, mais l'échange se fera en nature : de l'eau contre du pétrole.

Gaz : redécouverte des petits gisements

Après la crise de l'énergie, des fermiers et des industriels de l'Ohio ont commencé à exploiter des champs de gaz situés à une faible profondeur dans les zones sédimentaires de la région. L'exploitation de ces gisements s'est vite révélée rentable ; en effet, le ratio entre recherche et découverte de gisements est très élevé (80 % dans l'Ohio),

le coût du forage est faible et le gisement peut rapidement être mis en exploitation ; ce qui permet d'obtenir du gaz à un prix inférieur à celui du gaz vendu par les grandes compagnies ces dernières années.

La réussite des exploitants locaux a rapidement incité le gouvernement de l'Ohio à soutenir leurs activités, puis à établir un programme pour encourager les industriels à se rapprocher des lieux de production du gaz en s'installant dans l'Ohio.

Jusqu'à présent, l'exploitation de ces gisements s'est surtout justifiée par la proximité des utilisateurs (groupes de fermiers, petites villes, centres commerciaux, etc.) car la faible quantité de gaz contenue dans chaque gisement ne permet pas la construction de pipelines pour un seul champ de gaz.

Cependant, l'augmentation des prix du gaz incite aujourd'hui de grandes compagnies à s'intéresser aux petits gisements qu'elles avaient jusque-là négligés. Ainsi la Columbia Gas Transmission Corporation, l'une des plus grandes compagnies d'exploitation, de transport et de commercialisation du gaz, vient de mettre au point le projet « Penny » pour exploiter sur une large échelle les gisements de gaz situés à une faible profondeur. Elle envisage ainsi de forer quelques 3 500 puits, et de les relier par pipelines au vaste réseau de transport du gaz dont elle dispose.

Néanmoins, il est probable qu'à

l'avenir, l'exploitation de ces gisements sera surtout intéressante au niveau local. Elle pourrait jouer un rôle important aussi bien dans les pays européens que dans les pays en voie de développement. Ces

derniers, notamment, pourraient satisfaire ainsi l'essentiel des besoins énergétiques des régions rurales situées en zone sédimentaire.

Source : *Important for the Future*, septembre 1980, publication UNITAR.

Bibliographie

Analyses critiques

Informatique et société. — Actes du Colloque International, Volumes I à V. — Paris, la Documentation Française, 1980.

Les Actes du Colloque « Informatique et Société » sont à la fois un florilège de toutes les questions posées par la révolution informatique, et un « who's who » de l'« intelligensia française » de Robert Boulez à François Dalle, en passant par Edmond Maire.

Plus de 150 orateurs s'y expriment, dont le Président de la République, quelques ministres, nos penseurs et nos PDG les plus célèbres.

Un savant dosage à la française, orchestré, lors des débats, par nos journalistes télévisuels bien connus.

Par ce seul exploit, cette anthologie sera une mine pour les Lagarde et Michard du XXI^e siècle.

Du point de vue pratique, ce genre d'exercice présente quelques risques :

Le caractère officiel (« rituel » dira l'un des orateurs) oblige les officiants à une certaine prudence. De nombreuses conclusions ressemblent à celle-ci, prise au hasard : « L'informatique constitue un grand espoir de développement... Elle comporte cependant des risques de déséquilibre. Il importe donc aux nations concernées de trouver les moyens de... » (IV, p. 183).

L'essentiel se trouve souvent, ainsi, noyé sous l'accessoire ou la généralité. Il faut donc aller à la pêche, dans ce torrent de 1500 pages,

et éprouver ainsi, très concrètement, ce danger majeur de la société de l'information : l'indigestion de signes, la désinformation.

Le volume I, *Informatisation et changement économique*, situe le véritable enjeu. Le marché informatique, au sens large, c'est 300 milliards de dollars vers la fin des années 1980 (I, p. 232).

Industriels, pouvoirs publics, sont fascinés, chacun à leur manière. Certains, comme Gilbert Trigano, avec un enthousiasme spontané :

« Cela coûte tellement cher de trouver un consommateur, qu'il faut le conserver... grâce à une communication sans intermédiaire » (III, p. 109).

« On va courir le risque de voir les gens être trompés, croyez-vous qu'on puisse les tromper beaucoup plus aujourd'hui ? » (III, p. 110).

Les autres, plus prudents, font les réserves d'usage. Celles-ci tournent autour de quatre thèmes principaux :

- *L'emploi* fait l'objet du volume II. Quelques études très claires (MM Tebeka, Missika, Pastre, Salzmänn...) illustrent l'idée, aujourd'hui largement admise, que la question essentielle n'est pas le solde final (création-suppression), mais la gestion des flux et sa prévision dans le temps.
- Au chapitre *politique* (volume V *Informatique et Démocratie*) où il était le plus difficile d'éviter les généralités, il faut signaler les interventions de MM. Boucher et Illich. Boucher, qui a le premier dénoncé le projet SAFARI, rappelle incidemment que : « les textes régissant de nos jours l'identité, remontent pour une large part à l'Occupation... ». Illich, quant à lui, parle un autre langage, celui de l'angoisse, du rêve : « Dans mon rêve... Chaque groupe d'acteurs m'a entouré, et m'a invité à entrer dans sa danse autour de l'ordinateur, et tous m'ont dit l'obligation où je me trouvais de danser pour mieux humaniser leur monde futurible... ». Sa splendide parabole ouvre sur la troisième interrogation :
- *A quoi tout cela peut-il servir ?* Le volume III (*Informatique, Télématique et vie quotidienne*), est, à ce titre, le plus passionnant, ne serait-ce que parce qu'il montre que la question est pratiquement vierge. L'article de Dominique Wolton résume, par son seul titre, la situation : « Systèmes d'information cherchent besoins. Non solvables s'abstenir ». L'informatique domestique, alors qu'elle est techniquement une chance inespérée d'éviter la concentration des macro-réseaux, n'a pas encore de vrais clients : les seules applications qui se vendent sont dérisoires : jeux, annuaires... Le débat qui clôt ce volume est très riche : E. Beaugonin (Control

Data) donne à méditer cette petite phrase de Villiers de l'Isle Adam : « ... Le premier des bienfaits dont nous soyons redevables à la science est d'avoir placé les choses simples, essentielles et naturelles hors de la portée des pauvres ».

A. Touraine tente de montrer que « nous entrons dans un type de société qui est de moins en moins déterminé par la technologie ». « Nous avons beaucoup moins à faire à des machines qu'à des logiciels, qu'à des systèmes d'information ».

- *Ce rôle essentiel du choix des systèmes*, que Bruno Lussato a été un des premiers à expliquer, est paradoxalement peu évoqué dans les interventions.

Il faut, là aussi, pêcher. Dominique Wolton (III, p. 129) s'interroge sur la dangereuse bonne conscience de certains choix faits au nom du « service public ».

Et René Lenoir, ancien ministre, dit tout simplement : « A titre d'exemple, il n'est pas du tout certain que le pays ait besoin d'être couvert de réseaux ». Lorsque l'on sait l'importance des moyens investis dans cette voie par la D.G.T., ce candide propos fait rêver... (I, p. 240).

Que le lecteur me pardonne ce petit jeu des citations qui tient, à la longue, du panier de la ménagère. Il s'agissait seulement de lui faire sentir que la réflexion, en la matière, en est à ses tous premiers pas.

Deux mots - informatique, télématique - sont sensés définir des services aussi éloignés que le calcul, le traitement de textes, l'enseignement, les fichiers,... la télécommunication.

Et sur ces différents outils, les auteurs défendent à la fois des intérêts professionnels (l'enseignement, la presse), des choix politiques, des positions philosophiques, ou plus simplement, d'honnêtes interrogations.

S'il s'agissait d'ouvrir le débat, les colloques ont pleinement rempli leur mission.

Mais il serait particulièrement dangereux de considérer cet épais document comme un dossier d'étude. Si les questions majeures sont, en cherchant bien, toutes posées, aucune d'entre elles n'y trouve de réponse.

« Banque de données » de la réflexion sur l'informatique, ces cinq ouvrages illustrent, par leur existence, toute l'ambiguïté de la société de l'information, capable à la fois d'informer et de désinformer (en noyant les citoyens sous des cascades de signes).

D'où la nécessité de rappeler que la vraie question, aujourd'hui, n'est plus de se demander s'il faut ou non informatiser, mais *comment* le faire au mieux.

Jean Haëntjens

Council on Environmental Quality. — *Global Future: Time to Act.* — (722 Jackson Place N.W., Washington, D.C. 20006)

Pour des raisons d'intérêt purement national, les Etats-Unis devraient se préoccuper des problèmes de la pollution, de l'environnement et de la pauvreté de millions d'individus à travers le monde. Notre sécurité politique et économique est déjà affectée par ces problèmes globaux.

Le Rapport *Global Future: Time to Act*, propose une série d'actions destinées à offrir des solutions aux problèmes posés par le rapport *Global 2000*. Une population qui monte en flèche, la pauvreté, la réduction des ressources vitales, la pollution produite par les substances nocives, les résidus nucléaires, la combustion des carburants : tous ces éléments annoncent un futur très sombre pour le siècle à venir, à moins qu'on ne puisse contrecarrer les tendances actuelles.

Ce rapport de 250 pages, préparé par des agences gouvernementales, des organisations privées et des centaines d'individus, suggère certaines réponses et propose certaines alternatives, en vue d'initier une discussion générale et productive à laquelle participeront le public, aussi bien que les dirigeants qui sont chargés de développer et d'exécuter la politique américaine dans les années à venir.

Le fossé qui grandit entre les riches et les pauvres contribue à l'instabilité politique et menace la paix du monde. D'autre part, la réduction des ressources globales va certainement causer :

- Une hausse des prix de la nourriture, des matériaux de construction et du papier.
- La présence des réfugiés écologiques : ces personnes qui vont d'un endroit à un autre et d'un pays à un autre, à mesure que la terre arable s'épuise.
- Une concurrence nationale et internationale pour un approvisionnement en eau de plus en plus limité.
- La perte de la diversité biologique.
- La perte des forêts tropicales.

Ce rapport offre toute une série de recommandations pour que le gouvernement passe à l'action :

— Population : les Etats-Unis devraient développer une politique nationale sur la population de façon à stabiliser la population, établir des programmes de planning familial, créer des lois sur l'immigration qui fonctionnent, améliorer l'information et créer des institutions chargées de surveiller de près la population de la nation.

— Nourriture et agriculture : il faudrait former un comité inter-agences pour étudier l'état des terres arables du monde et tout ce qui affecte leur

productivité, ainsi que pour établir la base d'un système de recommandations pour un plan d'action au niveau international.

— Les forêts tropicales : les Etats-Unis devraient user de leur influence pour encourager un « plan d'action global » afin de ralentir la disparition des forêts tropicales. Ils devraient aussi offrir une aide financière et technique aux organisations internationales chargées du problème de la déforestation.

Enfin, les Etats-Unis devraient assumer leurs obligations vis-à-vis de la Banque Mondiale et des autres sources de fonds monétaires pour le développement, fournir leur part légitime à l'accroissement du capital de la Banque Mondiale et encourager les organisations internationales à mieux intégrer dans leur planning leurs ressources et leurs réflexions sur l'environnement.

Michèle Geslin Small

SID-AHMED, Abdelkader. — *L'OPEP : passé, présent et perspectives.*
— Paris, Economica, 1980. — 549 p.

Cet important ouvrage, consacré à l'économie des pays de l'OPEP, est riche en données chiffrées très significatives et utiles à tous ceux qui s'intéressent à ces pays.

Au cours des dix chapitres que comprend l'ouvrage, l'auteur retrace les grandes étapes du développement économique des pays de l'OPEP depuis le début de l'exploitation commerciale du pétrole et montre l'impact de celui-ci sur leur économie. D'emblée, il situe son sujet sur le plan international.

Le contenu de l'ouvrage peut se diviser en deux parties. La première allant du début du siècle jusqu'en 1973. La seconde analysant depuis cette date les répercussions des revenus pétroliers.

Dans la première partie, l'auteur montre le rôle primordial des grandes sociétés dans l'exploitation du pétrole. Celles-ci arrivèrent à obtenir des accords de concessions à des conditions particulièrement avantageuses. Dans un premier temps, ces accords étaient excessifs. Ils portaient sur une durée trop longue et sur d'immenses superficies. La contre-partie financière du pays hôte était très modeste, consistant le plus souvent en un montant nominal fixe par tonne enlevée. Les sociétés pétrolières contrôlaient tous les aspects de la production ainsi que les prix. Dans un second temps, les accords de concessions évoluèrent, sous l'influence d'une série de facteurs, vers un nouveau type de concessions caractérisé par le principe du partage du profit de 50-50 % entre les sociétés

pétrolières et le pays producteur, ce que l'auteur appelle le début d'un *partnership* ». Ce nouveau type de concession augmenta substantiellement les revenus des pays producteurs et limita à la fois la durée des accords et le domaine concédé. Cependant, c'étaient les sociétés qui décidaient des prix et des enlèvements. Ce dernier type de concessions devait pratiquement durer des années cinquante jusqu'en 1973.

Pour cette période, l'auteur examine, cas par cas, l'impact de l'industrie pétrolière sur les économies nationales des pays producteurs. Il en tire deux conclusions. La première porte sur la stagnation du prix du baril exporté entre 1950-1970. Ainsi, par exemple, le prix du baril de « l'Arabian Light » était de 1,71 dollar en décembre 1950, de 1,80 en septembre 1960 et 2,21 après les accords de Téhéran de 1971.

Si l'on prend aussi en compte la perte du pouvoir d'achat intervenue durant ces deux décennies, on constatera une détérioration en valeur réelle du prix du baril de brut.

La seconde conclusion concerne la place de l'industrie pétrolière dans les pays membres de l'OPEP. Le secteur pétrolier est arrivé très rapidement à dominer les économies nationales et à les extravertir avec tous les aspects négatifs sur l'emploi, le chômage, l'exode rural, l'inflation, et les autres secteurs de production.

Enfin, l'auteur montre comment, en 1973, sous l'effet d'un ensemble de facteurs, dont la création de l'OPEP, les pays producteurs mettent un terme au monopole des sociétés pétrolières et inaugurent une phase nouvelle, celle du contrôle direct de leurs ressources énergétiques. Cette transformation du système pétrolier a permis aux membres de l'OPEP d'augmenter très fortement les prix du pétrole. En effet, le 1^{er} octobre 1973, les prix affichés pour des qualités supérieures étaient, dans les pays du Golfe Persique, trois dollars le baril environ. Ils sont passés, le 16 octobre 1973 à 5,11 dollars le baril et le 23 décembre de la même année à 11,651 dollars. Aujourd'hui, le prix du baril dépasse 32 dollars et il augmentera encore tant que d'autres sources d'énergie ne viendront pas le concurrencer ou le remplacer. L'auteur considère ces augmentations successives des prix du pétrole comme des réajustements. Mais, en fait, on est passé du monopole des sociétés pétrolières à celui des pays de l'OPEP dans ce domaine.

Dans la seconde partie, qui débute à l'automne 1973, sont étudiés successivement :

- 1) — Les revenus de l'OPEP dans le futur.
- 2) — La récupération de la rente pétrolière : « le recyclage ».
- 3) — La coopération de l'OPEP avec les autres pays en développement.

4) — Le développement des pays de l'OPEP et la préparation de l'après-pétrole (problèmes et perspectives).

1) Sur le premier point, l'auteur passe en revue les différents problèmes relatifs à l'énergie et aux revenus du pétrole des pays de l'OPEP dans l'avenir. Il reprend les hypothèses et les études prospectives réalisées sur ces sujets par les différents auteurs, instituts et organismes de recherche.

Tout d'abord, il examine les possibilités de production de pétrole dans d'autres zones géographiques, en particulier dans la Mer du Nord, l'Alaska, le Mexique, la Chine et l'Union Soviétique afin de voir s'il y a là une possibilité de substitution au pétrole des pays de l'OPEP. Il en conclut que ces pays ne peuvent pas rivaliser avec ceux de l'OPEP. De même, il pense qu'il n'y a pas non plus à escompter un appoint substantiel du côté d'un accroissement des exportations de gaz sous forme de gaz naturel liquéfié ou autre, parce que les investissements dans ce domaine sont très lourds et les profits minimes. C'est pourquoi une grande partie de la production est brûlée à la torche. Enfin, l'auteur estime que les autres sources d'énergie (nucléaire, solaire, géothermique, charbon et pétroles non conventionnels) ne peuvent pas concurrencer le pétrole des pays de l'OPEP, parce qu'elles rencontrent de nombreux obstacles dans les pays occidentaux à la fois sur le plan de l'environnement, de la sécurité, de la technologie et des coûts de production trop élevés. Il en conclut que la dépendance du monde occidental envers le pétrole des pays de l'OPEP risque donc de rester considérable.

Peut-être, l'auteur sous-estime les capacités du monde occidental de trouver et d'utiliser à une grande échelle des sources alternatives d'énergie en vue de concurrencer ou de remplacer très largement le pétrole et ainsi de réduire sa dépendance à l'égard d'une énergie importée. Même sur le plan des coûts, les autres sources d'énergie deviennent maintenant concurrentielles par rapport au pétrole. En fait, sans les groupes de pression, en particulier celui des sociétés pétrolières, les pays industrialisés auraient déjà remplacé, en partie, le pétrole par d'autres sources d'énergie.

Malgré un surplus supposé de revenus de 776 milliards de dollars en 1985, l'auteur souligne que l'endettement externe de la plupart des pays de l'OPEP s'aggrave. Ainsi, les emprunts de ces pays sur les marchés internationaux sont passés de 3 milliards de dollars en 1975 à 10 milliards en 1976 et à 13,4 milliards en 1979. Cet endettement s'accélère à partir de 1975, tout particulièrement pour l'Indonésie, l'Algérie, le Venezuela et le Gabon.

2) A. Sid-Ahmed montre comment le monde occidental, qui possède des marchés financiers hautement efficaces et des opportunités d'investissement attrayantes, récupère la rente pétrolière baptisée « recyclage » et l'utilise à son profit. Les moyens pour atteindre cet objectif sont multiples. Une partie de la rente est récupérée par l'inflation, en particulier à travers les importations massives des pays de l'OPEP, les fluctuations des changes, les pratiques restrictives et les surcoûts divers. L'autre partie n'irrigue pas les économies locales, mais reste prisonnière des circuits bancaires internationaux qui l'orientent suivant les besoins des économies industrialisées et en fonction de leurs objectifs politiques et stratégiques. A cela s'ajoutent aussi les placements et les participations de certains pays de l'OPEP dans les économies occidentales. L'auteur note, à cet égard, l'intégration financière, commerciale et économique des membres de l'OPEP dans le système occidental. Il rappelle une série de propositions visant à indexer les prix pétroliers exprimés en dollars sur un panier de grandes monnaies. De même, il rapporte un ensemble de projets qui tendent à la création d'un espace financier propre à ces pays.

Ces différentes propositions n'ont pas abouti, parce que tous les membres de l'OPEP ne sont pas d'accord pour appliquer la même politique à l'égard de ces problèmes : leurs intérêts sont divergents. L'entente entre eux ne se fait que sur l'augmentation du prix du pétrole.

3) Ensuite, l'auteur trace les différents aspects de la coopération de l'OPEP avec les autres pays en développement. Il étudie, d'une part, l'aide accordée par les pays de l'OPEP aux pays bénéficiaires, les institutions financières nationales et multinationales par l'intermédiaire desquelles s'effectue cette aide — ainsi que les difficultés rencontrées. Cette aide s'est élevée de 1973 à 1978 à 21,6 milliards de dollars. D'autre part, l'auteur examine la coopération bilatérale entre les pays de l'OPEP et les autres pays du tiers-monde. Il s'agit des investissements de capitaux des pays de l'OPEP dans les autres pays en développement et de la présence de firmes de plus en plus actives et de travailleurs de ces derniers dans ceux de l'OPEP.

Cette coopération reste cependant modeste eu égard aux problèmes énormes des autres pays du tiers-monde non producteurs de pétrole qui sont sur le point d'être affamés. L'auteur minimise la responsabilité des pays de l'OPEP dans la dégradation de leur situation économique et sociale. En fait, les augmentations successives des prix du pétrole, son paiement en dollar et les hausses des prix des produits industriels et alimentaires ruinent l'économie de la majeure partie des pays en développement.

4) Une étude intéressante est faite sur les projets de développement des pays de l'OPEP. Des sommes considérables y sont consacrées. La priorité est donnée à la valorisation des hydrocarbures (raffinage, pétrochimie, gaz), à la sidérurgie et aux travaux d'infrastructures. Toutes ces industries sont tournées essentiellement vers l'exportation et donc soumises aux aléas qui caractérisent le marché international.

L'auteur mentionne les difficultés rencontrées par ce type d'industrialisation entraînant des déséquilibres graves sur le plan économique, social et moral.

Enfin, pour débloquer cette situation et développer les économies des pays de l'OPEP afin de pouvoir survivre à l'ère du pétrole, A. Sid-Ahmed fait deux séries de propositions. La première tend à intensifier la coopération des pays de l'OPEP avec les autres pays du tiers-monde dans tous les domaines, en particulier dans ceux de l'énergie et de l'investissement massif des avoirs pétroliers. L'auteur présente un ensemble d'arguments en faveur de cette coopération, traitant les pays en développement globalement comme ayant les mêmes intérêts. Il semble cependant que la réalité est beaucoup plus compliquée. Les pays en développement sont très différents les uns des autres et leurs intérêts ne sont pas convergents. En outre, des idéologies et des conflits déclarés et latents les déchirent. Même sur le plan purement économique, les uns sont des concurrents terribles pour les autres.

La seconde série de propositions concerne le dialogue entre les pays de l'OPEP et les pays industrialisés en vue d'effectuer une coopération bénéfique pour les deux parties dans les différents domaines. Dans ce cadre, l'auteur accorde un rôle important aux firmes multinationales et nationales dans le développement des échanges et le transfert de technologie vers les pays de l'OPEP. Là aussi, il y a divergence d'intérêts entre les deux parties. Les conférences internationales sur ces problèmes montrent à l'évidence la contradiction d'intérêts entre les projets des uns et des autres.

En conclusion, l'auteur fonde les perspectives du développement des pays de l'OPEP sur l'exploitation des hydrocarbures. Cependant, une question se pose : leur développement sur cette base n'est-il pas problématique ?

Habib Ishow

Comptes rendus

- Castoriadis, Cornelius. — *Devant la guerre*. — Paris, Ed. Fayard, 1981. — 284 p.

Malgré son titre ce livre n'est pas une contribution à la somme d'ouvrages qui nous annonce, par flux, l'arrivée de la III^e Guerre Mondiale. L'auteur développe ici une thèse originale ; un nouveau type historique de société, nouveau dans ses significations et dans son mode d'institution s'est développé en URSS. Le PCUS s'est profondément et complètement engagé, en lui sacrifiant tout autre objectif, dans une politique de suprématie internationale. Le parti ne fonctionne plus comme animateur ou organisateur de la société. Cet échec du PCUS a créé un vide, comblé par l'armée qui s'est faite agent social-historique et remplit un rôle totalement original et inédit. L'armée est, en Union soviétique, le seul secteur de la société qui fonctionne efficacement.

Ce qui émerge en Union soviétique, c'est une stratocratie. Pour s'orienter dans le monde contemporain, l'analyse des lignes de forces, des tendances lourdes est indispensable. A cet égard, la thèse présentée par l'auteur semble féconde, un second volume qui paraîtra à l'automne prochain abordera les questions politiques que cette analyse soulève.

- Earthscan. — *Vers un nouvel ordre de la santé*. — Ed. Ouvrières/Economie et Humanisme (Coll. Nord-Sud), 1981. — 150 p.

La santé dans le monde : encore un domaine où les disparités entre pays développés et pays du tiers-monde font que l'on ne peut pas se contenter de transférer des techniques : c'est l'échec de la médecine occidentale. Centrer la médecine sur la prévention et les soins de santé primaires, mieux utiliser le personnel médical en le diversifiant, sélectionner les produits pharmaceutiques essentiels, tels sont les impératifs d'une médecine qui ne serait pas réservée à une élite urbaine du tiers-monde, mais qui serait orientée vers les besoins de masse. Il n'existe pas de modèle unique de médecine : c'est pourquoi doivent être encouragées les expériences (Chine, Inde...) et réintégrée la médecine traditionnelle, qui permettent l'adaptation aux conditions particulières. La santé ne se limite d'ailleurs pas aux services de médecine, mais recouvre surtout le domaine sanitaire. Il reste le problème des produits pharmaceutiques qui traduisent encore la domination des pays occidentaux, on devrait donc s'orienter vers un schéma d'auto-suffisance pharmaceutique.

- Gral (Groupement de Recherches Coordonnées sur l'Administration Locale), CNRS. — *Enjeu local. Pourquoi une démocratie locale aujourd'hui ?*. — Rapport du colloque du 14 mars 1980. — Paris, Ed. Documentation Française, n° 7, 1981. — 159 p. (Collection GRAL).

Quatre chapitres structurent ce rapport (sur le cas de la France) faisant le lien successivement entre collectivités locales et pouvoirs, modes de vie, territoires et réseaux, puis s'interrogeant sur leur avenir.

Le local est un enjeu : maintes contributions à ce colloque l'ont rappelé, ne serait-ce d'ailleurs que parce qu'il est au confluent des notions et pratiques de démocratie et de décentralisation. La question de la décentralisation y est en effet abordée, tant du point de vue institutionnel que de celui des rapports économiques, techniques ou humains.

Sont aussi évoquées les fonctions et places de la ville et du monde rural sous l'angle notamment de l'observation du changement social et culturel et des conséquences des progrès technologiques. Enfin aux questions « pourquoi et comment une démocratie locale aujourd'hui ? », les participants au colloque répondent par le problème de la réforme des collectivités locales en insistant sur la nécessité de ne pas oublier, quand on traite de l'aspect institutionnel, la dimension humaine et économique de l'espace communal.

- Guha, Sunil. — « *La redistribution du revenu au moyen de travaux publics ruraux à forte densité de main-d'œuvre. / Quelques problèmes tactiques* ». — in *Revue Internationale du Travail*, n° 1 vol. 120, janvier-février 1981. — pp. 75-92.

Les programmes de travaux publics ruraux utilisant une main-d'œuvre abondante sont considérés comme un moyen efficace d'atténuer le chômage, le sous-emploi et la misère des masses dans bien des pays en développement. Cependant, on met parfois en doute leur capacité réelle de redistribuer le revenu et de stimuler une participation effective des groupes cibles aux décisions qui les concernent. Analysant des données concrètes tirées d'un certain nombre de programmes typiques de travaux publics ruraux, l'auteur conclut que, si l'on applique des mesures et des méthodes adéquates pour la sélection des groupes cibles, il est possible d'éviter les tendances régressives inhérentes à ces programmes, de renforcer leur potentiel de redistribution du revenu et d'accentuer l'encouragement à la participation qu'ils peuvent représenter.

- OCDE. — *L'avenir de la recherche universitaire. — Rapport OCDE, Paris, 1981. — 88 p.*

Ce rapport met en garde les pays membres de l'OCDE contre la réduction du soutien à la recherche universitaire qui risquerait de compromettre sérieusement les perspectives futures de l'innovation.

Une grande partie des difficultés auxquelles l'innovation se heurte de nos jours résulte des divers maux dont l'Université a souffert ces dernières années : l'insécurité financière, l'impossibilité de recruter du personnel nouveau, la diminution de ses dépenses en capital, le déclin dans le nombre de ses étudiants de 3^e Cycle.

Toutefois si son financement était assuré à long terme, l'Université répondrait efficacement aux exigences actuelles, notamment aux besoins toujours croissants d'hommes de science, d'analystes et d'administrateurs hautement qualifiés pour les secteurs en pleine expansion tels que la technologie de l'information ou les industries biotechniques.

Dans la plupart des pays membres de l'OCDE, la recherche universitaire absorbe une part appréciable, qui va de 20 à 25 % de l'ensemble des fonds alloués à la science et à la technique, et cette part ne doit pas diminuer.

- OCDE. — *Examens des politiques nationales d'éducation. Les réformes de l'enseignement en Suède. — Paris, OCDE, 1981. — 117 p.*

L'expérience de la Suède en matière d'enseignement est particulièrement intéressante car ce pays a, le premier, entamé une réforme profonde de son enseignement dès le milieu des années 1950. Quel bilan peut-on en tirer aujourd'hui ? Les observateurs de l'OCDE constatent ici qu'en dépit des efforts entrepris pour supprimer les disparités fondées sur l'origine sociale, le sexe, les handicaps, ou l'âge (la formation continue et les possibilités d'éducation récurrente se sont beaucoup développées) et pour rapprocher l'enseignement de la vie réelle, la perfection du système au niveau institutionnel ne correspond pas encore à une situation aussi satisfaisante au niveau des faits. Aussi considèrent-ils avec intérêt la nouvelle orientation prise aujourd'hui par la Suède, qui va dans le sens d'une décentralisation de l'enseignement, afin que la propulsion au changement puisse s'exprimer à un niveau plus opérationnel. Mais ils souhaitent aussi qu'une troisième étape succède à cette décentralisation formelle pour permettre aux élèves, aux enseignants, aux parents et à l'école de participer davantage, afin d'assurer une « détente psychologique qui libère des effets paralysants d'un système social cloisonné »...

- Lussato, Bruno. — *Le défi informatique. — Paris, Ed. Fayard, 1981. — 328 p.*

Le « défi informatique » dénonce les dangers de l'informatique telle qu'elle est actuellement conçue en France par le biais notamment de la télématique, et telle qu'elle traite l'information. Le thème de la nature de l'information est l'un des deux principaux :

Bruno Lussate distingue « l'information dure » qui s'exprime par exemple par des chiffres et « l'information molle » qui recouvre des notions très complexes comme le raisonnement, la création scientifique, etc... Les techniques actuelles ne s'intéressent qu'aux « informations dures », par les langages spécifiques, mais qui ne représentent que la plus faible partie des informations. Au contraire, la recherche d'un dialogue direct, entre la machine, l'information et l'homme, permettra dans l'avenir de traiter toutes les informations et ceci sans langage spécifique. Alors, pourquoi vouloir apprendre aux jeunes des langages qui seront rapidement dépassés ? Quant au thème des systèmes d'informatique, il s'attache à condamner la télématique au profit de la privatique. La télématique en effet enferme les hommes dans un réseau d'interconnexions, et renforce les tendances centralisatrices (de par son intégration fondée sur un ordinateur central et les télécommunications). Mais la privatique, au contraire, assure la liberté des individus et des entreprises, et s'inscrit dans un schéma de décentralisation. Entre « le grand chaudron » (la télématique) et « le petit chaudron » (la privatique) c'est le premier que la France a choisi, mais c'est le second le meilleur.

- Serres, Michel ; Dupuy, Jean-Pierre ; de Rosnay, Joël ; Schoffer, Nicolas ; Ascher, Edgar ; Cloutier, Jean ; Kaelin, Ernest-Jean. — *Sur l'aménagement du temps. Essais de chronogénie*. — Paris, Ed. Denoël Gonthier, 1981, coll. Médiations. — 278 p.

Le temps est aujourd'hui le bien le plus précieux de l'homme. Il a une valeur pluridisciplinaire. C'est ce que les auteurs, participants à un colloque, ont essayé de dégager : l'espace et le temps, la valeur du temps, son avenir, les rapports de l'enfant avec le temps, le temps dans la communication, dans les sciences, dans les arts, tels sont quelques uns des grands thèmes abordés tant dans les contributions de chacun que dans les discussions.

Sont étudiées par exemple des questions aussi diverses que la nécessité d'aménager le temps pour l'enfant qui n'a pas un rythme d'adulte, la réversibilité ou l'irréversibilité du temps, l'infini, ou l'élaboration d'un système politique fondé sur le temps : chronocratie, destinée à remplacer la démocratie fondée sur le peuple.

Comment l'homme agit-il sur le temps ou est-il agi par lui ? Il se dégage de cet ouvrage une somme de réflexions sur le problème du temps, sur ses résonances intellectuelles, spirituelles, morales ou pratiques.

- Simon, Jean-Claude. — *L'éducation et l'informatisation de la société - Rapport au Président de la République*. — Paris, Ed. Fayard, 1981. — 276 p. (Ann. 1 : les voies de développement. Contributions des groupes de travail, 338 p. — Ann. 2 : les expériences par pays, 306 p.). — Annexes : Paris, Documentation Française, 1981.

L'informatisation de la société n'est plus à démontrer, n'est plus à juger. La société d'information est un fait. Mais ce qui ne l'est pas encore, du moins en France, ce sont les modalités de son élaboration. L'éducation par exemple est un champ privilégié mais négligé : il faut se servir de l'informatique comme moyen d'enseignement (emploi de l'enseignement assisté par ordinateur) qui se révèle un outil particulièrement adapté à certains cas (formation des adultes...); mais il faut aussi faire de l'informatique un objet d'éducation. Apprendre l'informatique à tous les échelons de l'enseignement (primaire, secondaire, enseignement professionnel) est une nécessité technique pour préparer les élèves à la société à laquelle ils seront confrontés, société fondée sur la nouvelle culture : le savoir informatique. Une attention particulière doit par exemple être portée à l'enseignement de la programmation puisque le « software » prend une place capitale en informatique. Il ne faut pas oublier que l'apprentissage de l'informatique est un premier pas vers le perfectionnement et l'investigation du cerveau humain, vers l'intelligence artificielle.

- Stoke, Bruce. — *Helping ourselves. Local solutions to global problems*. — A Worldwatch Institute book. Ed. Norton & Company, New York - London, 1981. — 160 p.

Le monde est actuellement confronté à toutes sortes de problèmes que l'homme ne sait pas maîtriser : l'inflation, les questions énergétiques, la détérioration de l'environnement...

Bien que tous ces sujets soient globaux, Bruce Stoke estime que leur solution se trouve au plan local, où les conséquences sont plus visibles, où la motivation des acteurs est plus directe et le bénéfice des actions plus immédiat.

La naissance de la bureaucratie publique et privée et l'émergence d'une élite professionnelle, la centralisation et la spécialisation sont aujourd'hui remises en cause par une crise de résultats d'autant plus forte que les liens avec la base sont coupés. Pourtant individus et communautés peuvent contribuer de manière substantielle au bien-être des nations.

Sans remettre en cause toutes les actions au niveau global (certaines sont mieux menées par les Etats ou les spécialistes), il faudrait donc instaurer pour chaque objectif un équilibre entre les solutions locales aux problèmes globaux et les efforts centralisés, de manière à ce que chaque approche soit complémentaire de l'autre.

M.G.S.

Vient de paraître

- ASSOCIATION DE SCIENCE RÉGIONALE DE LANGUE FRANÇAISE. — *L'énergie et les régions*. — Paris, Ed. Economica, 1981. — Textes du colloque, tenu en 1975, réunis et présentés par A. Sallez et actualisés en 1980.
- BUIGUES, Pierre-André. — *Scénarios pour le solaire. Horizon 2000*. — Aix-en-Provence, Edisud, coll. Stratégies pour l'énergie, 1981. — 197 p.
- CGC. GROUPE D'ÉTUDE INFORMATIQUE ET LIBERTÉ. — *La novotique*. — Paris, Ed. Chotard, 1981. — 160 p.
- DEZET, Bernard. — *La crise mondiale de l'énergie. Ses implications géographiques*. — C.D.U./Sedes, 1981. — 190 p.
- GALLOUEDEC-GENUYS, Françoise et LEMOINE, Philippe. — *Les enjeux culturels de l'informatisation*. — Paris, La Documentation Française, coll. Informatisation et Société, 1981.
- I.R.I. et A.R.E.S. — *Produire son énergie*. — Paris, La Maison rustique, 1981. — 350 p.
- JANUS. — *Pour des rythmes de travail souples*. — Paris, Ed. Chotard, 1981.
- KALAORA, Bernard. — *Le musée vert ou le tourisme en forêt. Naissance et développement d'un loisir urbain, le cas de la forêt de Fontainebleau*. — Publié avec le concours de l'INRA, Ed. Anthropos, 1981. — 304 p.
- MICHAU, J.L. — *L'horaire modulaire. Pour un aménagement du temps de travail*. — Paris, Ed. Masson, coll. Institut de l'Entreprise, 1981. — 176 p.
- RAMADE, François. — *Ecologie des ressources naturelles*. — Paris, Ed. Masson, coll. Ecologie appliquée et sciences de l'environnement, 1981. — 322 p.
- SAYAG, A. sous la dir. de. — 1) *L'entreprise personnelle*. 2) *Critique et prospective*. — Paris, Librairies techniques, CREDA, 1981. — 529 p.
- TREFFEL, Jacques et al. — *Présents et futurs de l'audiovisuel en éducation*. — Paris, La Documentation Française, 1981. — 200 p.
- VIMONT, Claude. — *L'avenir de l'emploi. L'illusoire, le possible. Réflexions sur les mécanismes de l'emploi et du chômage*. — Paris, Ed. Economica, 1981. — 262 p.

Association Internationale Futuribles

Fondateur : Bertrand de Jouvenel ; Président : Philippe de Seynes ;
Délégué Général et Secrétaire Général : Hugues de Jouvenel

Objectifs

- Agir comme centre de documentation pour les études sur l'avenir à moyen et long terme : inventaire et évaluation des recherches, collecte et analyse des données, élaboration d'études comparatives et de rapports de synthèse.
- Identifier — avant qu'ils ne deviennent brûlants — les problèmes-clefs de demain : études et recherches sur les différentes évolutions possibles et sur les actions à entreprendre pour éviter les dangers prévisibles, saisir les opportunités qui se dégagent et s'adapter aux transformations irréversibles.
- Assurer une confrontation permanente entre les différentes équipes de recherche et les centres de décision, et faciliter l'échange entre personnes de disciplines, d'idéologies et de pays différents qui — par les faits qu'ils relatent, les idées et les opinions qu'ils avancent — peuvent aider à la compréhension du monde contemporain et aux défis du futur.
- Diffuser les résultats de ces réflexions et de ces recherches par l'édition de livres, revues, bulletins...

Fonction vigie

- **Bibliographie prospective.** Bulletin mensuel d'analyse bibliographique sur les principales études prospectives réalisées dans le monde.
- **Actualités prospective.** Bulletin mensuel sur les idées et les faits porteurs d'avenir.
- **Synthèse et évaluation de la recherche.** Recension, et évaluation des travaux de prospective, réalisées par thème ou par pays sur contrat.

Etudes et Recherche

- **L'avenir de l'Etat protecteur et les formes alternatives de protection et de régulation sociale.**
- **Les innovations technologiques et sociales : leurs impacts sur la création de nouveaux emplois.**
- **Prospective des besoins et des approvisionnements de l'Europe en matières minérales et végétales :** approvisionnement, économies de matières premières, stratégies de négociation.
- **Evolution des modes de vie :** au travers notamment d'enquêtes, de monographies familiales et de travaux de synthèse.
- **La prospective au service de l'action :** nécessité et opérationnalité de la prospective, évaluation des méthodes...

Rencontres

L'Association Internationale Futuribles organise régulièrement des **tables-rondes, séminaires et conférences internationales** dont le programme est disponible au secrétariat.

Edition

- Une **revue mensuelle** d'analyse, prévision, prospective : Futuribles 2000.
- Trois **bulletins périodiques** d'information : Actualités prospective, Bibliographie prospective, Futuribles newsletter.
- Des **livres** en anglais et en français.

Renseignements, adhésion, abonnement :

55, rue de Varenne. F-75007 Paris. France. Téléphone (1) 222.63.10 +

Ariel Alexandre, Jean-Philippe Barde	3	<i>Le temps du bruit ou le temps du silence ?</i>
Rémi Barré, Jean-Pierre Bordet Jacques Lambert	13	<i>Le bruit de la circulation dans les villes françaises</i>
Hélène Connord-Lajambe	33	<i>L'autonomie énergétique du Québec dans une perspective écologique</i>

Innovation

Maurice Claverie, Alain Dupas	57	<i>L'industrialisation de l'espace : le cas des centrales solaires</i>
----------------------------------	----	--

Forum

Trinity College, Dublin	23	<i>Le bruit, le stress et le travail</i>
	67	<i>USA : les modèles économétriques en question</i>

Futur-informations

76	<i>Les nouvelles de la prospective</i>
78	<i>Les actualités prospectives</i>

Bibliographie

84	<i>Analyses critiques</i>
93	<i>Comptes rendus</i>
96	<i>Vient de paraître</i>