

cnet

COLLECTION TECHNIQUE ET SCIENTIFIQUE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

enst

Le complexe de Babel

Crise ou maîtrise de l'information ?

Jean Voge

MASSON 

02266156X

62

COLLECTION TECHNIQUE ET SCIENTIFIQUE DES TELECOMMUNICATIONS

(livres n° 173)

CHEZ LE MEME EDITEUR

LE COMPLEXE DE BABEL

Crise ou maîtrise de l'information ?

Crise ou maîtrise de l'information ?

Auteurs anonymes

TELECOMS. De la transmission à l'architecture de réseaux, par G. STARVIC. Préface de J.-P. ARNAUD. Collection Systèmes distribués, 1986, 372 pages.

ORIENTATIONS, INTERFACES ET RESEAUX DE COMMUNICATION, par S. GAZIAN. Collection MIN-Algorithme, Programmeur, 1987, 131 pages.

RESEAUX LOCAUX ET TELEPHONE. Technologie, réseaux, intégration, par S. CHENAOUI-HALLA et A. ELBOUK. Collection Systèmes distribués, 1992, 304 pages.

COMMUNICATIONS NUMERIQUES. Introduction, par A. GUYOT et M. KERNOT. Préface de E. BOUTIER. Collection Pédagogie de l'enseignement, 1980, 116 pages.

OSI. LES NORMES DE COMMUNICATION ENTRE SYSTEMES OUVERTS, par J. HENSHALL, S. SHAW. Traduit de l'anglais par B. RICHOUX, Ch. COLON et E. TORRENTA. Collection MIN Réseaux, 1991, 372 pages.

TELECOMS ET RESEAUX, par M. MAMAN, avec la collaboration de M. CARRE et G. SERVIN. Rédaction de l'ouvrage. Travaux de l'Institut de Recherche de l'INRIA. Préface de P. MAILHON. Collection MIN Réseaux, 1991, 4^e édition, 344 pages.

8

D3

1998-4871

L3 34 - M4 - 96

MASSON



CHEZ LE MÊME ÉDITEUR

Dans la même collection

TÉLÉCOMMUNICATION : RÉALITÉS ET VIRTUALITÉS. Un avenir pour le xx^e siècle, par M. FENEYROL. 1996, 252 pages.

THÉORIE STRUCTURALE DE LA COMMUNICATION ET SOCIÉTÉ, par A. MOLES, avec la collaboration de E. ROHMER. Préface de E. LISLE. 1995, 3^e tirage, 296 pages.

LE RNIS, TECHNIQUES ET ATOUTS. Réseau numérique à intégration de services, par G. DICENET. Préface de J.-P. POITEVIN. 1995, 3^e édition revue et augmentée, 316 pages.

Autres ouvrages

TÉLÉCOMS. De la transmission à l'architecture de réseaux, par CL. SERVIN. Préface de J.-P. ARNAUD. *Collection Systèmes distribués*. 1996, 272 pages.

ORDINATEURS, INTERFACES ET RÉSEAUX DE COMMUNICATION, par S. COLLIN. *Collection MIM-Algorithmique, Programmation*. 1988, 120 pages.

RÉSEAUX LOCAUX ET TÉLÉPHONIE. Technologie, maîtrise, intégration, par S. GHERNAOUTI-HÉLIE et A. DUFOUR. *Collection Systèmes distribués*. 1995, 304 pages.

COMMUNICATIONS NUMÉRIQUES. Introduction, par A. GLAVIEUX et M. JOINDOT. Préface de E. BIGLIERI. *Collection Pédagogique de Télécommunication*. 1996, 336 pages.

OSI : LES NORMES DE COMMUNICATION, ENTRE SYSTÈMES OUVERTS, par J. HENSHALL, S. SHAW. Traduit de l'anglais par B. RICHOUX, Ch. COULON et E. TORREITER. *Collection MIM-Réseaux*. 1991, 272 pages.

TÉLÉCOMS ET RÉSEAUX, par M. MAIMAN, avec la collaboration de M. CARRÉ et CL. SERVIN. Réédition de l'ouvrage *Télématique* du même auteur. Préface de P. MATHELOT. *Collection MIM-Réseaux, série Enseignement*. 1994, 4^e édition, 344 pages.

COLLECTION TECHNIQUE ET SCIENTIFIQUE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

LE COMPLEXE DE BABEL

Crise ou maîtrise de l'information ?

Jean VOGÉ

*Ingénieur Général Honoraire
des Télécommunications*

MASSON 

Paris Milan Barcelone





Ce logo a pour objet d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, tout particulièrement dans le domaine universitaire, le développement massif du « photocopillage ».

Cette pratique qui s'est généralisée, notamment dans les établissements d'enseignement, provoque une baisse brutale des achats de livres, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que la reproduction et la vente sans autorisation, ainsi que le recel, sont passibles de poursuites. Les demandes d'autorisation de photocopier doivent être adressées à l'éditeur ou au Centre français d'exploitation du droit de copie : 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris. Tél. : 01 44 07 47 70.

Illustration de couverture réalisée par Daniel Kollen®
(CNET - Issy les Moulineaux)

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays. Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur, est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et d'autre part, les courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (art. L. 122-4, L. 122-5 et L. 335-2 du Code de la propriété intellectuelle).

© Masson et CNET-ENST, Paris, 1997

ISBN : 2-225-85510-2

ISSN : 0221-2579

Table des matières

Avant-propos	
Du cyberspace au synermonde	IX
Chapitre I	
Les limites de la croissance et de l'endettement : une productivité malade de ses coûts	1
Chapitre II	
Les rendements décroissants de l'information : le capital humain et l'inflation des clercs	13
Chapitre III	
L'ordre linéaire : les chaînes des pyramides et le mur de l'entropie	31
Chapitre IV	
L'ordre non-linéaire : les trames des réseaux et les chaos de la négentropie	37
Chapitre V	
Les réseaux de l'évolution : les parties liées du hasard et de la sélection	49
Chapitre VI	
La révolution des structures : les entrelacs de la concurrence et du partenariat	59

Chapitre VII

- Les réseaux de la communication :
l'ouverture et les règles du double jeu 73

Chapitre VIII

- La confrontation des hommes et des « télémates » :
le programme et l'apprentissage 91

Chapitre IX 1

- La gestion du parasite, de l'incertain et de l'imprévisible :
la réingénierie, la stratégie du flou et la tactique du fou 109

Chapitre X

- De la planète des signes à l'empire du sens :
la chimie de la connaissance et l'alchimie de la reconnaissance ... 131

Épilogue

- Le complexe de Babel 151

Bibliographie 163**Sources des figures** 171

Tout le monde se servait de la même langue et des mêmes mots. Comme les hommes se déplaçaient à l'Orient, ils trouvèrent une plaine au pays de Shinéar et ils s'y établirent. Ils se dirent l'un à l'autre : « Allons ! Faisons des briques et cuisons-les au feu ! ». La brique leur servit de pierre et le bitume leur servit de mortier. Ils dirent « Allons ! Bâtissons-nous une ville et une tour dont le sommet pénètre les cieux ! Faisons-nous un nom et ne soyons pas dispersés sur toute la Terre ! ».

Or Yahvé descendit pour voir la ville et la tour que les hommes avaient bâties. Et Yahvé dit « Voici que tous font un seul peuple et parlent une seule langue, et tel est le début de leurs entreprises ! Maintenant aucun dessein ne sera irréalisable pour eux. Allons ! Descendons ! Et là, confondons leur langage pour qu'ils ne s'entendent plus les uns les autres ! Yahvé les dispersa de là sur toute la face de la Terre et ils cessèrent de bâtir la ville. Aussi la nomma-t-on Babel, car c'est là que Yahvé confondit le langage de tous les habitants de la Terre, et c'est de là qu'il les dispersa sur toute la face de la Terre.

(Genèse, XI)

Chapitre VII

Les hommes se déplacent à l'étranger, ils transportent avec eux un peu de leur langue et de leur culture. Ils se disent l'un à l'autre : « Allons ! faisons des langues et construisons les nos ! » La langue leur servira de signe et de

Chapitre VIII

Tout le monde se sentira le même langage et les mêmes idées. Les hommes se déplacent à l'étranger, ils transportent avec eux un peu de leur langue et de leur culture. Ils se disent l'un à l'autre : « Allons ! faisons des langues et construisons les nos ! » La langue leur servira de signe et de

Or l'homme descend pour voir la ville et la voir que les hommes avaient faite. Et l'homme dit : « Voilà que tout est en ordre et que tout est en ordre, de tel est le bon de la langue. Mais l'homme ne sera intelligible pour eux. Alors l'homme dit : « Allons ! faisons des langues et construisons les nos ! » La langue leur servira de signe et de

(Chapitre VIII)

habitants de la Terre, et c'est de là qu'il les dispersa sur toute la face de la

Du cyberspace au synermonde

Au début des années 70, une grande mutation catalysée par la crise du pétrole s'est produite dans l'évolution économique des pays industrialisés. L'exemple des États-Unis est particulièrement caractéristique. Au cours du siècle écoulé depuis la fin de la guerre de Sécession en 1865 le produit national y a crû en moyenne de 3,4 % par an (4,1 % de 1959 à 1973), la productivité du travail par personne employée et les salaires réels de 2 %, sans réduction notable de la productivité du capital. Le moteur de cette croissance fut sans conteste le progrès technique, à l'origine des gains de productivité. Depuis 1973, le taux de croissance moyen est tombé à 2,5 % pour le produit national et à 0,7 % pour la productivité. Les entreprises n'ont pu sauvegarder leurs taux de profit (la rentabilité du capital investi) qu'en y sacrifiant leurs emplois et (ou) leurs salaires. Pour une majorité de travailleurs américains, le salaire réel a diminué et le revenu médian des ménages n'a pu se maintenir au niveau de 1973 que grâce au développement de l'emploi féminin. Plus soucieux de ses travailleurs et longtemps champion de la croissance, le Japon a choisi de laisser décroître ses profits. Leur effondrement menace aujourd'hui son emploi à vie. L'innovation technique ne s'est pourtant pas ralentie, si l'on en juge par l'explosion de la microélectronique. Mais le progrès technique semble s'être grippé.

Dès 1955, le célèbre mathématicien John von Neumann, père de l'ordinateur numérique et de la théorie des jeux, s'interrogeait dans un article de la revue *Fortune* : « Pouvons-nous survivre à la technologie ? ». Il présentait qu'une crise grave allait se déclencher avant 1980, dont nul ne pouvait dire quand et comment elle prendrait fin. Outre le gaspillage d'une énergie à trop bon marché, la mondialisation des échanges et le traitement de l'information devenaient trop rapides pour les constantes de temps des organisations humaines. Il ne serait plus possible de prévoir ni de contrôler les transformations

politiques et sociales. Ces craintes n'ont pas tardé à se concrétiser. Les médias ont déstabilisé les régimes politiques et la monnaie électronique a volatilisé les marchés. Le mécanisme des prix et la réglementation de la concurrence avaient permis jusque là à ces marchés de s'auto-organiser. Leurs variations étaient assez régulières pour que les entreprises puissent les anticiper et planifier leur propre évolution. En butte à des marchés chaotiques, elles ont tenté de s'y adapter par des restructurations et une reconfiguration de leurs processus informatisés. Mais elles n'ont pu empêcher leur planification de se diluer en scénarios flous dont l'horizon temporel n'a cessé de se raccourcir. Les stratégies d'anticipation font place à des tactiques d'adaptation à très court terme.

Dans le même temps les économistes commençaient à s'inquiéter d'un « paradoxe » des techniques de l'information. Si elles occupent aujourd'hui la première place dans l'équipement industriel et révolutionnent les modes de vie, elles n'ont pu réussir à augmenter notablement la productivité de ceux à qui elles paraissent destinées en priorité, c'est-à-dire les cols blancs, cadres et employés de bureau. Leur pourcentage dans la population active, de l'ordre de 10 % au début du siècle dans les pays développés, atteint ou approche 50 % et les frais généraux qu'ils génèrent en coûts d'interactions, de transactions ou d'adaptation à un environnement turbulent tendent à croître deux fois plus vite, par personne employée, que la productivité moyenne du travail dans l'ensemble de l'économie. Cette inflation « quadratique », version économique de l'effet Joule en physique, a été célébrée par Parkinson dans sa fameuse loi. Les coûts des services à dominante informationnelle (éducatifs, administratifs, techniques, commerciaux, financiers, d'assurance ou de publicité) qui assurent en interne ou en externe l'organisation et la distribution de la production industrielle ou agricole représentent jusqu'à 70 à 80 % de la valeur ajoutée. William Baumol a qualifié ce phénomène de maladie des coûts. Il a pu expliquer ainsi le déclin de la productivité globale de l'économie et mis en évidence une stagnation asymptotique de productivité même dans des activités très dynamiques de haute technologie, telles que l'informatique et les médias.

Comment dès lors survivre dans une société d'information entre stagnation et chaos ? Comment y relancer le progrès technique et se protéger des turbulences ? Les sciences des réseaux, du vivant et de la cognition nous ouvriront les pistes explorées dans cet ouvrage.

Nous nous en prendrons d'abord aux pyramides bureaucratiques d'organisation pour rechercher avec Herbert Simon « l'architecture de la complexité » la plus économe d'information. Le schéma idéal est celui d'une hiérarchie gigogne formée d'ensembles modulaires de taille croissante avec le niveau, mais qui regroupent quel que soit ce niveau un même nombre de sous-ensembles interconnectés, depuis les équipes de base jusqu'aux oligopoles multinationaux et des réseaux locaux aux inforoutes globales. La vague de restructurations qui déferle sur l'économie mondiale semble s'orienter spontanément dans cette direction, la dimension des groupes étant de l'ordre de la dizaine pour les oligopoles comme pour les équipes.

Nous essaierons ensuite d'analyser les mécanismes sous-jacents de cette auto-organisation afin de pouvoir l'accélérer et en tirer le meilleur parti. La genèse des structures modulaires relève de deux processus classiques en biologie : une synergie de croissance par catalyse croisée (ici entre des hommes ou des techniques) et la sélection compétitive. Leurs actions se conjuguent pour « cristalliser » les structures dans un état où leur capacité d'adaptation et de co-évolution avec leur environnement est maximale, en minimisant ainsi les coûts d'interaction. Ce complexe auto-adaptatif et évolutif se situerait juste en deçà de la « frontière du chaos », ce qui impose une limite à la dimension des groupes interconnectés.

Le double jeu de sélection et de synergie concerne la gestion du tissu économique autant sinon plus que sa structuration. L'intelligence humaine exploite deux modes de pensée complémentaires : la raison et l'intuition. La raison se nourrit de connaissances conceptuelles exprimées en langage symbolique, qu'elle sélectionne et organise logiquement. Son paradigme est le plan d'action. Mais dans un contexte dont la complexité limite de plus en plus la rationalité, fut-elle assistée d'un arsenal informatique, l'intuition est appelée à jouer un rôle majeur. Elle dispose d'une carte de perceptions et de significations tacites du monde vécu par chaque individu, empreinte sur le réseau neuronal, modulaire et maillé, de son cerveau. Confrontés à des problèmes qui apparaissent à la raison comme des puzzles impressionnistes, des individus et surtout de petites équipes pluridisciplinaires formées par un apprentissage collectif peuvent les résoudre par une reconnaissance immédiate et une mise en commun de pièces ou de motifs ancrés dans leur mémoire.

Plus généralement, quand la science n'arrive plus à déchiffrer un environnement complexifié par la technologie et la mondialisation, on doit renoncer à la vision globale chère aux philosophes des Lumières. Il faut en revenir aux visions partielles que les différentes cultures ont élaborées au cours de leur histoire et en préserver la diversité héritée de Babel, que ce soit contre une hégémonie anglo-saxonne ou une virtualité cosmopolite. Alors qu'un nouvel âge d'Incertitude ou de Pénombre succède à celui des Lumières, la réalité universelle ne pourra être approchée et un humanisme planétaire émerger que par un croisement fécond des cultures, comme au temps de la Renaissance. Celles dont l'économie s'est révélée la plus dynamique en Occident et en Orient ne sauraient y échapper, réconciliant Adam Smith et Confucius, la libre concurrence et une solide connivence, la sélection et la synergie. Prenant appui sur les nouvelles technologies pour traiter ce qui relève encore de la rationalité, l'humanité pourra se consacrer en priorité, comme elle le fit jadis, à une quête intuitive et collective de sens dans un monde sursaturé de signes. Ainsi une société de communication pourrait-elle prendre le pas sur celle d'information, tirer avantage de l'adaptation sur la compétition et s'arracher aux mirages du « cyberspace » pour explorer les réalités de notre « synermonde ».

Je ne voudrais pas conclure sans exprimer ma profonde reconnaissance au baron André Jaumotte, membre de l'Académie royale de Belgique et de l'Académie des sciences de France, qui a été le premier à me suggérer la rédaction de cet ouvrage. C'est sous sa haute autorité — il fut président puis recteur de l'Université Libre de Bruxelles — que j'ai eu l'honneur d'y enseigner, de 1964 à 1987, les télécommunications terrestres et spatiales.

Je dois aussi témoigner de ma respectueuse gratitude envers une autre figure emblématique de l'ULB et de la communauté scientifique internationale, le professeur Ilya Prigogine, prix Nobel de chimie en 1977. C'est dans les contacts que j'ai pu avoir avec lui et plusieurs de ses collaborateurs (Peter Allen, Gregoire Nicolis et Isabelle Stengers), dans ses conférences et dans ses écrits que j'ai puisé pour une bonne part mon inspiration. Comment un ordre spontané a-t-il pu apparaître et progresser dans notre univers physique et biologique ? En apportant une réponse à cette question primordiale entre toutes, Ilya Prigogine a mis en évidence le rôle crucial joué par la communication dans les systèmes dynamiques auto-organisés, que ce soit avec leur environnement (l'ouverture s'impose à eux comme aujourd'hui aux réseaux de télécommunication) ou en interne (dans leur structuration locale en sous-ensembles stables au comportement cohérent).

Mes remerciements s'adressent également à Pierre Braillard, délégué général de la section française de l'Institut International des Communications, Jeannine Henaff, responsable des activités scientifiques du Centre National d'Études des Télécommunications et Bernard Paulré, professeur d'économie à la Sorbonne, pour le soin avec lequel ils ont lu et relu mon manuscrit, les conseils qu'ils m'ont prodigués et le soutien qu'ils m'ont accordé.

Sabine Novarèze a eu la tâche — ô combien prenante et minutieuse — d'assurer la frappe de mon manuscrit et de le corriger à de multiples reprises au fil des années. Marie-Claire Vincent en a dessiné les tableaux et Brigitte Bailly-Sainte-Cluque supervisé la préparation. Je n'aurai garde d'oublier l'assistance précieuse et irremplaçable dont elle m'ont de très longue date fait bénéficier.

Jean VOGÉ

Les limites de la croissance et de l'endettement : une productivité malade de ses coûts

Au temps de la croissance, celui de l'enfance et de l'adolescence, succède inéluctablement pour tout être vivant la stagnation de la maturité. L'humanité, pour survivre dans les confins de la planète Terre, est-elle soumise également à une limitation dans le développement de sa population et de sa production économique ? Le Club de Rome fondé en 1968 par Aurelio Peccei se posa la question et publia en 1972 une étude sur « les limites de la croissance », réalisée par une équipe du MIT, l'Institut de Technologie du Massachusetts. Éditée en trente-sept langues et diffusée à dix millions d'exemplaires, elle suscita dans l'opinion publique un débat d'autant plus passionné qu'allait se déclencher quelques mois plus tard la grande crise de l'énergie. On ne pouvait manquer d'établir une corrélation entre cette crise et l'épuisement des ressources naturelles (pétrole, matières premières non renouvelables, terres arables) que dénonçaient les chercheurs du MIT, en même temps que la prolifération des risques technologiques et de pollution industrielle. Le monde venait de vivre les vingt cinq ou trente années les plus « glorieuses » de son histoire dans les pays développés, tandis qu'une croissance encore plus rapide semblait s'amorcer dans beaucoup de pays du Tiers-Monde : 3,9 % par an en moyenne pour leur produit intérieur par habitant entre 1965 et 1973, contre 3,7 % dans l'Occident industriel, en dépit du fait que les taux de croissance des populations respectives aient été de

2,5 et 1 %. Dans l'euphorie d'une conjoncture aussi favorable, la mise en garde du Club de Rome et surtout les remèdes qu'il préconisait apparurent d'une extrême brutalité. N'était-il pas proposé, si l'on voulait éviter une régression catastrophique au cours du XXI^e siècle, de stabiliser au plus vite le niveau de la population mondiale et, sous réserve d'une répartition mieux équilibrée entre les pays du Nord et ceux du Sud, le volume global de l'investissement industriel. Et, pour ceux qu'une telle perspective pouvaient inquiéter, on rappelait une observation du célèbre économiste John Stuart Mill en 1857 : « Il semble superflu d'insister sur le fait que le maintien de la population et du capital à un niveau constant ne signifie en aucune façon la stagnation de l'humanité. Il y aurait tout autant que dans le passé des perspectives offertes au développement de la culture sous toutes ses formes, au progrès moral et social ; il y aurait toujours autant de possibilités d'améliorer l'art de vivre et beaucoup plus de chances de le voir effectivement progresser... ».

Ces propositions reçurent un accueil très mitigé. Des personnalités telles que Sisco Mansholt, président de la Commission des Communautés Européennes, y ont souscrit et se sont déclarées partisans d'une « croissance-zéro ». La stabilisation de la population reflétait à la fois les tendances spontanées observées dans les pays les plus riches et les politiques de régulation des naissances en train de se mettre en place chez les plus prolifiques. Suivant diverses prévisions, le nombre des habitants de notre planète pourrait se stabiliser vers le milieu du siècle prochain, mais à un niveau de dix milliards, soit le double de celui atteint en 1988 après avoir atteint sept milliards et demi en 2015 et près de huit et demi en 2025. La limitation de l'investissement et de la production industrielle provoquèrent par contre chez beaucoup d'hommes politiques et d'économistes (dont Raymond Barre), dans les pays industrialisés et à fortiori ceux qui espéraient le devenir, une réaction d'autant plus vive que la crise de 1973 allait imposer une relance plutôt qu'un frein.

Il apparaît aujourd'hui, avec un recul de vingt ans, que les réserves d'énergie et de matières premières sont plus abondantes et diversifiées qu'on ne le craignait, grâce aux politiques de conservation et à la découverte de ressources nouvelles ou de matériaux de substitution.

L'énergie consommée augmentait pratiquement jusqu'en 1973 au même rythme que la production, doublant ainsi tous les vingt ou vingt cinq ans. La consommation par habitant est restée depuis pratiquement constante dans les pays industrialisés, malgré leur croissance économique. L'intensité énergétique (rapport en volume de la consommation d'énergie à la production économique) a baissé de 27 % aux États-Unis, de 32 % au Japon, de 20 % en Europe de l'Ouest et en Chine, alors qu'elle augmentait de 12 à 15 % en URSS, en Inde et en Argentine et de près de 30 % au Mexique. La consommation par habitant en 1990 s'accroît évidemment avec le niveau du développement : 8 tep (tonne d'équivalent pétrole) aux États-Unis, 5 pour l'ensemble des pays de l'OCDE, 4,6 pour ceux de l'Est, 0,5 dans le

Tiers-Monde. La moyenne mondiale s'établit à 1,5. Ainsi les pays industrialisés¹, pour 25 % de la population mondiale, consomment 76 % de l'énergie. La consommation globale de 8 milliards de tep ou 8 Gtep² se répartit entre le pétrole (37 %), le charbon (29 %), le gaz naturel (21 %), l'hydraulique (7 %) et le nucléaire (5 %). A cela il faudrait cependant ajouter environ 1 Gtep pour les énergies « traditionnelles » (bois, déchets animaux ou végétaux) encore très utilisées dans les pays en développement.

Quelle pourrait être l'évolution de ces chiffres d'ici une trentaine d'années, pour une population mondiale supposée être alors de huit milliards d'habitants ? On peut avancer avec beaucoup de prudence une consommation globale qui n'augmenterait que d'environ 50 % grâce aux progrès accomplis dans les économies d'énergie et les rendements de conversion, la consommation par habitant restant elle-même pratiquement stable. Les écarts de consommation individuelle entre pays développés et en développement seraient en moyenne fortement réduits : respectivement 2,4 et 1,4 tep en 2025. Les combustibles fossiles (pétrole, charbon, gaz) représenteraient encore 75 % du total, les énergies renouvelables (hydraulique, éolienne, solaire, géothermique) seulement 4 à 5 %, le complément devant être fourni par l'énergie nucléaire (filiales classiques à neutrons lents, puis surgénérateurs à neutrons rapides). Le nucléaire, particulièrement développé en France et en Belgique (75 et 60 % de la production électrique) et à un degré moindre en Suède (45 %), Suisse, Finlande et Allemagne Fédérale, constitue malheureusement à tort ou à raison une des cibles privilégiées des écologistes. Depuis la catastrophe de Tchernobyl, l'opinion publique lui est majoritairement hostile. Quant aux économies d'énergie, leur pérennité demande certainement un effort accru de vigilance et d'incitation. C'est ainsi qu'en France, où de 1979 à 1988 l'intensité énergétique a baissé de 15 %, la réduction n'a été que de 2 % entre 1988 et 1991.

Des études prospectives analogues à celle que nous venons de présenter trop sommairement ont contribué à dissiper les craintes d'épuisement des ressources naturelles, sinon hélas de pénuries locales ou temporaires. Par contre, les risques technologiques et de pollution n'ont pas diminué depuis 1972. Ils sont seulement mieux appréciés et leur prévention s'organise aux plans nationaux et internationaux, en particulier depuis le « Sommet de la Terre » de Rio de Janeiro en 1992. Les dangers majeurs auxquels on doit faire face sont multiples :

- a – Appauvrissement de la couche d'ozone de la stratosphère. Sa perméabilité au rayonnement ultraviolet solaire laisse craindre une multiplication de cancers de la peau et constitue une grave menace pour la biosphère. L'émission des substances dangereuses, en particulier les oxydes de chlore et de brome, devra être très réduite sinon

1. Amérique du Nord, Europe, pays de l'ex-URSS et pays industrialisés d'Asie et d'Océanie.

2. G pour giga.

supprimée d'ici la fin du siècle. Les premiers ont leur origine dans les chloro-fluoro-carbones utilisés dans les bombes aérosols, la réfrigération, les mousses d'isolation ou de rembourrage et les solvants. Les extincteurs d'incendie génèrent des composés bromés.

- b – Réchauffement climatique dû à l'effet de serre du gaz carbonique et d'autres gaz d'origine industrielle. Il accélère les phénomènes de désertification (en particulier, dans les zones sahariennes) et, en élevant le niveau des océans, multiplie les risques d'inondation. Les combustibles fossiles (pétrole, charbon et à un degré sensiblement moindre le gaz naturel) sont largement responsables d'une augmentation de la teneur de l'atmosphère en gaz carbonique. Elle a été de 25 % depuis le début de l'ère industrielle et s'est accélérée. La consommation en combustibles fossiles envisagée plus haut, avec une contribution largement accrue de gaz naturel tel que le méthane, semble constituer la limite du tolérable.
- c – « Déforestation » par le défrichement ou par le feu des forêts tropicales. Elle met en péril la réserve génétique la plus riche de la planète et laisse libre cours à l'érosion des sols et aux inondations causées par des pluies diluviennes. L'exode forcé des indiens du Nord-Est brésilien illustre tragiquement les traumatismes sanglants qui peuvent en résulter pour les populations locales. Dans le cas de l'Afrique, désertification et déforestation font disparaître chaque année huit milliards d'hectares de terres arables.
- d – Destruction des forêts des zones tempérées et empoisonnement de leurs cours d'eau et de leurs lacs par des pluies « acides » ou des infiltrations de polluants chimiques, tels que les oxydes de soufre et d'azote.
- e – Contamination de l'atmosphère, du sol et des océans par une multiplicité de déchets ou d'accidents d'origine pétrolière (naufages de « supertankers »), chimique ou nucléaire.

La lutte contre la pollution paraît désormais bien engagée. Il reste à savoir si les responsables sont, et surtout resteront, décidés à en payer le prix, un prix qui sans pouvoir encore être évalué avec précision sera certainement très élevé. Il faut noter que les sept pays les plus industrialisés du monde contribuent pour 40 % à la pollution mondiale. Ils sont suivis d'assez près par les pays de l'Europe de l'Est. Il serait juste que les contributions financières de ces pays soient en rapport avec leurs responsabilités. Mais ne doivent-ils pas financer aussi au moins partiellement celles des pays du Tiers-Monde, dont beaucoup, comme nous allons le rappeler, sont très surendettés ? Leurs débiteurs ne cessent de les encourager à réduire leurs dépenses publiques pour accroître leurs exportations, sans se soucier des surfaces qu'ils doivent arracher ainsi à la forêt pour développer leur production d'électricité, leur agriculture et leur élevage ou aménager des complexes touristiques. Pollution et endettement sont inextricablement liés.

ses réactions subjectives et spontanées. Il dispose pour cela d'un éventail de sept couleurs, en nombre égal à celui des composantes du spectre visible, mais choisies en s'inspirant des feux de circulation. Cinq couleurs traduisent un ordre décroissant de support ou de préférence : vert et vert clair (accueils favorables), orange (mitigé), rouge clair et rouge (défavorables). Le blanc marque l'indécision et le noir un refus de se prononcer. On obtient ainsi un tableau polychrome d'autant plus désordonné que l'on s'efforce de distribuer aléatoirement les points de questionnement afin d'éviter toute viscosité dans les réponses.

L'étape suivante, qui ne demande que quelques instants à un ordinateur, consiste à redistribuer les lignes et/ou les colonnes par niveaux de supports décroissants. On visualise ainsi les régularités du sondage en nuages de consensus (favorables ou défavorables) et de dissensions. C'est sur les dissensions que se focalisera la poursuite du dialogue, comme sur les erreurs dans une recherche heuristique. Les participants pourront être amenés à réviser leurs positions afin de dénouer progressivement les dissensions. De l'image brouillée d'un instant émergera peu à peu une représentation cohérente et synergique à laquelle chacun aura contribué. Cette « ingénierie de la perception par la couleur » est une véritable perception assistée par ordinateur, productrice de sens en combinant le dialogue interactif et le traitement collectif d'une image virtuelle à finalité concrète. Elle se situe en contrepoint de la conception assistée par ordinateur (CAO), d'usage très répandu aujourd'hui, pour formaliser et modéliser des projets conceptualisés. Elle peut être associée à la communication de groupe (téléphonique, télématique ou audiovisuelle) et aux logiciels de « groupware » permettant d'optimiser l'organisation de réunions et la recherche d'information.

L'émergence, assistée ou non par ordinateur, d'une perception et vision collectives ne peut que rappeler celle de la cartographie sémantique des couplages significatifs dans les systèmes dynamiques auto-catalytiques décrits à la fin du chapitre VIII (à partir des algorithmes génétiques de Holland et des grammaires chimiques de Kauffman). Une chimie de polymérisation et de catalyse suffit pour modéliser la nucléation de compétences-clés et plus généralement tout enchaînement synergique de connaissances conceptualisées. Mais la création du sens par apprentissage et reconnaissance intuitive de représentations mentales élaborées inconsciemment par le darwinisme neural relève, comme chez Kauffman, d'une alchimie biologique de coévolution avec l'environnement. La motivation des équipes tactiques, dont la responsabilité majeure est d'adapter les entreprises à cet environnement, ne saurait se réduire à une conquête des parts de marché par des coups de main hasardeux. Elles doivent porter une attention vigilante à leur écosystème — l'éco-marché qui leur sert de cadre. Elles se soucieront de participer à son développement et à sa croissance globale même si cette évolution échappe à leur contrôle et dépasse leur entendement rationnel. La compétition devra faire place à la co-évolution et les commandos agressifs à des patrouilles de reconnaissance de cet « orageux océan » inexploré évoqué par Kant.

La figure 22 rappelle les étapes les plus marquantes dans les modes de gestion des entreprises : stratégie de standardisation avec sa production de masse et ses économies d'échelle, puis celle de différenciation misant sur la spécificité de produits sur mesure. Elle a de plus en plus de mal à en anticiper l'évolution au point de se réduire à une pure tactique de très court terme. La frontière de l'économie ne se situe plus à l'interface entre des entreprises planificatrices et un marché auto-organisé. Elle s'est déplacée jusqu'à la frontière du chaos que Kauffman nous a permis de délimiter aux chapitres V et VIII. C'est là où une stratégie de nucléation et une tactique de co-évolution peuvent conjuguer de façon optimale, sous la houlette d'Adam Smith et de Darwin, l'auto-catalyse et l'auto-adaptation : une nouvelle croissance génératrice d'emplois et une évolution protégée de ruptures trop brutales.

Années	Stratégie	Tactique	Paradigme
(1) 1900-1960	Standardisation Coûts		Grande série
(2) 1960-1980	Différenciation Valeur		Sur Mesure
1980-1990		Compétition Parts de marché	Caprices mode
(3) 1990-2000	Nucléation Compétences-clés	Co-évolution Eco-marché	1/2 mesure Prêt-à-porter

Figure 22

Nous avons tenté, sur la figure 23, de remonter plus encore le cours du temps, en cette double fin du siècle et du millénaire. Nous y distinguons trois périodes de l'histoire de l'humanité depuis la chute de l'Empire romain au V^e siècle : le Moyen Âge, ou Âge de l'obscurantisme, celui des Lumières (de la découverte de l'imprimerie et de la Renaissance au XV^e siècle jusqu'à nos jours) et celui dans lequel nous entrons, l'Âge de l'incertitude (suivant John Galbraith) ou de la pénombre. Le développement des techniques a fait croître la complexité de notre univers au delà des limites de l'intelligibilité que le progrès scientifique nous en donne. Les structures et les comportements socio-économiques associés à chacune de ces trois grandes époques nous semblent correspondre aux trois états des systèmes dynamiques : le chaos, un ordre institutionnel ou établi auquel nous devons la démocratie mais qui devient trop rigide aujourd'hui, et celui enfin que l'on pourrait souhaiter pour demain, un complexe évolutif et auto-adaptatif. Dans un univers où la prolifération des signes contraste avec une extrême pauvreté du sens, la production de significations nouvelles devient le premier des impératifs. Il devrait privilégier désormais, sans pour autant leur donner l'exclusivité, l'apprentissage et l'entendement collectifs par rapport à l'éducation programmée et une approche calculatrice dont la rationalité paraît de plus en plus limitée.

Reste à évoquer la part que vont prendre dans cette évolution les technologies électroniques. Les agents « intelligents », télémates et « knowbots »

	Moyen-Âge	Âge des lumieres	Âge de l'incertitude
Structure	<i>Pluralisme</i> Chaos	<i>Unification</i> Ordre établi	<i>Modularité</i> Complexe évolutif
Ingenierie	Écriture	Imprimerie	Electronique
Cognition	Entendement	Raisonnement	Entendement collectif
Formation	<i>Apprentissage</i> Savoir-faire	<i>Education</i> Savoir	<i>Apprentissage collectif</i> Savoir-interagir

Figure 23

(automates communicants et robots pensants) deviendront des auxiliaires familiers, mais avec leurs limites et leurs effets pervers. La réalité virtuelle étend le champ de perception de la réalité physique en acuité et en rapidité. Elle peut même la simuler, mais non la remplacer. Il en est de même de la communication électronique comparée aux contacts en face à face. On peut craindre surtout, comme Guy Debord et Jean Baudrillard, que les médias n'interposent entre les individus ou leurs entreprises et un environnement dont ils quêtent péniblement le sens les contresens manipulés de la publicité et de la propagande et une virtualité dont l'irréalisme leur sera volontairement masqué. Le spectre de Babel y apparaît en filigrane, qu'il nous faut revisiter.

Age of horse	Age of mare	Age of foal	Age of mare
1-2 years	1-2 years	1-2 years	1-2 years
3-4 years	3-4 years	3-4 years	3-4 years
5-6 years	5-6 years	5-6 years	5-6 years
7-8 years	7-8 years	7-8 years	7-8 years
9-10 years	9-10 years	9-10 years	9-10 years
11-12 years	11-12 years	11-12 years	11-12 years
13-14 years	13-14 years	13-14 years	13-14 years
15-16 years	15-16 years	15-16 years	15-16 years
17-18 years	17-18 years	17-18 years	17-18 years
19-20 years	19-20 years	19-20 years	19-20 years
21-22 years	21-22 years	21-22 years	21-22 years
23-24 years	23-24 years	23-24 years	23-24 years
25-26 years	25-26 years	25-26 years	25-26 years
27-28 years	27-28 years	27-28 years	27-28 years
29-30 years	29-30 years	29-30 years	29-30 years
31-32 years	31-32 years	31-32 years	31-32 years
33-34 years	33-34 years	33-34 years	33-34 years
35-36 years	35-36 years	35-36 years	35-36 years
37-38 years	37-38 years	37-38 years	37-38 years
39-40 years	39-40 years	39-40 years	39-40 years
41-42 years	41-42 years	41-42 years	41-42 years
43-44 years	43-44 years	43-44 years	43-44 years
45-46 years	45-46 years	45-46 years	45-46 years
47-48 years	47-48 years	47-48 years	47-48 years
49-50 years	49-50 years	49-50 years	49-50 years
51-52 years	51-52 years	51-52 years	51-52 years
53-54 years	53-54 years	53-54 years	53-54 years
55-56 years	55-56 years	55-56 years	55-56 years
57-58 years	57-58 years	57-58 years	57-58 years
59-60 years	59-60 years	59-60 years	59-60 years
61-62 years	61-62 years	61-62 years	61-62 years
63-64 years	63-64 years	63-64 years	63-64 years
65-66 years	65-66 years	65-66 years	65-66 years
67-68 years	67-68 years	67-68 years	67-68 years
69-70 years	69-70 years	69-70 years	69-70 years
71-72 years	71-72 years	71-72 years	71-72 years
73-74 years	73-74 years	73-74 years	73-74 years
75-76 years	75-76 years	75-76 years	75-76 years
77-78 years	77-78 years	77-78 years	77-78 years
79-80 years	79-80 years	79-80 years	79-80 years
81-82 years	81-82 years	81-82 years	81-82 years
83-84 years	83-84 years	83-84 years	83-84 years
85-86 years	85-86 years	85-86 years	85-86 years
87-88 years	87-88 years	87-88 years	87-88 years
89-90 years	89-90 years	89-90 years	89-90 years
91-92 years	91-92 years	91-92 years	91-92 years
93-94 years	93-94 years	93-94 years	93-94 years
95-96 years	95-96 years	95-96 years	95-96 years
97-98 years	97-98 years	97-98 years	97-98 years
99-100 years	99-100 years	99-100 years	99-100 years

Figure 11

The following table shows the results of a study conducted by the author in 1958, in which the age of the mare at the time of foaling was compared with the age of the mare at the time of the next foaling. The results show that the average age of the mare at the time of the next foaling is 2.5 years older than the age of the mare at the time of the first foaling. This is a significant finding, as it indicates that the mare's age at the time of foaling has a direct effect on the age of the mare at the time of the next foaling. The results also show that the average age of the mare at the time of the next foaling is 2.5 years older than the age of the mare at the time of the first foaling. This is a significant finding, as it indicates that the mare's age at the time of foaling has a direct effect on the age of the mare at the time of the next foaling.

Figure 12

The following table shows the results of a study conducted by the author in 1958, in which the age of the mare at the time of foaling was compared with the age of the mare at the time of the next foaling. The results show that the average age of the mare at the time of the next foaling is 2.5 years older than the age of the mare at the time of the first foaling. This is a significant finding, as it indicates that the mare's age at the time of foaling has a direct effect on the age of the mare at the time of the next foaling. The results also show that the average age of the mare at the time of the next foaling is 2.5 years older than the age of the mare at the time of the first foaling. This is a significant finding, as it indicates that the mare's age at the time of foaling has a direct effect on the age of the mare at the time of the next foaling.

The following table shows the results of a study conducted by the author in 1958, in which the age of the mare at the time of foaling was compared with the age of the mare at the time of the next foaling. The results show that the average age of the mare at the time of the next foaling is 2.5 years older than the age of the mare at the time of the first foaling. This is a significant finding, as it indicates that the mare's age at the time of foaling has a direct effect on the age of the mare at the time of the next foaling.

Le complexe de Babel

Deux mythes sur la communication nourrissent aujourd'hui l'imaginaire collectif, l'un très ancien puisqu'il remonte à plus de quatre mille ans, l'autre très récent mais qui fait la une des médias. Ils sont associés à des projets d'une ambition extrême : édifier une tour qui s'élève jusqu'aux cieux, au risque de provoquer la fureur divine, ou construire une « super autoroute » électronique qui encercle la terre et en interconnecte tous les habitants et leurs bases de connaissances. Il n'est pas étonnant que ces projets aient été forgés par les deux puissances dominantes de leur temps, l'empire de Babylone et celui des États-Unis. Le conflit qui a opposé il y a quelques années les descendants irakiens du premier aux soldats du second pourrait symboliser le combat où s'affrontent depuis toujours l'incompréhension et la communication.

Le texte de la Genèse cité en préambule de ce livre rappelle comment Dieu punit les bâtisseurs de Babel de leur folle prétention, en confondant leur langage et en les dispersant « sur toute la face de la terre ». Les premiers hommes utilisaient-ils une même langue ? Pour certains linguistes, plus des trois quarts des quelques dix mille langues et dialectes encore parlés de nos jours seraient issus d'un ancêtre unique, le « nostratique », apparu il y a douze mille ans en Asie Mineure. Il aurait engendré sept grandes familles de proto-langues, parmi lesquelles quatre mille ans plus tard l'indo-européenne. Née en Mésopotamie, celle-ci se serait diffusée avec l'agriculture et l'élevage en Europe et en Asie, se ramifiant à son tour en trois branches également prolifiques : romane (dont le grec et le latin), germanique et slave. Quelle qu'en soit l'origine, divine ou naturelle, le pluralisme linguistique est resté longtemps dans la pensée occidentale le symbole du chaos, un phénomène maléfique pour la communication entre les hommes et la compréhension entre les peuples. Une des premières préoccupations de la majorité des États

modernes en gestation depuis les révolutions du XVIII^e siècle et de ceux qui ont accédé à l'indépendance depuis quelques décennies a été de choisir une langue nationale, fut-elle minoritairement parlée telle le français en 1789 ou importée par un colonisateur. Au Nigeria où quatre cent langues sont encore en usage, l'anglais est la seule langue de travail de l'Assemblée Nationale. C'est aussi la langue d'étude de tous les écoliers dès l'enseignement primaire, bien qu'ils soient tenus d'apprendre également dans le secondaire l'une des trois langues africaines majoritaires. L'utopie d'une langue universelle a suscité un grand intérêt au siècle dernier pour le volapük, puis l'esperanto. Elle a resurgi récemment chez les informaticiens avec l'Ada. L'échec de ces tentatives n'a pas suffi à retourner l'opinion en faveur de la diversité linguistique comme les écologistes sont parvenus à la faire pour la diversité des espèces animales et végétales. L'évolution biologique résulte de mutations génétiques et d'une sélection naturelle qui ont joué sur des millions d'années. Celle du langage n'a disposé que de quelques milliers d'années et l'homme y a tenu le premier rôle sans mutation notable de son génotype. Il peut donc estimer en avoir acquis la maîtrise, de sorte que ses interventions réductrices dans l'univers linguistique n'aient pas les mêmes inconvénients que dans son environnement biologique. Ce serait oublier les relations étroites qui existent entre langues et cultures.

Chaque culture traduit l'effort d'un peuple pour s'adapter à son environnement et en prendre au moins partiellement le contrôle. Elle n'a pu être transmise et développée de génération en génération qu'au travers d'un système de symboles : des objets (les plus anciens jetons d'argile sumériens datent du 9^e millénaire avant notre ère), des rites, mais surtout le langage. Nous avons vu comment procède cette symbolisation. L'entendement individuel et collectif catégorise les perceptions, leurs différences et leurs analogies. Il crée ainsi des significations. Lorsqu'elles ont été acceptées socialement, elles sont progressivement traduites en mots, puis conceptualisées pour être accessibles au raisonnement. Les comparaisons linguistiques révèlent la part plus ou moins importante des deux mécanismes de cognition, entendement et raisonnement, suivant les degrés respectifs de concrétisation et d'abstraction. On retrouve cette distinction dans l'écriture, entre hiéroglyphes et autres pictogrammes ou purs idéogrammes alphabétiques.

Les objets — nous l'avons vu en étudiant les langages informatiques — sont caractérisés par des attributs et des comportements. Les langues occidentales modernes tendent à les abstraire de leur contexte et à dépouiller leur comportement pour privilégier leurs attributs physiques ou métaphysiques (manière d'être ou qualité). Le langage et la connaissance définissent ainsi une façon de s'exprimer et une manière de sentir ou de penser plutôt que l'action de parler et la pratique de la lecture ou de l'apprentissage. Ce sont alors les verbes qui traduisent l'action et la nuancent au travers des conjugaisons et non les objets par leurs déclinaisons. Les verbes occidentaux sont empreints d'un déterminisme sur lequel peut se fonder le raisonnement. Pour reprendre deux exemples cités par le linguiste allemand Peter

Mühlhäusler, « enseigner » ou « soigner » signifient « être cause de progrès scolaire ou de guérison ». D'autres langues — en particulier orientales — n'expriment qu'une participation à ce progrès ou à cette guérison. Plus associatives que causatives, leurs vocabulaires et leurs tournures grammaticales peuvent être mieux adaptés à une perception globale ou synthétique de la réalité qu'une analyse cartésienne et méthodique des effets et des causes. Dès lors que cette réalité mouvante façonnée par les techniques voit sa complexité augmenter aujourd'hui plus vite que son intelligibilité, elle ne sera appréhendée que par une approche multilinguale et multiculturelle. Chaque composante lui apporte une vision et une explication partielle. On généralisera ainsi au domaine culturel le paradigme du puzzle, c'est-à-dire la démarche des équipes pluridisciplinaires dans les entreprises.

« Sauver Babel » : c'est sous ce titre provocateur que Mühlhäusler a lancé un cri d'alarme dans un article publié dans le *Courrier de l'Unesco* de février 1994. Il ne réclamait pas, comme pour Abou Simbel, Borobudur ou Angkor, la sauvegarde d'un joyau architectural hérité d'un passé lointain. Presque rien ne subsiste du ziggourat de Babylone, tour de sept étages supportant un temple à son sommet qui fut reconstruite par Nabuchodonosor au VI^e siècle avant notre ère à l'emplacement supposé de la mythique tour de Babel. Mais la diversité linguistique que Babel a engendrée appartient elle aussi au patrimoine culturel de l'humanité et doit être préservée. On n'observe malheureusement dans l'histoire de notre planète qu'une succession d'actes d'intolérance, de fanatismes racistes ou religieux, de guerres et de génocides provoqués par des différences ethniques. Combien de cultures et de langues qui les véhiculaient ont-elles ainsi disparu par extermination (comme chez les indigènes d'Amérique) ou assimilation forcée de celles de leurs conquérants ? D'autres n'ont pu survivre qu'en se renfermant sur elles même, dans un isolationnisme mal toléré, un ghetto minoritaire ou le refus d'un changement importé de l'étranger, pour se replier sur d'antiques traditions. Dans les cas heureusement nombreux où des échanges culturels se sont développés, ils ont trop souvent tendus à gommer les particularités discordantes. Les civilisations modernes et démocratiques issues de la philosophie des Lumières y ont contribué par leur souci — apparemment louable — d'accéder à une culture universelle, où les idées et les valeurs individuelles priment l'identité collective de sociétés ou communautés autochtones. On privilégie ainsi la recherche d'un fonds culturel commun (l'héritage gréco-romain des pays d'Europe Occidentale) ou le plus petit commun dénominateur d'un métissage hybride plutôt que l'épanouissement d'une fécondation réciproque. Le président de Gaumont, première et centenaire entreprise française du cinéma, s'inquiétait récemment de la perte d'identité nationale des films dans « un volapük cinématographique européen ».

Ce réductionnisme n'est plus acceptable à l'âge de l'incertitude. Il doit faire place à une « acculturation » dynamique et synergique, où chaque peuple et chaque culture expriment un des aspects de l'humanité. Leurs particularités sont des éléments d'une réalité universelle composite, que chacun

doit défricher laborieusement dans sa propre culture, mais aussi dans celle des autres pour se les intégrer. « La puissance d'une langue » a écrit Goethe « ne se manifeste pas par le fait qu'elle rejette ce qui lui est étranger, mais qu'elle se l'incorpore ». On retrouve la même idée chez Rousseau : « Quand on veut étudier les hommes, il faut regarder près de soi ; mais pour étudier l'homme il faut apprendre à porter sa vue au loin. Il faut d'abord observer les différences pour découvrir les propriétés ». Les exemples d'une telle attitude ne sont pas si fréquents. Les fondateurs de la démocratie athénienne ont su l'édifier avec des colons de toute origine et furent les premiers à supprimer le servage et à accorder à tous les mêmes droits dans les assemblées du peuple. Les huit siècles de domination musulmane sur la péninsule ibérique, en Andalousie du VIII^e au XV^e siècle, ont été marqués par un croisement exceptionnellement prolifique entre trois cultures, islamique, chrétienne et juive. C'est par les arabes que la culture grecque a été transmise à l'Espagne et de là à l'Europe, en même temps que les cultures de la Perse, de l'Inde et de la Chine. Ainsi un premier pont a-t-il été jeté entre l'Orient et l'Occident, l'Antiquité et la Renaissance.

Les technologies nouvelles peuvent-elles susciter des réussites aussi éclatantes, en multipliant et accélérant les échanges culturels, sans pour autant remettre en cause le pluralisme des langues et des cultures ? On serait tenté de le croire quand on lit le texte d'une communication du vice-président Al Gore, lors d'une conférence organisée par l'Union Internationale des Télécommunications à Buenos Aires en mars 1994 :

« Le président des États-Unis et moi pensons qu'un préalable essentiel à un développement durable pour tous les membres de la famille humaine est la création d'une Infrastructure Globale d'Information. Elle encerclera le globe avec des superautoroutes sur lesquelles tous les peuples pourront circuler.

« Ces autoroutes — ou plus précisément ces réseaux d'intelligence distribuée — nous permettront de partager l'information, de nous connecter et de communiquer comme une communauté globale. De ces connexions nous dériveront un progrès économique robuste et durable, de puissantes démocraties, de meilleures solutions aux défis globaux et locaux de l'environnement, une amélioration des soins médicaux et finalement un plus grand sens de la gestion partagée de notre petite planète.

« Cette infrastructure globale aidera à éduquer nos enfants et nous permettra d'échanger des idées dans une communauté et entre les nations. Elle donnera le moyen aux familles et aux amis de transcender les barrières du temps et de la distance. Elle rendra possible un marché global d'information où les consommateurs pourront acheter ou vendre des produits. Et son intelligence distribuée diffusera une démocratie participative... Je vois un nouvel Age Athénien de la démocratie forgé dans les fora qui y seront créés ».

L'exposé précise ensuite cinq principes sur lesquels ce plan sera basé : encourager l'investissement privé, promouvoir la compétition, créer un cadre réglementaire flexible, donner à toute information un accès ouvert sur le réseau et — ce qui est considéré comme le plus important — établir un service universel. Il est défini comme de haute qualité et disponible pour tous, en tout lieu, à des prix accessibles à tous les revenus.

Ce projet soulève, on s'en doute, un grand enthousiasme chez ceux qui espèrent participer à sa mise en œuvre, qu'ils produisent des équipements, des logiciels, des services ou des programmes. Les dirigeants politiques des pays industrialisés y voient une source abondante de richesses et d'emplois. Mais d'autres expriment leur scepticisme ou de sérieuses inquiétudes.

Le scepticisme naît d'abord de l'importance des investissements à réaliser, même étalés sur quinze ou vingt ans. Ils seraient de l'ordre de 600 milliards de francs pour la France, suivant un rapport de Gérard Théry au Premier Ministre, dont un quart pour connecter en fibre optique les entreprises et tous les foyers et trois fois plus pour les logiciels et supports des services. La demande potentielle peut-elle justifier ces dépenses ? Aux États-Unis, la part des télécommunications (essentiellement du téléphone) dans la consommation des ménages est restée depuis 1970 voisine de 1,6 à 1,7 %. La valeur ajoutée totale des services de communication (incluant aussi la radio-télévision) n'a crû entre 1977 et 1994 que de 2,53 à 2,7 % du PIB. La croissance ne concerne que l'audiovisuel dont la part, sous l'essor des réseaux câblés, s'est élevée de 12 à 22 %. Les nouveaux acteurs de la communication comptent sur la vidéo sur demande (y compris pornographique), le téléachat ou les jeux vidéo, mais aussi paradoxalement sur leur association avec le téléphone, pour faire exploser leurs revenus au détriment de marchés existants (spectacles, cinéma, disques interactifs, cassettes, édition, catalogues, etc.). Le scepticisme porte également sur le service universel. Comment financer le raccordement en fibre optique des écoles et bibliothèques et à plus forte raison des fermes ou habitations isolées sans une subvention directe ou déguisée de l'État ? Et, en admettant ce problème résolu, comment les usagers les plus défavorisés pourront-ils payer les services d'information, d'éducation ou de loisir sur mesure qu'on leur promet pour demain ? Faudra-t-il les leur donner gratuitement ou leur distribuer des bons d'information comme aujourd'hui de repas ?

Le scepticisme atteint son comble vis-à-vis des pays en développement. La densité téléphonique n'est en moyenne que de 0,25 ligne par cent habitants dans les cinquante pays les plus pauvres du tiers-monde contre 50 dans les pays développés. Un projet de 1984 de l'Union Internationale des Télécommunications avait fixé pour le début du siècle prochain un objectif minimal de 5 lignes par cent habitants et d'un poste téléphonique à moins de deux heures de marche dans les zones rurales. On doute aujourd'hui de pouvoir atteindre cette densité même dans les zones urbaines. Les institutions financières internationales, Banques Mondiale et Régionales, ou le Programme International des Nations-Unies pour le Développement ont

réduit leurs contributions de 15 à 10 % des investissements nécessaires, estimés sur la période 1993-2000 à 90 milliards de dollars pour les pays les plus pauvres (260 pour l'ensemble des pays en développement). Ils souhaitent que la contribution du financement privé s'élève de 20 % jusqu'ici à 50 %. Le paradoxe est que beaucoup d'États, en particulier africains, préfèrent confisquer les profits du trafic international record de quelques rares entreprises nationales ou multinationales plutôt que de les réinvestir dans le développement de leur réseau intérieur.

Si les financiers sont sceptiques sur l'avenir des inforoutes, les sociologues et les ethnologues sont très inquiets des conséquences qu'elles pourraient avoir. Ils y voient une tentative des pays industriels, et d'abord des États-Unis, d'imposer leur hégémonie au reste du monde, en gommant les distinctions linguistiques et culturelles qui pourraient la freiner. Une vague de chaînes privées de télévision a déferlé sur l'Europe à la fin des années 80. Elle envahit maintenant l'Amérique Latine, l'Asie, les Pays de l'Est et le Moyen-Orient avant d'atteindre bientôt, grâce aux satellites et à une prolifération de petites paraboles, l'ensemble du continent africain. Les États-Unis dominent très largement la production, l'édition et la diffusion des programmes de ce fructueux marché. Les pays européens ne sont pas épargnés. Ils ont importé en 1994 pour plus de 4 milliards de dollars de programmes des États-Unis, le montant de leurs exportations étant inférieur à 350 millions. La chaîne d'information CNN, dont la guerre du Golfe a fait la célébrité, est diffusée par câble et satellite dans cent millions de foyers, dont plus du tiers à l'étranger. Bien frêles semblent les digues que l'Union Européenne, de rares pays comme le Brésil, l'Égypte ou l'Inde et quelques dizaines de radiodiffuseurs du tiers-monde regroupés en association avec l'aide d'institutions internationales tentent d'opposer à ce raz-de-marée, en subventionnant leur production audiovisuelle et en imposant des quotas. Bien fragile aussi peut être jugée l'exception culturelle que la France a réussi à faire accepter lors des négociations du GATT en 1993. Cette situation très inégalitaire sert de justification à la centaine de pays du monde qui maintiennent un contrôle étatique total sur leur radio-télévision et s'efforcent sans beaucoup de succès d'interdire les paraboles. Elle impose aux autres le maintien d'un service public de qualité. Il devrait constituer une réserve de protection pour leur identité et leur souveraineté culturelles, mais aussi pour celles d'autres cultures dont la survie est en danger.

Une culture peut être également menacée de l'intérieur, dans les pays où les nouvelles technologies vont se développer, par une désagrégation sinon une atomisation de leur communauté nationale. Comme on l'observe sur Internet, certains usagers, en particulier les jeunes, s'enferment dans une tour d'ivoire électronique au point d'en être drogué, s'isolant de leur famille et du monde extérieur pour se composer des menus à la carte dans le dédale des banques de données et demain de centaines de chaînes de télévision ou se laisser griser par la fascination d'images de synthèse. D'autres se réfugient dans des communautés virtuelles constituant de véritables tribus nomades

ou sectes cosmopolites plus ou moins pernicieuses. Le jour où les minorités culturelles d'un pays disposeront de leurs propres chaînes, souvent alimentées de l'étranger, leur intégration et l'assimilation des immigrants risquent de s'en trouver gravement affectées. Le fossé entre riches et pauvres en information pourrait aussi se creuser entre générations, les personnes âgées n'ayant pas la même agilité intellectuelle mais surtout physique que les jeunes pour manipuler des claviers ou des « souris ».

Ces craintes ne sont malheureusement pas sans fondement, ni celles d'une intrusion dans la vie privée des individus, d'une démocratie électronique instantanée qui se substituerait à celle des urnes ou d'une remise en cause des institutions traditionnelles, telles que la famille, l'école, la religion ou les tribunaux. Nul n'est en mesure de prévoir si, quand et comment une Infrastructure Globale d'Information pourra être édifiée. On peut penser, compte tenu des difficultés rencontrées, que cela demandera un temps assez long pour laisser à l'intelligence et à l'imagination humaines celui de l'organiser et d'en tirer bénéfice.

A la question de von Neumann : « Pourrons-nous survivre à la technologie ? », « Sauver Babel » est sans doute la réponse. Confrontées à des environnements inexplorés ou inhospitaliers, les cultures ont réussi à s'adapter avant que la science ne leur vienne en aide ou quand elle se trouve dépassée. Un réseau planétaire de dialogue éco-culturel (Babelnet ?), qui préserverait leur diversité et en féconderait les croisements, réconcilierait les deux mythes antagonistes de la communication. Le pays de l'entendement auquel il donnera accès n'échappera pas à un déluge d'information et aux mirages de l'empire de l'illusion que Kant a dépeint, médiatisé aujourd'hui en « cyberspace » d'une société du spectacle et de la virtualité. On ne pourra s'en protéger qu'en lui opposant un « synermonde » co-évolutif où le maître-mot de la politique économique ne sera plus l'avantage compétitif mais adaptatif.

Les succès d'Internet et du Minitel démontrent amplement qu'une action catalytique bien ciblée et largement subventionnée peut faire émerger la demande des utilisateurs et l'offre des producteurs, par apprentissage collectif et accumulation de mutations marginales, beaucoup plus efficacement qu'en s'en remettant à la seule concurrence. Nos conclusions rejoignent ainsi celles de Brian Arthur, l'un des pionniers dans l'étude des économies à rendement croissant. Les pouvoirs publics ne doivent alors pas hésiter à encourager politiquement et financièrement les synergies, le partage des investissements et des réseaux de distribution, les alliances stratégiques au plan mondial. Et dans leur soutien à la recherche, il leur faut souvent cultiver l'intuition plutôt qu'une logique déterministe de planification. Ils s'efforceront d'« attraper le hasard au vol », suivant l'heureuse expression de Jacques Monod, de pressentir et reconnaître les innovations critiques et les moments décisifs où normes techniques, conventions sociales et règles dominantes doivent être remises en question.

*

* *

Il nous reste à conclure sur une vision planétaire et transculturelle, en rappelant les deux processus (sélection compétitive et synergie de croissance) et les deux modes de cognition (raison et intuition) dont la conjonction équilibrée « à la lisière du chaos » peut donner vie et dynamique à un complexe co-évolutif.

L'économie politique occidentale est imprégnée de l'idéologie libérale d'Adam Smith : « Un individu qui recherche sa propre sécurité et son propre gain est conduit par une main invisible à promouvoir une fin qui n'était pas dans son intention. En poursuivant son propre intérêt, il fait souvent avancer celui de la société plus efficacement que s'il visait réellement à le promouvoir ». Les hypothèses de base semblent contredire la réalité sociologique. Les agents économiques seraient des êtres asociaux, poursuivant indépendamment et rationnellement des intérêts égoïstes et ne communiquant qu'au travers d'un mécanisme des prix supposé parfaitement concurrentiel. La société n'y a trouvé finalement son compte que parce que les gouvernements ont prêté main forte à la main invisible pour minimiser les entorses à la concurrence par des lois antitrust et de strictes barrières entre certaines activités. Mais leur méfiance instinctive envers des groupes soupçonnés de collusion ou d'ententes illicites a sans doute contribué à la montée de l'individualisme.

L'économie libérale se caractérise par la spécialisation des tâches, la mobilité des emplois et une grande flexibilité d'adaptation aux fluctuations de l'environnement, par restructuration des entreprises et redéploiement du capital et des ressources humaines. La sélection rigoureuse et la mobilité des chercheurs, comme la disponibilité du capital-risque pour financer les industries de pointe, ont donné aux États-Unis une primauté dans l'innovation scientifique et la rapidité de sa diffusion. Le progrès technique qui en est résulté a été sans conteste le moteur de la « glorieuse » croissance des pays industrialisés jusque dans les années 70, dont les bénéfices ont alors été répartis équitablement entre le capital et le travail. Mais le profit immédiat des actionnaires était et demeure l'objectif principal des entreprises américaines, au détriment des investissements de rentabilité plus lointaine comme la formation, le développement des qualifications ou les relations avec les fournisseurs.

Le philosophe Confucius, vivant au V^e siècle avant notre ère, a été le maître à penser des dirigeants et éducateurs chinois puis japonais. Il le serait encore aujourd'hui, si l'on en croit par exemple Toshio Itoh, directeur de la recherche chez Mitsubishi Electric. Pour Confucius, ce sont les interactions entre les hommes, la contagion de leurs idées et de leurs sentiments qui jouent le rôle essentiel dans l'évolution de la société. Ce réseau de connexion agirait comme un être suprême (*Ten* ou *Ten-mei* en japonais) pour les guider et les faire progresser, sans qu'il soit besoin de faire appel à quelque divinité. Encore faut-il que les individus et leurs gouvernants aient une influence positive sur le réseau pour en renforcer les liens « vertueux » et éliminer ceux qui sont pernicieux. Confucius explicite dans ses *Analectes* une morale de

solidarité (le *Jin*) entre les princes et leurs sujets, les parents et les enfants, les jeunes et les personnes âgées et tous les concitoyens. Elle prône le respect d'autrui, la générosité, la loyauté et la fidélité, mais en exclut (premier signe de protectionnisme) les étrangers considérés comme des barbares. Elle recherche l'harmonie, étendue aux hommes et à la nature, et elle conjugue la méditation avec une réactivité toujours en éveil face à l'imprévu, comme dans les arts martiaux (ou les jeux électroniques). Les principes qui ont fait le succès du management japonais, emploi à vie, syndicat d'entreprise, progression des salaires à l'ancienneté sont inspirés de cet enseignement. L'entreprise doit mériter l'estime de ses employés, stimuler leur sentiment d'appartenance à une communauté et leur désir instinctif de création sinon de conquête. Ils seront confiants qu'en réalisant des gains de productivité, par synergie de leurs activités ou avec la technologie, ils obtiendront à terme des bonus substantiels sans mettre en péril leur emploi comme dans les entreprises occidentales. On compte ainsi au Japon six fois plus de robots par travailleur qu'aux États-Unis. Des moyens importants peuvent y être consacrés à la formation et la recherche sans crainte de fuites ou de débauchages au bénéfice des concurrents.

Nous avons noté au chapitre IX qu'en matière de formation et d'acquisition des connaissances, l'apprentissage collectif, la mobilité interne, les échanges horizontaux entre petites unités et une expérience partagée sur le long terme comptaient plus au Japon qu'une éducation de caractère scolaire. Il en est de même dans la recherche, et les informations recueillies à l'étranger sont réinterprétées en référence à l'expérience propre des scientifiques ou ingénieurs. Si la recherche de base est dominée par les États-Unis, cette approche pragmatique et collective reprend l'avantage dans la recherche appliquée, le développement des produits et leur commercialisation. Citons l'ancien président de Sony, Akio Morita : « La principale raison de la force industrielle du Japon n'est pas sur sa maîtrise des technologies de base (...), mais le fait qu'il sait créer des produits dérivés de ces technologies. L'Amérique n'a aucune faiblesse technologique. Mais elle manque de la créativité nécessaire pour valoriser commercialement les nouvelles technologies ». On peut penser, dans l'optique du réseau, que le succès de ces produits dérivés découle d'une prise en compte beaucoup plus développée des désirs et des besoins des consommateurs, mais aussi des intérêts de tous les acteurs sociaux engagés dans cette réussite, employés, fournisseurs et cadre régional où les entreprises se trouvent implantées. Cela explique également l'importance des flux d'information et de communication mis en jeu.

En bref, cette politique synergique se distingue essentiellement du paradigme occidental de libre concurrence par une vision prospective focalisée sur la pérennité et la croissance à long terme plutôt que sur une rentabilité de court terme. Ce sont les dirigeants et non les actionnaires qui décident du choix des investissements.

Les nouvelles technologies vont-elles remettre en question ces modèles apparemment antagonistes, qui s'enorgueillissent tous deux de succès remar-

quables dans un passé récent. Deux ouvrages publiés en 1995 peuvent nous aider à y répondre.

Pour Nicholas Negroponte, fondateur du Medialab au MIT, son homme « numérique » (*digital* en anglais) n'aurait même plus à la fin du siècle à presser de ses doigts un clavier ou un écran tactile. Il s'en remettrait à des agents intelligents préalablement bien dressés pour glaner de l'information et raisonner à sa place, en le libérant de ses contraintes spatiales et temporelles. Ce « laissez-faire » technologique substituerait la machine à l'homme sans remettre en cause la libre concurrence.

L'homme « symbiotique » de Joel de Rosnay est plus proche de Confucius. Pour lui « le défi de l'avenir est humain avant d'être technique ». Il lui revient de piloter une coexistence harmonieuse entre sa noo-sphère socio-culturelle et son écosphère de la planète Terre qu'il n'a cessé de dégrader. D'ici un siècle — ou cinq — espère de Rosnay un macro-organisme collectif et auto-régulé, le « cybionte », pourrait en émerger, représentant l'évolution ultime de la vie terrestre. Descendant direct de l'être suprême confucéen, il disposerait d'un cerveau planétaire, mi-biologique et mi-électronique, interconnectant tous les êtres humains à et par une myriade de réseaux de communication et de prothèses informatiques.

Quoi que l'on puisse penser de ces extrapolations futuristes, il convient de rappeler que le Japon comme l'Occident ont à subir depuis 1973 une chute brutale de leur progrès technique (la productivité totale des facteurs) mise en évidence sur la figure 12 du chapitre II, sans qu'aucune amélioration ne soit perceptible depuis 1990. Pour tenter de réagir et de sauvegarder leurs profits, les entreprises occidentales ont dû sacrifier leurs emplois et/ou le niveau de leurs salaires. Le revenu médian réel des familles américaines, plus pertinent que le revenu moyen dans une démocratie, atteint à peine aujourd'hui celui de 1973, après avoir crû de près de 3 % par an de 1947 à 1973. Les entreprises japonaises ont préféré laisser la rentabilité de leur capital se déprécier de moitié (figure 14), sans empêcher pour autant que leur emploi à vie ne soit menacé.

Nous avons discuté au chapitre IX d'effets pervers des technologies de l'information qui peuvent expliquer cet effondrement du progrès technique. L'accélération des innovations informatiques aux États-Unis, autour d'Internet et des réseaux privés d'entreprises qui viennent s'y connecter (les « Intranets »), ne laisse plus à leurs usagers le temps de s'y familiariser, ni aux sociétés japonaises celui de les domestiquer et de les rendre plus conviviales. Au moment même par exemple où Microsoft semble avoir avec Windows 95 imposé définitivement ses normes à l'ordinateur personnel, celui-ci se trouve contesté comme terminal : les traitements d'information seraient effectués plus efficacement sur le réseau. Mais le problème de fond et les moyens de le résoudre se situent à un niveau plus général. Très schématiquement, nous l'avons vu, la sélection régit l'évolution et la synergie auto-organisatrice la croissance. Dans une production de masse, l'évolution est relativement lente et la synergie se concrétise en économies d'échelle.

Les deux pôles du progrès socio-économique, évolution et croissance, sont alors intimement liés et chacune des deux cultures d'entreprise, occidentale et orientale, peut en revendiquer la maîtrise. Il n'en est plus de même lorsque s'accroît et s'accélère la diversité des produits et des services. Les approches vont alors diverger jusqu'à en devenir antagonistes, au risque de se neutraliser. Suffira-t-il pour les réconcilier, d'en faire un amalgame ? Les entreprises occidentales ont introduit dans leur gestion les équipes pluridisciplinaires, le « juste à temps » et la communication transversale. Et en ouvrant à la concurrence des activités de réseaux, telles que les télécommunications, les organes de régulation prennent grand soin de préserver sinon de développer les synergies positives : effets de « club » entre usagers, intégration des services ou leur universalité. De leur côté les industries japonaises et celles des pays émergents du Sud-Est asiatique multiplient les alliances stratégiques avec des partenaires américains et européens et elles ont pris le parti de libéraliser progressivement leurs importations.

Mais, pour que prennent ces greffes, il faut aller plus loin dans la fécondation croisée des cultures, en se gardant de les dissoudre dans une « culture globale », sans racines ni mémoires, préfabriquée par des média cosmopolites. D'un métissage, entre Adam Smith et Confucius, la libre concurrence et une sage connivence, peut émerger durablement le nouvel humanisme d'un complexe planétaire. La prise de conscience d'un principe bipolaire gouvernant le cosmos, la nature et l'humanité, que les théoriciens modernes de la pensée complexe qualifient de « dialogique » (telle la dualité onde-corpuscule en physique), remonte à la plus haute antiquité en Europe comme en Asie. Le philosophe grec Héraclite, cinq siècles avant J.-C., parlait de l'« harmonie des contraires » et le *Yinjing* ou Livre (chinois) des mutations, daté du XII^e ou XIII^e siècle avant notre ère, de la complémentarité entre le *Yang* et le *Yin*, les deux versants indissociables, éclairé et ombragé, de la réalité. Les tenants d'une Europe sociale (l'Allemagne, la France, les pays scandinaves...) devraient être les mieux placés pour explorer les zones d'ombre et y rechercher des convergences avec les pays du Soleil Levant.

Notre dernière remarque portera sur l'expression même de « société de l'information » que l'on monte aujourd'hui en épingle. Elle n'a pas débuté avec les inforoutes et le multimédia, mais après la découverte de l'imprimerie. Bien avant que ne soit octroyée la liberté de presse (en 1881 en France), elle a permis de vulgariser les œuvres des grands génies de l'antiquité, en contribuant à l'essor et au succès de la Renaissance. Ainsi, a souligné Michelet, « l'humanité a commencé à s'asseoir dans la Justice et la Raison ». Mais devant la complexité des problèmes posés par la mondialisation, une « société de la communication » y paraît mieux adaptée que celle d'information. Si des agents intelligents à l'affût des réseaux et des banques de données se montrent capables de porter des jugements et de conduire des raisonnements, c'est désormais en se fondant sur la solidarité et une intuition collective, créatrice de sens et d'harmonie, que l'humanité devra assumer sa primauté dans les décisions et construire son avenir.



The first part of the paper is devoted to a general discussion of the role of the state in the development of the economy. It is argued that the state should play a leading role in the development of the economy, particularly in the case of developing countries. The second part of the paper is devoted to a detailed analysis of the role of the state in the development of the economy. It is argued that the state should play a leading role in the development of the economy, particularly in the case of developing countries. The third part of the paper is devoted to a detailed analysis of the role of the state in the development of the economy. It is argued that the state should play a leading role in the development of the economy, particularly in the case of developing countries.

The first part of the paper is devoted to a general discussion of the role of the state in the development of the economy. It is argued that the state should play a leading role in the development of the economy, particularly in the case of developing countries. The second part of the paper is devoted to a detailed analysis of the role of the state in the development of the economy. It is argued that the state should play a leading role in the development of the economy, particularly in the case of developing countries. The third part of the paper is devoted to a detailed analysis of the role of the state in the development of the economy. It is argued that the state should play a leading role in the development of the economy, particularly in the case of developing countries.

The first part of the paper is devoted to a general discussion of the role of the state in the development of the economy. It is argued that the state should play a leading role in the development of the economy, particularly in the case of developing countries. The second part of the paper is devoted to a detailed analysis of the role of the state in the development of the economy. It is argued that the state should play a leading role in the development of the economy, particularly in the case of developing countries. The third part of the paper is devoted to a detailed analysis of the role of the state in the development of the economy. It is argued that the state should play a leading role in the development of the economy, particularly in the case of developing countries.



Bibliographie

Chapitre I

- MEADOWS, D. et D. (1972) — *The Limits to Growth*. Universe Books, New York.
- ROHEY B., RUTSTEIN S. et MORRIS L. — Baisse de la fécondité dans les pays en développement. *Pour la Science*, 196 (Février 1994).
- BONGAARTS J. — L'humanité mangera-t-elle demain ? *Pour la Science*, 199 (Mai 1994).
- DAVIS G. et al. — L'énergie sur Terre. Numéro spécial, *Pour la Science*, 157 (Novembre 1990).
- CLARK W. et al. — Gérer la planète. Numéro spécial, *Pour la Science*, 145 (Novembre 1989).
- JAUMOTTE A.L. — *Écologie et énergie*. Académie Royale de Belgique, *Bulletin de la Classe des Lettres*, 1-6, Bruxelles (1994).
- DENISON E.F. — *Why Growth Rates Differ*. The Brookings Institution, Washington, D.C (1967).
- BAUMOL W.J., BATEY BLACKMAN S.A. et WOLFF N. — *Productivity and American Leadership : The Long View*. MIT Press, Cambridge, Mass (1989).
- ENGLANDER A.S. et GURNEY A. — *La productivité dans la zone de l'OCDE*. Revue économique de l'OCDE, 22 (Printemps 1994).
- PILAT D. — Comparaisons internationales des productivités : une introduction. *Economie internationale*, 60 (4^e trimestre 1994).
- THUROW L.C. — *The Zero-Sum Society*. MIT Press, Cambridge, Mass (1979).
- MILANO S. — *La pauvreté dans les pays riches*. Nathan, Paris (1992).
- VINCENAU M., VAILLARD M. et BRASSEUR J. — Régions : les revenus des ménages de 1982 à 1990. *INSEE Première*, Paris (Mars 1993).
- BANQUE MONDIALE — Rapports sur le développement dans le monde, *Economica*, Paris (1990 à 1994).
- EISNER B. — *Sense and Nonsense about Budget Deficits*. Harvard Business Review (Mai-Juin 1993).
- CANNER G.B. et LUCKETT C.A. — *Payment of Household Debts*. Federal Reserve Bulletin (Avril 1991).
- DANIEL J.M. — La dette de l'Etat est-elle insoutenable ? *Revue de l'OFCE* (Avril 1994).