

**LA PENSEE
NUMERO 188 (JUILLET-AOUT 1976)
Vincent Labeyrie :**

**De la place de la révolution écologique
dans la révolution scientifique et technique**

Sommaire

CULPABILISER LES SCIENTIFIQUES
POUR DECULPABILISER LE CAPITALISME

UNE CRISE IDEOLOGIQUE :

DU CARACTERE DE LA SCIENCE :

SCIENCE ET TECHNIQUE :

DES DIFFERENTS NIVEAUX DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

LA STRUCTURATION DE LA RECHERCHE :

DE CERTAINS CARACTERES FONDAMENTAUX DE LA R.S.T.

L'ALIENATION DE LA RECHERCHE ET DES CHERCHEURS :

PRIVILEGIER LE DEVELOPPEMENT IMMEDIAT
AU DETRIMENT DE LA RECHERCHE :

PRIVILEGIER L'EFFORT DE RECHERCHE IMPLIQUE UNE VERITABLE REVOLUTION
CULTURELLE :

LA R.S.T. IMPOSE LA REVOLUTION ECOLOGIQUE :

LA REVOLUTION ECOLOGIQUE

L'ECOLOGIE N'EST PAS UNE AUBERGE ESPAGNOLE

UN ACCOUCHEMENT LABORIEUX

PAS D'ECOLOGIE SANS DIALECTIQUE

ECOLOGIE ET SOCIETE :

AJUSTER PAR DIVERSIFICATION :

DES MODES DE FORMATION DEPASSÉS :

ECOLOGIE ET LIBERTE:

LES problèmes de l'environnement ont justifié une session spéciale de l'O.N.U. et la création de son agence spécialisée, l'U.N.E.P. Ils secouent les postulats les plus établis sur le progrès continu et régulier de l'humanité ; ils provoquent une remise en cause de la connaissance. La crise de l'environnement prend les dimensions d'une véritable crise de société dans les pays capitalistes industrialisés^{1*}. Ses répercussions sont telles qu'une analyse sommaire ne saurait être de mise.

Constater que les groupes monopolistes se servent de la crise de l'environnement pour développer, à travers l'utilisation des techniques de dépollution, un nouveau secteur générateur de profits n'apprend rien de neuf. C'est redécouvrir la pratique des propriétaires des moyens de production qui utilisent tout nouveau champ d'activité comme source de profits supplémentaires.

De plus, comme tout secteur nouveau, la concurrence y est plus légère, l'organisation des salariés inexistante et les possibilités de subvention de l'Etat plus grandes.

Il est insuffisant de souligner la tentative des dirigeants du capitalisme monopoliste d'Etat d'utiliser la crise de l'environnement comme dérivatif aux conflits sociaux, pour arracher une pause dans les luttes de la classe ouvrière, pour remettre en cause les investissements sociaux. Présentant la crise de l'environnement comme une conséquence inéluctable de l'évolution de la société, frappant tous indistinctement, victimes et responsables, il réclame l'union sacrée.

Envisagée comme une conséquence inéluctable du développement de la connaissance et de l'économie, elle exige des choix. L'alternative est alors, pour les pays non industrialisés, entre pauvreté et pollution ; pour les autres, le choix serait entre arrêt de la croissance, et même retour à un stade pré-industriel, ou bouleversement apocalyptique dans un délai plus ou moins rapproché.

¹ (*) Les appels de notes, en cours du texte, renvoient à la bibliographie publiée à la suite de l'article.

CULPABILISER LES SCIENTIFIQUES POUR DECULPABILISER LE CAPITALISME

Conséquence inéluctable du développement de la science ; c'est la science qui est en cause, et, si coupable il y a ce ne sauraient être que les scientifiques qui, par leurs découvertes insensées, ont rompu l'harmonie naturelle entre l'homme et la nature.

Une grande analogie existe entre les secousses idéologiques provoquées par la crise de l'environnement et celles enregistrées, il y a 30 ans, après la modification du rapport des forces politiques dû à l'écrasement du nazisme et à la révolution chinoise. Dans un colloque, organisé à Hambourg sur le thème « Science et Liberté », destiné à dénoncer les dangers du marxisme, J. Pieper ¹ insistait dans son discours d'ouverture pour que l'on revienne à la situation d'avant Descartes, car ce dernier a corrompu la science en lui assignant un rôle dans l'orientation de la pratique. Au même colloque, A. Jorès ² soulignait que tout provient de l'immense orgueil de l'homme qui a voulu partager le pouvoir de Dieu.

Le même style se retrouve aujourd'hui. C'est ainsi que dans « *Survivre au futur ?* » édité par G.-R. Urban, Directeur des programmes universitaires de Radio Free Europe, et contenant « *des interviews non rédigées, initialement commandées, par Radio Free Europe* » (E. SHILS, professeur de sociologie à l'Université de Chicago, écrit: « *Ce dont nous devons nous méfier, c'est du prestige excessif des hommes de science et des techniciens. Les hommes de science et les techniciens sont exposés à des tentations nombreuses et à des pièges dangereux, parce que depuis le XVIIIe siècle, on attribue de plus en plus à la science la dignité qui, pendant une grande partie de l'histoire de la civilisation, a été l'apanage de la sainteté et de la connaissance approfondie des textes sacrés. Je trouve que les hommes de science profitent trop souvent de leur prestige et de la dépendance quelque peu mythique de la science par rapport à la technique pour obtenir des fonds qu'ils emploient à leur gré* »³).

Culpabiliser les scientifiques, c'est en même temps innocenter le système capitaliste, auquel on peut, tout au plus, reprocher sa crédulité et sa faiblesse. Schills ne peut être plus clair à ce sujet : « *Conscients de leur prestige, hommes de science et techniciens forcent parfois la main aux politiciens* » (p. 158). « *Les politiciens se laissent trop facilement éblouir par le prestige excessif qui entoure les scientifiques ; celui-ci risque de leur faire perdre confiance en eux* ».

Cette offensive déviationniste est d'autant plus facile qu'elle peut s'appuyer sur une conception technocratique de l'organisation de la

société⁴, développée depuis 40 ans. J.-K. Galbraith⁵ prétend ainsi que, dans les grandes sociétés capitalistes, «*le pouvoir effectif de décision se situe en profondeur, parmi les techniciens, les équipes de planification et autres personnels spécialisés*». Techniciens, experts, spécialistes, les trois dénominations sont utilisées en synonymie, et recouvrent souvent, d'une façon plus générale, les intellectuels ayant un rôle actif dans les activités économiques.

Reprenant et résumant dans un raccourci les analyses faisant des intellectuels les responsables de la politique mondiale, H. Kahn, Directeur d'l'Hudson Institute, dont les études de «*futurologie*» sont financées principalement par «*une centaine d'entreprises américaines et étrangères (la plupart multinationales)*», qui a joué un rôle capital dans la «*planification de la défense nationale des U.S.A. et influe sur la politique des pouvoirs publics*», et a été «*récemment chargé par le gouvernement français d'étudier les perspectives du développement économique de la France*» (présentation de l'auteur par les éditeurs français de ses œuvres), écrit⁶ : «*Les intellectuels jouent un rôle de plus en plus important dans le monde moderne. Et, à moins qu'il n'y ait une sérieuse réaction populiste ou autre contre eux, leur influence ira croissant, ainsi qu'elle l'a fait durant les dernières générations (même une sérieuse réaction anti-intellectuelle serait probablement dans une large mesure conduite par des intellectuels, par exemple Hitler, Goebbels, etc.)*». Une telle énumération d'intellectuels, où il manque Franco, Thieu et Pinochet ferait sourire, si H. Kahn ne jouait, le rôle de théoricien auprès des monopoles financiers et des gouvernements impérialistes.

Si les intellectuels ont un tel pouvoir, c'est que suivant les conceptions technocratiques, l'organisation des activités obéit uniquement à des lois internes, nées de la structure même des phénomènes. J. Ellul⁷, cité par B. Commoner⁸, écrit ainsi : «*La technique est devenue autonome : elle a façonné un modèle dévorant qui obéit à ses lois et qui a renoncé à toutes ses traditions. La technique a progressivement maîtrisé tous les éléments de la civilisation. L'homme lui-même est tombé au pouvoir de la technique et il est devenu son sujet*».

S. Ramo ⁹, lui aussi cité par Commoner, écrit : «*...nous désirons ce que les machines peuvent nous fournir, ainsi devons-nous composer avec elles. Il nous faut modifier les règles de la société afin de les rendre compatibles avec leurs exigences comme avec les nôtres*».

Face à une telle situation, la technique est coupable, c'est-à-dire la science qui lui donne naissance, et les grands prêtres de l'une et de

l'autre: les intellectuels. Aussi, pour se disculper, certains de ces derniers essaient de s'échapper de l'oppression de la fatalité et s'engagent dans le combat contre la technique. C'est ainsi que 30 scientifiques anglais écrivent dans le « *Blueprint for survival* »¹⁰ : «*La mise en jeu de moyens d'action technologiques, autrement dit l'accroissement de la technosphère, ne peut avoir lieu qu'au détriment de l'écosphère*».

Un tel texte, quelles que soient par ailleurs les critiques qu'il contient contre la société capitaliste, est une aubaine pour l'opération de diversion. On comprend que K. Pavitt ¹¹ fasse le parallèle avec l'utilisation des écrits de Malthus, en citant H. Beales : « *L'essai sur la population fut un don du ciel pour les conservateurs et les gens craintifs qui redoutaient de voir se répandre, en Angleterre, les idées et le comportement révolutionnaires français, le philosophe calme avait apporté sa part aux fondements idéologiques du libéralisme économique (le conservatisme social), il avait rejeté dans l'ombre des propositions comme celle de Whitbread (1976) pour un salaire minimum national; il avait rendu complètement impossibles des coquetteries sentimentales comme le projet de réforme de la loi des Pauvres de Pitt en 1796* ».

UNE CRISE IDEOLOGIQUE :

Mais, quelles que soient les possibilités de diversions apportées par les conceptions technocratiques, l'offensive idéologique de discrédit de la technique et avec elle de la science ne pourrait pas avoir un impact considérable s'il n'y avait inadéquation dans l'analyse des relations entre l'homme et la nature, s'il n'y avait contradiction entre les stratégies de l'environnement et les lois de la nature.

Comme « *le travail est la forme spécifique d'interaction de l'homme et de la société avec l'environnement externe* »¹², tous les aspects de la crise économique et sociale, parallèle à la crise de l'environnement, viennent renforcer cette dernière et réciproquement s'en trouvent aggravés.

C'est ainsi une crise globale qui secoue la société capitaliste. Toutes les superstructures de la société sont remises en cause. Comme le positivisme, fondement de tout l'enseignement officiel, proclamait que tout accroissement de la connaissance devait déboucher automatiquement sur une amélioration des conditions de vie¹³, il n'y a rien d'étonnant à ce que l'offensive contre la science rencontre un large écho dans de nombreuses couches de la population¹⁴. Le trouble idéologique est d'autant plus grand chez les chercheurs en sciences de la nature et chez les ingénieurs et techniciens qu'ils avaient été nourris au lait du

positivisme et que leur ignorance des phénomènes économiques et sociaux leur faisait croire qu'il suffisait, suivant la doctrine de l'enseignement officiel, de développer la connaissance pour augmenter le mieux-être. Malgré un siècle d'école obligatoire en France, les voyantes extra-lucides, les fabricants d'O.V.N.I prospèrent. La majorité des Français en viennent, selon une enquête officielle¹⁴, à considérer l'astrologie comme une science, statut qu'ils refusent à l'histoire. Brooks¹⁵ souligne que de nombreux jeunes chercheurs en sciences de la nature des U.S.A. s'adonnent aux philosophies orientales ou pré-rationalistes, et que *«l'investissement en astrologie est dix fois supérieur à celui de l'astronomie»*.

Pour A. Médounin¹⁶ cette prolifération s'explique par une carence dans l'explication des relations de l'homme avec l'écosphère : *«Il n'est pas étonnant que ce vacuum se comble aussi par des productions idéologiques nocives et par des conceptions superficielles et peu fondées»*. R.-M. Young ¹⁷ souligne de même : *« La force de la contre-culture et de l'appel de la pseudo-biologie s'alimente en grande partie de l'incapacité des scientifiques professionnels à poser certains problèmes de manière adéquate »*.

Aucun aspect de la société n'échappe à la crise. H. Brooks ¹⁸ peut donc affirmer : *« La politique de la science est en désarroi parce que la société l'est elle aussi »*.

Tout isolement de la crise de l'environnement de son contexte, la crise générale du système capitaliste, entraîne obligatoirement des divagations idéalistes qui caractérisent les ouvrages dits de vulgarisation écologique. Lénine avait stigmatisé cette attitude en 1913 à l'occasion des déclarations néomalthusiennes du Congrès Pigorov des Médecins : *« Le petit bourgeois... proteste au titre de représentant d'une classe irrémédiablement condamnée, d'une classe qui désespère de son avenir, d'une classe terrorisée et poltronne. Il n'y a rien à faire ; qu'au moins nos enfants, qui subiront nos tourments et notre baigne, notre misère et nos humiliations, soient aussi peu nombreux que possible : tel est le cri du petit bourgeois »*¹⁹.

Il est donc impossible de détacher la crise de l'environnement des conditions concrètes de son apparition ; de ne pas examiner la nature des rapports de production existant, le stade de développement des forces productives, les orientations théoriques et les champs d'application de la recherche scientifique et technologique.

Ce n'est pas par hasard si la crise de l'environnement éclate au stade de développement de la société caractérisé par la révolution scientifique et

technique 19. Quand la puissance d'intervention de l'homme s'accroît à la vitesse observée depuis 50 ans ²⁰, il n'est pas étonnant que les stratégies utilisées dans l'intervention humaine soient soumises actuellement à un banc d'essai impitoyable.

Mais cette révolution scientifique et technique revêt-elle cet aspect univoque, indiqué par Ramo⁹, qui supprime toute liberté de décision ? Ou au contraire le domaine du possible est-il accru ? Permet-il d'harmoniser les rapports de l'homme et de la nature en satisfaisant toujours mieux les besoins humains ?

Pour répondre, il est indispensable d'examiner le contenu de la révolution scientifique et technique, souvent invoquée dans des sens très différents.

Mais est-il possible de caractériser la révolution scientifique et technique sans définir les concepts de science, technique, innovation, invention, recherche, développement, constamment utilisés dans l'analyse de l'évolution actuelle des forces productives ?

DU CARACTERE DE LA SCIENCE :

«*Est-il possible de définir ce que nous entendons par Science ?* » questionne l'Encyclopedia Britannica au début de son article consacré à la science, et sa réponse est : « *peut-être pas* ».

Préciser le concept de science n'est donc pas un exercice gratuit mais une nécessité. Appauvrir son contenu est un moyen de dévoyer la science et par là même de l'attaquer.

Il est bien évident que le concept de science a évolué au fur et à mesure de l'accroissement du savoir humain. En 1728, le dictionnaire de Richelet définissait la science comme « *une connaissance claire et certaine de quelque chose* », mais la mettait aussi en synonymie avec doctrine, savoir, érudition. Ainsi au XVIII^e siècle, le double aspect de la science, l'un issu de la Renaissance et lié à la connaissance de la matière, l'autre hérité du Moyen Age et de la scolastique, subsistait un siècle après Bacon.

La science est devenue synonyme d'une certaine forme de connaissance s'appuyant sur certains principes, utilisant des méthodes définies. B. Russel²¹ voulant préciser l'esprit scientifique issu du XVIII^e siècle écrit :
« 1^o) *Tout énoncé prétendant établir une vérité doit être fondé non sur une incontrôlable autorité, mais sur l'observation des faits ;*
2^o) *Le monde inanimé est un système autonome, qui se maintient et se modifie sans aucune intervention extérieure, et dans lequel tous les phénomènes s'effectuent conformément aux lois naturelles ;*

3°) *La terre n'est pas le centre de l'Univers, et il est probable que l'homme n'est pas le but de ce qui existe (si ce qui existe a un but) ; d'ailleurs, l'idée même de but, de finalité, et d'intention est un concept dépourvu de toute valeur scientifique ».*

Ainsi, la conception de la science est, dès cette époque, devenue matérialiste et ceci dans un combat acharné contre les conceptions finalistes. C'est cette conception matérialiste de la science qui a été la base de l'extraordinaire progrès de la connaissance des phénomènes naturels. Cette conception a peu évolué car, selon J.-B. Quinn ²², « *faire de la science, c'est rechercher une meilleure compréhension des phénomènes naturels. Cela permet, essentiellement, d'aboutir à la formulation de théories vérifiables ou réfutables à l'aide d'expériences que l'on peut répéter* ». Mais, il serait faux de considérer que la science a ensuite progressé par le simple développement de sa logique interne ; c'est en s'appuyant sur les outils fournis par le développement de la production qu'elle a pu avancer.

SCIENCE ET TECHNIQUE :

Avant de pousser plus avant cette analyse, il est indispensable de tenter de préciser les concepts de science, de technique, d'innovation, d'invention, de recherche et de développement, constamment utilisés dans l'étude des problèmes posés depuis l'apparition de la révolution scientifique et technique. Cette nécessité est d'autant plus grande que ces concepts sont très souvent utilisés sans référence à des définitions précises.

Par loi du 29 septembre 1794 (7 vendémiaire an III), la Convention a créé l'Ecole Centrale des Travaux Publics pour former des ingénieurs, (transformée par Napoléon en Ecole Polytechnique) et par la loi du 19 avril 1795 (29 germinal an III) deux écoles « *d'Economie rurale vétérinaire: l'une à Lyon, pour le midi ; l'autre à Versailles, pour le nord* », où étaient enseignées « *les sciences vétérinaires, la pharmacie, la matière médicale et la botanique, la forge.* ». Ces deux types d'institutions étaient complétées par le Conservatoire des Arts et Métiers créé le 10 octobre 1794 (23 vendémiaire an III) où « on y expliquera la construction et l'emploi des machines utiles aux arts et métiers ». Il faut voir dans ces institutions, créées dans l'esprit de l'Encyclopédie, les premiers éléments du développement organisé de la technologie et la première apparition des ingénieurs. A. Comte, 35 ans après, constatait : « *Entre les savants proprement dits et les directeurs effectifs des travaux productifs, il commence à se former de nos jours une classe intermédiaire, celle des ingénieurs, dont la destination spéciale est*

d'organiser les relations de la théorie et de la pratique. Sans avoir aucunement en vue le progrès des connaissances scientifiques, elle les considère dans leur état présent pour en déduire les applications industrielles dont elles sont susceptibles»²³.

C'est parce que la Révolution Française a encouragé le développement matériel des infrastructures de production, qu'elle a éprouvé le besoin de lier la recherche scientifique au développement économique, et de créer le maillon intermédiaire, les ingénieurs, dans le continuum.

A. de Tocqueville a souligné²⁴ qu'aux U.S.A. aussi, dès 1830, la science était directement orientée vers la production : *« Toute méthode nouvelle qui mène par un chemin plus court à la richesse, toute machine qui abrège le travail, tout instrument qui diminue les frais de production, toute découverte qui facilite les plaisirs et les augmente, semble le plus magnifique effort de l'intelligence humaine ».*

Mais dans cette description, Tocqueville ne met pas en évidence le phénomène fondamental nouveau, apparu avec la formation des ingénieurs du XIXe siècle ; *dans l'organisation de la production, la théorie commence à précéder la connaissance technique.* C'est cet aspect fondamental, mis en évidence par A. Comte, qui est à l'origine de l'organisation scientifique de la production moderne. La rupture avec les arts et techniques, tels qu'ils existaient depuis le néolithique, devenait totale. La production dans son ensemble intégrait les phénomènes fondamentaux mis en évidence par la recherche scientifique. Contrairement au céramiste de Ninive, ou aux chirurgiens se conformant au papyrus de Kahun sous la XIIIe dynastie, 17 siècles avant notre ère, le producteur ou le médecin n'avait plus à savoir seulement se servir d'un procédé, il devait chercher à comprendre son efficacité. Cette révolution culturelle a fait que les techniques ont cessé d'être répétitives, elles sont devenues améliorables et simplifiables. C'est cet aspect de la révolution culturelle qu'a observé Tocqueville aux U.S.A. en 1830.

Dans ces conditions, M.-S. Baram ²⁵, E. Mansfield ²⁶ et A.-M. Weinberg ²⁷ soulignent avec raison que, s'il est facile de distinguer une recherche purement théorique d'une application technologique dans un processus de production, il est, par contre, souvent impossible de faire des coupures catégorielles nettes dans le continuum.

L'ouvrage commun des Académies des Sciences de Tchécoslovaquie et d'U.R.S.S. : *« L'homme, la Science et la Technologie »* ²⁸ considère la science et la technologie comme les éléments d'un même processus

conduisant de la connaissance à l'activité humaine, sans pour cela confondre les caractères propres à la science et à la technologie²⁹.

Quant à lui, M. Polanyi³⁰ sépare nettement la science de la technologie. Pour lui : « *La différence entre science et technologie est généralement la même qu'entre observation et invention* ». Par contre, il prétend que pour les marxistes « *il n'y a pas de distinction essentielle entre science et technologie* », pour eux « *toute recherche scientifique doit être organisée au service direct de l'industrie et d'autres objectifs pratiques* ». Une telle affirmation correspond à une simplification primaire des écrits marxistes sur la nécessité d'utiliser systématiquement les connaissances scientifiques dans l'organisation des activités humaines. « *Le développement des sciences fondamentales (basic research), l'investigation sont principalement régis par des lois inhérentes, la logique inhérente de la connaissance scientifique et son autonomie relative est donc absolument évidente* » est au contraire un aspect souligné par les marxistes ⁹. C'est pour permettre ce plein épanouissement que Lénine écrivait : « *Seul le socialisme affranchira la science de ses chaînes bourgeoises, de son asservissement au capital, de sa servilité à l'égard des intérêts de la sordide cupidité capitaliste*»²⁹. Polanyi prête donc au marxisme une position qui n'a pu se développer, à certains moments, dans certains secteurs, que par déformation du marxisme. C'est à partir d'une telle déformation qu'il a pu prétendre que le marxisme s'opposait à l'épanouissement de la science.

H. Brooks¹⁸ utilise une formulation beaucoup plus nuancée que celle de Polanyi : « *Il est utile de distinguer la science, créatrice de connaissances nouvelles, de la technologie qui réalise l'application du savoir à des manières nouvelles de faire des choses utiles pour l'homme. Science et technologie font néanmoins partie d'un même système possédant des dimensions nationales et internationales et en interaction avec d'autres systèmes sur ces deux plans* », il rejoint ainsi l'opinion des Académies des Sciences d'Etats Marxistes ²⁸.

Il n'est pas question de donner une liste exhaustive des différents essais de définition de la nature de ces différents concepts, mais de rappeler quelques points de vue, qui permettent mieux de situer les différences. En particulier, il me paraît indispensable d'insister sur le caractère public, inaliénable de la science.

Ainsi, Y.-F. Weisskopf³¹ estime que « *la science diffère des créations artistiques contemporaines par son caractère collectif. Une réalisation scientifique peut provenir du travail d'un individu, mais sa signification réside simplement dans son rôle comme partie d'un édifice unique, issu*

de l'effort collectif de générations présentes et passées de scientifiques. Cet effort est dû aux scientifiques de toute la terre : le caractère des contributions ne reflète pas les origines nationales, raciales ou géographiques. La science est réellement une entreprise humaine universelle».

P. Piganol³² partant de cet aspect universel, développe la remarque de Polanyi, suivant laquelle « *la science ne peut pas être brevetée* », en écrivant : « *La connaissance scientifique est internationale par nature, elle n'est pas l'objet de propriété, la propriété intellectuelle ne recouvre pratiquement dans ce cas qu'une notion de paternité. Une découverte scientifique n'est pas brevetable* ».

Ainsi, selon Polanyi³⁰ « *La validité d'une observation scientifique ne peut pas être affectée par un changement de valeurs* » (économiques). En insistant sur ce dernier aspect, R. Richta³³ souligne : « *La connaissance scientifique — à la différence des autres produits — n'est pas altérée par l'usage, mais au contraire se perfectionne et finit par ne rien coûter, par être gratuitement disponible*»; c'est pourquoi, selon R. Matthews³⁴, « *les investissements destinés à l'amélioration des connaissances, une fois obtenus, deviennent, en principe, des biens libres* ». C'est le caractère de bien public international de la découverte scientifique qui explique l'apparition de conséquences dramatiques dans le développement des pays dont les chercheurs sont isolés des contacts internationaux. L'exigence permanente de tous les chercheurs au libre accès à toute la documentation scientifique et à une liberté totale de déplacements et de réunions, correspond donc à l'intérêt profond de toutes les nations, car il est la conséquence de la nature même du développement de la science. Or, J.-T. Edsall ³⁵ souligne que de nombreux chercheurs sont assignés au secret.

La technologie, pour J.-K. Galbraith⁵ « *est l'application systématique de la science et de toutes les connaissances organisées à des tâches pratiques*».

Piganol³¹ insiste sur les différences entre science et technique : « *Les technologies par contre reflètent plus ou moins complètement les différences de niveaux de développement économique et des modes de vie adoptés par les différentes sociétés. Les technologies sont des biens matériels, propriétés d'individus, de sociétés industrielles ou parfois de gouvernements. Ce type de propriété repose sur des brevets, dont la validité est toujours limitée dans le temps et parfois dans l'espace. Cette propriété repose également sur un savoir-faire. Les dépenses engagées pour acquérir le savoir-faire ne peuvent être récupérées que dans le cas*

où le savoir-faire reste propriété. D'où, en partie du moins, le secret industriel »:

E.-M. Mrak³⁶ en conclut : *« Une seule limite de la technologie devient manifeste : sa dépendance de la recherche fondamentale »*. Ainsi, dans des domaines précis aucun nouveau progrès technique ne peut être escompté sans nouveau développement d'une connaissance des phénomènes fondamentaux.

E. Reif³⁷ est donc parfaitement justifié d'écrire : *« La condition essentielle pour le progrès est la formation de talents de première qualité, plus que le développement de nouvelles technologies »*.

Par exemple, J-D Bernal a souvent développé ce point de vue; il a écrit³⁸ : *« le caractère de la nouvelle révolution scientifique est que le centre de gravité, si on peut dire, des valeurs économiques a changé. Cela veut dire qu'un intellectuel vaut, disons, mille tonnes d'acier. Les valeurs sont modifiées parce qu'avec un petit changement scientifique, on peut transformer des choses énormes. Par exemple, une petite découverte en chimie peut abolir la nécessité des hauts fourneaux »*.

DES DIFFERENTS NIVEAUX DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Une fois saisis les caractères distinctifs de la science et de la technologie, on peut tenter de souligner les différences essentielles entre science fondamentale et science appliquée, en se plaçant sur une base valable.

Tocqueville ²⁴ considérait que *« l'esprit peut diviser la science en trois parts : la première contient les principes les plus théoriques, les notions les plus abstraites, celle dont l'application n'est point connue ou est fort éloignée. La seconde se compose de vérités générales qui, tenant encore à la théorie pure, mènent cependant, par un chemin direct et court, à la pratique. Les procédés d'application et les moyens d'exécution remplissent la troisième »*. A. Comte ²³ faisait une distinction beaucoup plus nette entre ses six sciences fondamentales (*« abstraites, générales »*) et *« les autres concrètes, particulières, descriptives »*. L'influence de cette distinction a été déterminante dans l'organisation de l'enseignement au début du XXe siècle.

Le traité des Académies des Sciences de Tchécoslovaquie et d'U.R.S.S. ²⁸ considère *« qu'il est commode de diviser la recherche de base en recherche libre ou, comme elle est quelquefois appelée, pure, et la recherche de base orientée vers un but »*. Cette dernière est *« orientée vers les besoins actuels ou futurs de la société, en particulier vers ceux de la technologie et de la production »*.

Cette opinion est partagée par V.-F. Weisskopf³¹ : « *Dans la science fondamentale, la recherche est axée sur le phénomène et sur ses relations dans toutes les directions possibles, tandis que dans la science appliquée, la recherche est dirigée vers un but spécifique* ». De même pour Quinn²² : « *La science fondamentale contribue à la croissance de la société, avant tout en écartant toujours plus les murs de l'ignorance, de la pensée mystique et des dogmes* ». « *La science appliquée peut s'attaquer à des problèmes spécifiques de la société et indique le chemin qui conduit aux solutions* ». Ces positions sont bien plus proches de la distinction de Tocqueville que de celle de Comte qui privilégie certains secteurs uniquement en fonction de leur degré d'abstraction.

Polanyi³⁰ assimile la recherche appliquée à la systématisation de la technologie. Une telle formulation, où se sent l'influence de Comte, est malvenue, car elle prête à confusion. Toutefois, il met ainsi l'accent sur une des distinctions fondamentales entre les résultats de la recherche théorique et ceux de la recherche appliquée : « *La technologie systématique reste valable seulement tant que ces principes sont utilisables. Ainsi, la valeur scientifique de la technologie systématique est beaucoup moins stable que la science pure* ».

S'il est évidemment possible de citer de nombreux cas où la progression des travaux scientifiques obéit à la logique interne de la science elle-même, il est aussi facile de multiplier les exemples où la recherche orientée vers la solution d'un problème concret, lié à l'activité humaine, oblige à des études théoriques dont l'approfondissement, évidemment, s'effectue en fonction de la logique interne du phénomène.

S. Zuckerman³⁹ est donc parfaitement fondé à souligner : « *La science pure et la science appliquée ont progressé la main dans la main au cours des ans, la science pure féconde la science appliquée avec ses idées, et la science appliquée fournit souvent à la science pure les appareils physiques pour l'aider dans le saut intellectuel suivant* ».

La distinction entre sciences appliquée et technique devient délicate dans de nombreux cas. Mais Polanyi³⁰ remarque que « *seulement une partie de la technologie est de la science appliquée. Les plus vieilles astuces (crafts) qui dominant encore dans la majorité des industries modernes, ont été inventées sans l'aide de la science, par seulement essais et erreurs* ». Une telle affirmation est cependant difficilement acceptable. Elle laisse supposer que l'on peut considérer comme entreprises « modernes » des unités de production que la révolution culturelle du XIXe siècle n'a pas encore affectées. C'est en fait la recherche appliquée

qui a souvent été obligée, en raison d'une élaboration insuffisante, de procéder par essais et erreurs, mais toujours dans le cadre d'hypothèses. La technologie n'est apparue qu'à partir du moment où une corrélation suffisante entre la réalisation et le résultat escompté a été obtenue. C'est pourquoi le terme était complètement ignoré au XVIIIe siècle. Alors le processus technologique devient incorporé dans le procédé de production. C'est le savoir qui permet l'utilisation⁴⁰.

La liaison impérative entre sciences et techniques, favorise l'apparition des inventions et innovations. Pour J.-B. Quinn²², « *l'invention c'est la compréhension ou la découverte du fait qu'un problème d'ordre scientifique (?) peut être résolu* ». Piganol ³² précise cet aspect : « *L'invention s'appuie sur des connaissances, propriétés de tous, ignorant les frontières. Elle diffère de la découverte scientifique par son application à un but, son aptitude à satisfaire un besoin.* ».

Il est donc impossible d'accepter les assimilations entre technologie et invention d'une part, et entre recherche appliquée et technologie d'autre part, comme l'a fait Polanyi. S'il en était ainsi, comme le remarque S. Hook⁴¹, « *alors toute la science expérimentale devrait être considérée en union avec la technologie, car la technologie dans cet esprit signifie utilisation d'instruments, et les instruments sont utilisés aussi dans les expériences scientifiques* ».

J.-M. Utterback⁴² estime que l'innovation se distingue de l'invention ou du prototype technique, parce qu'*elle se réfère à la technologie réellement utilisée ou appliquée pour la première fois. Les facteurs du marché ont une influence primordiale sur l'innovation* ». Ceci explique pourquoi, selon Piganol³², « *l'inventeur isolé ne peut que très exceptionnellement «exploiter» son invention, c'est-à-dire engager les frais de développement nécessaire s'il a pris la décision de transformer son invention en innovation. La firme industrielle puissante peut décider de développer ou de refuser l'innovation qui découle de l'invention considérée* ». C'est pour s'approprier le maximum de possibilités d'innovations, à utiliser le jour où le profit escompté sera maximal, et, en même temps, pour éviter qu'elles tombent entre des mains concurrentes, que les sociétés capitalistes stockent les inventions et privent l'humanité de progrès technologiques importants. Dans la mesure où l'application d'une découverte scientifique peut bouleverser le processus de production, il est évident que les monopoles concernés peuvent avoir intérêt à geler l'invention pour ne pas être obligés de bouleverser une chaîne de production, qui assure un profit substantiel, et pour ne pas augmenter l'obsolescence technologique. Il est impossible d'évaluer ce pillage intellectuel, le manque à gagner provoqué par les

coffres-forts où dorment les brevets de nombreux inventeurs. Libérer la science, c'est détruire ces bastilles où est enfermé le savoir. Combien de découvertes deviennent obsolètes sans avoir vu le jour ? Combien auraient pu aider l'humanité ? La science elle-même a, de plus en plus, besoin, pour progresser, de l'élaboration d'un support matériel spécifique. Une recherche appliquée pour la mise au point de l'appareillage, un « génie scientifique » se développe de plus en plus. Une technologie particulière qui, au moins lors de son élaboration, n'est pas guidée par des motifs financiers ⁴³, est ainsi apparue.

L'analyse des rapports entre science, technologie et production ne saurait se limiter à ces considérations qui concernent essentiellement les sciences de la nature. *«Les sciences sociales traitant des bases et de la superstructure de la société s'unissent à la production d'une façon différente. Elles sont liées aux forces productives non directement mais à travers le prisme des relations de production existant entre les gens »*²⁶. Le développement des sciences sociales est directement lié au développement de l'organisation de la société, de sa structuration, de l'accroissement et de la diversification de ses activités. De plus en plus apparaissent des sciences sociales appliquées, mettant au point une technologie, dont l'application ne va pas sans susciter les plus expresses réserves de nombreux scientifiques. Ainsi la technologie psychosociologique est à la base des méthodes d'intensification du travail, de manipulation des goûts et des besoins au profit des détenteurs des moyens de production.

Bien que les différences entre les niveaux d'élaboration et d'application des connaissances soient certaines, pratiques des césures précises est une survivance de conceptions dogmatiques mécanistes qui néglige la complexité du processus de développement de la science, qui l'isole de son rôle social et de son support matériel.

LA STRUCTURATION DE LA RECHERCHE :

La division scolastique du continuum science - technologie - production, se traduit au niveau organisationnel par la séparation des différents secteurs en fonction du niveau d'application escompté. La création d'Instituts théoriques et appliqués distincts ne provient pas du contenu des problèmes à résoudre, mais des objectifs fixés par le système économique. C'est pour cette raison que les instituts appliqués dépendent souvent d'organismes totalement différents de ceux qui financent la recherche théorique.

Polanyi écrit justement à ce sujet : *« La structure de la technologie systématique qui comprend une grande part d'engineering est*

essentiellement la même que celle de la science pure et son développement consiste, comme celui de la science pure, dans l'expansion du système de connaissance par une série de contributions originales. Ces branches d'études doivent donc être organisées comme l'avancement de la science pure. Des moyens doivent être fournis pour les chercheurs indépendants qui publieront leurs résultats et les soumettront à l'opinion d'experts pour appréciation et orientation ».

En réclamant une structuration de la recherche appliquée sur le modèle de la recherche pure, Polanyi montre qu'aucune raison structurale n'exige leur séparation. Cette coupure est liée au type de système économique. Les moyens de production étant privés, la technologie et, par voie de conséquence, la recherche appliquée, développés pour augmenter la capacité de production, ne peuvent être développés comme la recherche théorique dont les résultats sont des biens publics. Il est donc nécessaire en régime capitaliste d'entourer la recherche appliquée des précautions permettant d'assurer le secret industriel. L'unité du continuum et la désaliénation des chercheurs des instituts appliqués sont donc impossibles dans un tel système. C'est en ce sens que Lénine soulignait que le socialisme peut seul libérer la science ²⁹.

Une telle situation ne provoque pas des difficultés uniquement au niveau de la recherche appliquée, elle est nuisible aussi pour la recherche fondamentale. De tels fractionnements, avec relégation de la science dite théorique dans des Instituts et Organisations, séparés de ceux de sciences dites appliquées, entre lesquels les chercheurs de statuts différents ont des contacts limités, réintroduit, au niveau de la recherche, la césure entre enseignement théorique et enseignement pratique. Elle peut même conduire à interdire à un chercheur d'Institut de recherche appliquée, rencontrant un problème théorique nouveau, la poursuite de cette étude comme contraire aux objectifs de l'Institut. J'ai ainsi dû effectuer clandestinement, avec la complicité de mes responsables administratifs immédiats, mon travail de Thèse de Doctorat d'Etat dans un organisme d'Etat de recherche appliquée.

Ayant souvent un statut différent de celui de l'Institut de Recherche Théorique, ne dépendant pas de la même administration, quand il n'est pas lié à une entreprise privée, il est impossible à l'Institut de Recherche Appliquée et souvent même interdit, de poursuivre ce travail de recherche, de vérifier et développer ses hypothèses.

La situation inverse est elle aussi fréquente. Les possibilités d'applications de certaines découvertes théoriques sont freinées, parce que le chercheur n'a pas le support matériel nécessaire, au niveau des

infrastructures, pour contrôler la valeur générale de son observation. Il est ainsi très difficile d'obtenir des terrains expérimentaux pour les laboratoires universitaires. Le personnel pour les cultures et les élevages est un luxe réservé aux Instituts Appliqués qui disposent ainsi en France d'une aide en personnel technique et ouvrier 4 à 5 fois supérieures à celle des laboratoires universitaires.

C'est une des raisons pour lesquelles des secteurs entiers de la recherche biologique ne peuvent être incorporés dans les objectifs des Universités. L'absence d'étude continue des phénomènes de base dans ces secteurs se traduit par un gaspillage énorme au niveau de la recherche orientée qui est obligée d'utiliser des hypothèses douteuses ou insuffisantes. L'Institut de Recherches Théoriques ne dispose pas, de plus, des moyens permettant d'inclure les modalités d'utilisation d'une découverte dans le programme d'un Institut de recherche appliquée. Certains résultats restent ainsi totalement inexploités.

Les effets négatifs de cette césure sont particulièrement sensibles dans les sciences biologiques. Les séparations entre la biologie dite théorique et les domaines orientés, que sont la médecine et l'agronomie, ont eu des effets particulièrement négatifs. Aux U.S.A. l'essentiel des découvertes biologiques ayant des répercussions importantes sur l'agriculture vient des Universités. La coupure est aggravée dans les pays où la collation des diplômes scientifiques les plus élevés n'est pas réservée aux Universités ; ainsi disparaît un des derniers liens qui permet aux chercheurs des Instituts de recherches agronomiques orientés de garder le contact avec la recherche approfondie systématique. La différence de niveau entre les études réalisées dans les laboratoires des Académies des Sciences et de l'Agriculture en U.R.S.S. est un exemple du danger de cette coupure.

La seule justification invoquée à la séparation entre Instituts de recherches orientées ou non, est que la recherche orientée doit être liée aux unités de production. Mais la nécessité de cette liaison ne doit pas être présentée sous forme de choix. Par sa position intermédiaire, la recherche orientée doit être liée dans les deux directions.

Puisqu'il n'y a pas de justifications théoriques à la solution de continuité dans la chaîne entre la recherche fondamentale et ses applications technologiques, il est absurde, lorsque les uns et les autres sont des organismes d'Etat, de créer une telle césure administrativement et géographiquement. Il faut que les chercheurs jouissent d'une possibilité de mouvance totale, entre les différents types d'instituts ; il faut que ces derniers ne soient pas séparés géographiquement en fonction de leur degré d'abstraction ; il faut que cesse leur rattachement à des

administrations différentes. Tout refus signifie que le capitalisme monopoliste d'Etat veut lier plus étroitement les instituts appliqués aux monopoles privés. Copier un tel modèle d'organisation en système socialiste est prendre pour une nécessité objective ce qui n'est qu'un aspect circonstanciel lié aux objectifs de l'économie. Weinberg ²⁷ est pleinement justifié d'écrire : « *La science fondamentale, la science appliquée et la technologie sont pratiquées dans les meilleurs laboratoires importants, comme un continuum. En extraire un élément briserait l'institution et réduirait son aptitude à achever sa mission* ».

Le processus de développement de la connaissance ne s'accompagne pas nécessairement d'une pulvérisation systématique entre disciplines multiples. Parallèlement, dans ce bouillonnement, les interactions, entre secteurs de la connaissance historiquement séparés, se multiplient. Le concept de transdisciplinarité est apparu pour lutter contre cette sclérose catégorielle. Celle-ci n'est pas fortuite ; D. Bohm ⁴⁴ remarque que « *le cloisonnement de la science va de pair avec celui de la technologie : on tend à distinguer chaque projet, industriel ou technique* ». J'ai déjà souligné cet aspect négatif de l'organisation sectorielle de l'économie édifiée, dans le cadre de la propriété privée des moyens de production, au cours de la révolution industrielle 13 —43. F. Engels ⁴⁵ avait montré que « *sous la contrainte de l'artillerie* » était apparu le corps des ingénieurs militaires. C'est sous la pression des besoins pratiques des propriétaires de moyens de production que sont apparues les diverses spécialisations technologiques professionnelles. C'est à la suite de ces spécialisations, imposées par les propriétaires des moyens de production que la division de la science en tranches a été présentée comme une nécessité.

C'est en fonction de ces données sur les aspects propres à ces différents éléments du continuum, sur le statut des différentes étapes depuis les processus de développement de la connaissance jusqu'à leur application dans les activités humaines, qu'il faut situer la répartition des dépenses de Recherche et de Développement dans les budgets des grands pays capitalistes.

D. Douillet, Responsable de l'aide au Développement à la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique (D.G.R.S.T.), constate⁴⁶ que « *la notion de Développement n'est pas très facile à cerner. Elle recouvre des opérations très diverses qui ont ceci de commun : elles ne sont plus du ressort du laboratoire, mais elles sont indispensables avant de prendre une décision d'industrialisation ou de commercialisation d'un nouveau produit ou d'un nouveau procédé* ».

Il n'est pas étonnant que Mansfield ²⁶ estime qu'il faudrait, pour y voir clair, « *beaucoup plus de connaissances sur ce qui est réellement inclus*

dans R et D de nombreuses industries ». D'autant plus, qu' « une grande partie du risque de la R et D industrielle était due à l'incertitude commerciale et non technologique », le contenu ne varie pas seulement en fonction du secteur industriel mais aussi du statut de l'entreprise et du système économique du pays.

DE CERTAINS CARACTERES FONDAMENTAUX DE LA R.S.T.

Avec ces données très sommaires sur les divers concepts utilisés dans le domaine de la recherche et du développement, il est possible d'examiner les conséquences de la révolution scientifique et technique sur les rapports de production. La première constatation est que, selon de nombreux économistes, « les retombées des investissements en R et D sont plus élevées que celles dues à l'accroissement de capitaux ou de la main-d'œuvre »⁴⁶. S. Gee souligne ainsi qu' « on considère aux U.S.A. et en Europe Occidentale que la part due aux changements technologiques dans l'accroissement du revenu par personne est passée de 20 en 1950 à 46 en 1962 »⁴⁷. S. Trapeznikov⁴⁸ classe ces différents aspects :

1° *apparition « de nouvelles branches de l'industrie et de nouvelles chaînes de production matérielle ; l'enrichissement mutuel de la science et de la technologie est caractéristique ».*

2° *« le développement industriel des découvertes scientifiques est devenu un processus intensif élevé. L'intervalle entre la découverte et son introduction pratique se raccourcit rapidement ».*

3° *« la science se développe rapidement dans le domaine de la production en tant que telle. De nombreux laboratoires et centres de recherches apparaissent ».*

4° *« la coopération entre différentes sciences se développe, particulièrement entre celles qui n'avaient que peu de rapports. L'interaction et l'interpénétration de nombreuses voies scientifiques au cours de la recherche et de ses applications pratiques sont déterminées par l'unité et la communauté des phénomènes naturels ».*

5° *« la science pénètre dans chaque zone de l'administration d'état et de l'aménagement économique ».*

6° *« en altérant la nature de la production, la révolution scientifique et technique a un effet toujours plus grand sur les relations sociales ».*

Cette liste de Trapeznikov me semble négliger un aspect capital lié à l'augmentation colossale du pouvoir destructeur des armes. Ce n'est pas par hasard si des chercheurs comme A. Einstein et F. Joliot-Curie, qui n'ont jamais séparé la recherche scientifique de son contexte social, ont souligné la nécessité capitale de ne plus utiliser la guerre comme moyen de règlement des différends entre les nations. Joliot⁴⁹, qui a voué ses dernières années à la lutte pour la Paix et le Désarmement, s'exprimait

ainsi, en 1955, à l'Assemblée Mondiale de la Paix d'Helsinki : « *Le sentiment maintenant très répandu de l'étendue des ravages que provoquerait l'emploi des armes modernes, au premier rang desquelles il faut placer les armes atomiques et la bombe thermonucléaire, a puissamment contribué à faire mieux comprendre à tous l'impérieuse nécessité qu'il y a d'exclure la guerre comme moyen de régler les différends entre Etats* ».

Selon Richta³³ la structure et la dynamique nouvelles des forces productives sont caractérisées par des modifications portant sur :

a) les moyens de travail qui « *dépassent dorénavant, par leur développement, les limites des machines mécaniques et assument des fonctions qui en font, en principe, des complexes automatiques de production* ».

b) les objets de travail qui ne concernent plus exclusivement la gamme de matériaux dont la révolution industrielle ne faisait, tout au plus, que modifier les proportions.

c) « *l'aspect subjectif de la production, immuable pendant des siècles, se modifie; toutes les fonctions de la production directe, remplies par la force du travail simple, disparaissent progressivement; au sein de la production directe, la technique évince l'homme de ses fonctions directes de manutention et de manipulation et, finalement, de régulation* ».

d) la science et ses applications techniques qui pénètrent directement dans le processus de production. Il en résulte « *une transformation universelle de toutes les forces productives* » qui provoque leur « *brassage accéléré et permanent* ».

Les procédés développés au cours de la révolution scientifique et technique comprennent selon Richta :

a) la cybernétisation, dont la troisième étape, avec l'utilisation des calculatrices, permet d'éliminer complètement « *l'activité de l'homme de la production directe et de la cantonner aux étapes pré-reproductives, à la préparation technologique, à la recherche, à la science, aux divers services destinés à l'homme* ».

b) la chimisation, grâce à laquelle l'objet du travail (matière première) peut être choisi « *en raison de qualités délibérément choisies et maîtrisables* ». Elle « *affranchit l'homme du nombre restreint des matières naturelles et de leurs qualités immuables pour les remplacer par tout un éventail de matières synthétiques dont les qualités ont été délibérément déterminées* ».

Il semble que Richta ait sous-estimé les bouleversements apportés par l'accroissement des connaissances en biologie avec les possibilités de créations de variétés nouvelles, de contrôle de la fécondité, de synthèses

biochimiques, de symbioses contrôlées. On pourrait donc considérer qu'il y a simultanément une véritable biologisation.

Le développement de tous ces procédés s'accompagne d'une augmentation considérable des besoins énergétiques de l'humanité.

Dans son analyse sur l'intégration de la recherche dans la société, G.-D. Szakasits⁵⁰ après avoir souligné qu'«à présent, la science se voit assigner un nouveau rôle social : non seulement, elle sert la production, mais aussi, elle fournit de nouvelles bases scientifiques et théoriques à son évolution technique, sociale et économique », définit de son côté «les principales caractéristiques des changements qui se produisent dans le rôle social et économique de la science ».

-1) «Les activités en matière de recherche scientifique et de développement deviennent un secteur indépendant de l'activité sociale.». (Pour Y. Barel et P. Mallein ⁵¹, « le dynamisme national de la recherche a conquis sa spécificité par rapport au dynamisme de l'éducation »). F. Press ⁵² estime ainsi que les Universités Américaines devraient pouvoir disposer de moyens pour libérer des enseignants pendant des périodes de 3 ans pour qu'ils fassent exclusivement de la recherche, pour embaucher des chercheurs sans fonction enseignante.

2) Ces activités sont de plus en plus liées à la production industrielle.

3) Une partie de plus en plus grande de la recherche vise à résoudre les problèmes directement en rapport avec la production.

4) L'activité de recherche-développement (R-D) dépasse les limites des entreprises qui s'en occupent.

5) L'accroissement des activités de R-D influe sur la structure professionnelle de la main d'œuvre.

L'ALIENATION DE LA RECHERCHE ET DES CHERCHEURS :

Les remarques déjà formulées montrent qu'il serait abusif d'assimiler ces changements à une amélioration automatique du statut de la recherche. Le déroulement de la révolution scientifique et technique transforme continuellement les rapports entre la science et les activités économiques, le contenu même de la recherche est modifié et, par voie de conséquence, les conditions de travail des chercheurs.

H. Thiemann ⁵³ constate que, puisque la science devient « *le principal outil pour changer et améliorer les conditions de l'existence humaine, un flux considérable de fonds a été canalisé vers l'activité des chercheurs ces dernières années, la Communauté Economique devient de plus en plus intéressée par le contenu des projets de recherche. Le scientifique n'est plus un individu indépendant, libre, intéressé simplement par ce qu'il peut trouver. Il est maintenant concerné par ce qu'il doit faire; la société l'influence, en décidant des financements. La pression sur les*

scientifiques croît pour qu'ils produisent des résultats pratiques dans un temps limité ».

H. Brooks ¹⁴ souligne ainsi : *« Les menaces qui pèsent sur la science, et qui se manifestent aussi bien à l'intérieur d'elle-même qu'à l'extérieur, sont probablement plus grandes qu'à aucune époque passée, parce que la science est davantage intégrée à un processus politique et social ».* Montrant comment cette menace est une réalité, P.-H. Abelson écrit dans un éditorial de Science⁵⁴: *« aucune institution (scientifique) n'est immunisée, et à la vérité, plus elle est prestigieuse, plus elle est l'objet de menaces. Un dispositif courant est l'ultimatum avec brève échéance. Si vous ne faites pas ceci ou cela vos subventions et contrats seront supprimés ».* P. Thuillier ⁵⁵, après avoir cité J.-R. Ravetz qui « montre l'existence d'un double mouvement d'assimilation : la science a pénétré dans l'industrie, mais en revanche la science s'est profondément industrialisée, cela signifie aussi que les normes intellectuelles et éthiques de la communauté scientifique ont subi l'effet de nouveaux impératifs », signale qu'« il y a de plus en plus de science camelote parce que l'industrialisation de la science exige pratiquement qu'il en soit ainsi parfois cela frise la mauvaise foi, et les gens publient avant d'être sûrs des résultats ». Il ne suffit plus, comme le pense Weinberg ²⁷, de maintenir les ingénieurs en contact avec les chercheurs fondamentaux pour qu'ils restent honnêtes. C'est la science dite pure qui, aujourd'hui est menacée par la corruption capitaliste. Edsall ³⁵ montre à quel point le danger de voir la corruption s'étendre est réel : *« Un nombre considérable de chercheurs connaissaient les dangers du chlorure de vinyle longtemps avant que les faits aient été révélés à l'Office de Sécurité du Travail ou au public, mais ils restaient tranquilles sans donner l'alerte. Comme la Fédération des chercheurs américains le déclare, « les chercheurs industriels qui contribuent à la conspiration du silence dans leurs entreprises ne sont pas blâmés, au contraire, ils sont souvent récompensés pour leur loyauté ».*

C'est pourquoi B. Commoner ⁸ souligne: *« Il n'est pas moins important que l'on se souvienne que les rapports qui relient la science et la technologie au système économique ne sont pas à sens unique. Le système économique, et l'idéologie politique dont il est l'expression, imposent d'importantes contraintes au développement de la science et des techniques. L'une d'elles résulte simplement de la répartition des crédits nécessaires à la recherche et à la mise en œuvre du développement. La science et la technologie ne sont donc pas des sources d'information indépendantes, que le système social ignore, ou dans lesquelles il puise quand il croit y avoir intérêt, mais elles sont dans une large mesure dirigées par la société ».* C'est ainsi que Edsall³⁵

signale «*des tentations pour supprimer des résultats scientifiques importants défavorables à la politique de puissantes organisations* ». Une telle situation s'aggrave avec la militarisation de l'économie.

J. Walsh montre que les crédits R et D aux U.S.A.⁵⁶ sont pour 50% directement affectés aux dépenses militaires (respectivement 49,88 %, 47,81% et 48,99% pour 1973, 1974 et 1975), soit plus de 4 fois les crédits R et D pour les Universités. La tendance est la même en France et en Grande-Bretagne. Ces moyens très importants permettent une intervention directe sur l'activité des laboratoires de recherches fondamentales, particulièrement dans les Universités. Z. Fairbains⁵⁷ signale ainsi que dans les Universités du Royaume-Uni, 600 projets sont subventionnés par le Ministère de la Défense (D.O.B.) de Grande-Bretagne et, au moins 65, par le département U.S. de la défense (D.O.D.). Ainsi l'Université de Glasgow est subventionnée par D.O.D. pour l'étude des mécanismes d'immunisation aux vecteurs de la malaria ! Le principal colloque sur la dynamique des populations a été organisé par l'O.T.A.N. en 1970 à Oosterbeek, pour habituer les chercheurs à travailler avec cet organisme, ce qui avait entraîné, d'ailleurs, la protestation unanime des participants.

On comprend dans ces conditions le trouble, signalé par de nombreux auteurs, dans la communauté scientifique des principaux pays capitalistes. Il y a reflet chez les chercheurs de la crise générale du capitalisme. Cette situation est d'autant plus ressentie que les intérêts des monopoles s'opposent souvent à des innovations. Brooks ¹⁸ constate « *le progrès technique néglige souvent des besoins qui n'arrivent pas à manifester suffisamment leur présence grâce au marché* ».

« C'est cette réalité du contrôle social des actes scientifiques qui rend, au mieux redondantes, au pire prétentieuses, quelques-unes des réflexions d'ordre moral concernant la responsabilité sociale du biologiste, considérée, à certaines époques, manifeste dans les écrits dramatisants de certains journalistes scientifiques » constatent pertinemment S. et H. Rose⁵⁸. Ils soulignent : «*Si nous admettons que la science est subventionnée par l'Etat, et qu'il y a toujours plus d'idées à exploiter que d'hommes et d'argent pour le faire, le débat est dans un sens court-circuité. La politique de la science consiste à choisir ce qui est à faire. On ne peut pas simplifier la question en disant que la science suit un cours inévitable et ne peut être interrompue, car elle s'interrompt et repart sans cesse au gré des suppressions et des allocations de fonds* ».

« *Le conflit est donc au niveau du pouvoir, au niveau du contrôle de la science par la société. En fait, les problèmes de la science viennent en partie de l'absence de partage du pouvoir ; les décisions sont secrètes et non ouvertes, la responsabilité du scientifique serait d'assurer que ce*

pouvoir soit partagé avec un public plus large, et non de se donner en spectacle, titubant sous des charges morales qui ont plutôt l'air d'un bouquet de plumes ». Si S. et H. Rose ont raison de poser le problème en fonction de la nature du pouvoir et de souligner la nécessité de la participation de la population, ceci ne va pas sans problèmes, dans la mesure où la présentation des choix peut être biaisée par une inégale répartition de la connaissance. Par exemple, l'affaire Lyssenko ne provenait pas d'orientations résultant de débats secrets, mais au contraire d'une utilisation abusive et unilatérale de la presse pour créer un mouvement d'opinion en faveur d'une position déterminée ⁵⁹. Dans tous les secteurs où l'opinion souhaite des solutions rapides, ce qui est le cas dans de nombreux domaines médicaux, la tentation est facile de s'assurer le concours de quelques journalistes pour prétendre que les résultats seraient obtenus si tel chercheur ou tel laboratoire particulier disposait des crédits. Lorsque les choix sont délicats et l'information scientifique inégalement distribuée, il est toujours dangereux de porter le débat sur la place publique tant que manque la garantie de présentation impartiale des différents choix. C'est pour éviter la répétition de tels phénomènes que la section de biologie et de chimie de l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S. vient de mettre en garde un académicien contre l'utilisation tendancieuse et prématurée de la presse soviétique ⁶⁰.

PRIVILEGIER LE DEVELOPPEMENT IMMEDIAT AU DETRIMENT DE LA RECHERCHE :

Aux U.S.A. remarque Utterback ⁴², les innovations apparaissent *« d'abord dans les secteurs, où les profits potentiels à court terme sont très clairs »*. Comme le délai dans l'application d'une innovation est d'autant plus long que celle-ci est importante, la tendance générale est de limiter au maximum l'impact des innovations aux secteurs où la conquête d'un marché les rend nécessaires. Mansfield ²⁶ signale ainsi les résultats d'une enquête auprès d'entreprises américaines, dont *« 47% indiquent que leur principal objectif était de développer de nouvelles marchandises et, pour 40% il ne s'agissait même que d'améliorer des marchandises existantes, et seulement 13% indiquent que leur objectif était de développer de nouveaux processus de production »*. Il y a donc une sous-utilisation systématique des possibilités technologiques, d'autant plus grande que l'entreprise a une situation de monopole dans le secteur. S. Gee ⁴⁷ constate que *« l'incompatibilité entre le temps requis pour la réalisation d'une innovation (généralement 3 à 30 ans et quelquefois plus) et la préoccupation des dirigeants industriels d'obtenir des profits à court terme, sert à décourager les innovations technologiques aux U.S.A. Les petites sociétés et les inventeurs individuels semblent plus innovateurs que les grandes compagnies »*. L'existence d'Etats

socialistes limite toutefois ce gaspillage, en obligeant les entreprises capitalistes à tenir compte des réalisations socialistes. Ainsi, la présence du camp socialiste est un élément important qui intervient dans le maintien d'une recherche scientifique dans des secteurs qui ne présentent pas d'intérêts immédiats évidents pour le capitalisme monopoliste d'Etat.

Compte tenu des aléas de la R et D et de la nécessité d'assurer une utilisation rapide des capitaux investis, alors qu' « *il y a un délai de 8 à 15 ans entre le moment où l'information technique est apparue et le moment où elle se traduit par une innovation* » ⁴², on comprend qu'au stade du capitalisme monopoliste d'Etat, l'essentiel du financement R et D provienne de l'Etat. Ce dernier assure ainsi la socialisation de la recherche et du développement, mais, bien sûr, le profit, tiré de cette R et D, reste privé. Par exemple, le remboursement du financement à 50 des dépenses de Développement des entreprises privées par la D.G.R.S.T. n'est effectué que si l'entreprise subventionnée, commercialise l'innovation. Douillet⁴⁶ précise: « *Une opération aboutissant à un succès technique, mais à un échec commercial ne donnera pas lieu à remboursement* ». Comme le développement permet, plus que la recherche, la réalisation rapide de l'investissement, il est facile de comprendre, bien que cela soit en opposition totale avec toutes les analyses sur les besoins de la société, que les dépenses de développement prennent un caractère prioritaire et croissant. Ainsi, les nombres indiqués par Walsh 55% montrent que les dépenses de développement aux U.S.A. représentent, pour l'ensemble des crédits R et D, 55,4% en 1973, 59,35% en 1974 et 60,26% en 1975, ce qui signifie une régression des crédits recherche, en tenant compte de l'inflation. Chaque responsable de laboratoire de recherches universitaires, pourrait fournir une courbe significative de l'évolution de ses crédits et montrer que la régression s'aggrave depuis 1968. A titre indicatif pour le laboratoire d'Ecologie Expérimentale, de 1968 à 1975, en francs constants, les crédits par chercheur ont diminué de moitié. Pour la première fois, les crédits de fonctionnement de 1975, étaient épuisés à la fin du mois de mai. W.- D. Mac Elroy ⁶¹ signale la même situation aux U.S.A., où la National Science Fondation signale en 1975, une régression de 8 sur 1974 en dollars constants. Le capitalisme en crise sacrifie la recherche à longue échéance, et parallèlement en plaçant les laboratoires d'Etat en déséquilibre financier, il les pousse à rechercher des contrats auprès des entreprises privées, d'où transformation des programmes de recherches de base en recherche à court terme. Ainsi, comme le remarque Galbraith ⁵ : « *Le chimiste qui consacre une bonne partie de son temps à Dupont ou à Monsanto s'identifiera très vraisemblablement aux intérêts de ces sociétés. Il est possible également qu'il parvienne à infléchir les objectifs*

de son Université ». Comme, parallèlement, les organismes d'Etat distribuent sélectivement les crédits d'aide au développement, qui correspondent à des subventions déguisées, une telle politique facilite la concentration capitaliste. En excluant de l'aide au développement certaines entreprises, le C.M.E. provoque ainsi volontairement l'obsolescence technologique d'entreprises dont l'équipement et la gestion auraient permis un fonctionnement normal si elles avaient disposé de prêts à la reconversion. Ainsi, beaucoup de faillites récentes n'affectent pas des entreprises désuètes mais des entreprises modernes. Quand la situation de monopole est assurée les « industries mûres », selon Utterback, alors la part d'innovations devient limitée.

Comme la part de risque technologique augmente au fur et à mesure de la diversification des choix offerts par le développement de la révolution scientifique et technique, seuls les budgets des Etats socialistes ou des monopoles transnationaux peuvent amortir les coûts dus à des erreurs de choix technologiques. Cette situation, qui ne peut que se généraliser, montre que la socialisation de la recherche accélère la socialisation de la production. Arrivé à ce point, la contradiction avec la propriété privée des moyens de production atteint un nouveau palier. Mais dans la mesure où des choix technologiques sont opérés dans le cadre du C.M.E., ils sont à effectuer avant tout en fonction des intérêts des plus grands groupes financiers. Leur rationalité n'est pas celle de l'utilisation harmonieuse des ressources naturelles. Commoner⁸ a montré avec clarté les raisons financières de l'orientation du système de transport aux U.S.A. Les choix en matière énergétique en France, tout comme aux U.S.A., sont dus aux mêmes motivations. La diversification et l'indépendance nationale sont sacrifiées au profit d'un seul type de filière, ce qui assure un marché suffisamment vaste aux trusts qui ont imposé ce choix. Dans une remarquable étude, D. Djerassi⁶² montre que les grandes compagnies chimiques des U.S.A., qui avaient poussé à l'étude d'insecticides universels, comme le D.D.T., parce qu'ils offraient un vaste marché, refusent de subventionner des insecticides spécifiques, car ils ne fourniraient pas des marchés à la taille de leurs besoins ; aussi elles se reconvertissent dans la pilule qui, elle, peut être universelle. Aux organismes politiques américains revient la tâche d'ouvrir les marchés du tiers-monde par une pression idéologique adéquate. Les démarcheurs ont alors présenté des arguments moraux et techniques à la Conférence internationale sur la population de l'O.N.U. à Bucarest.

N. Wade ⁶³ dénonce la politique criminelle des groupes producteurs de lait concentré et en poudre qui font tout pour élargir le marché en supprimant l'allaitement maternel dans les pays du tiers-monde, ce qui provoque une augmentation de la mortalité infantile. J'ai souligné⁶⁴cette

volonté systématique des monopoles de s'opposer à la diversification des choix technologiques, car ils veulent ainsi rentabiliser au maximum leurs investissements par un élargissement du marché.

Les crédits militaires permettent d'accentuer la sélection entre les entreprises ; D. Carter ⁶⁵ donne des exemples de cette chasse aux contrats aux U.S.A. et de la transformation des organismes d'état en représentants de groupes industriels se partageant les subventions. La menace sur la paix du monde exercée par ces pratiques n'est pas à souligner ; les décisions diplomatiques du gouvernement français, ainsi que son refus de signer le traité de Moscou sur l'arrêt des essais nucléaires, n'ont pas d'autre origine.

PRIVILEGIER L'EFFORT DE RECHERCHE IMPLIQUE UNE VERITABLE REVOLUTION CULTURELLE :

Gaspillage technologique, introduction de mœurs frelatées dans le monde de la science, utilisation des innovations pour aggraver le chômage, militarisation de la recherche, autant de brèches dans la tour d'ivoire, traditionnellement bien isolée, de bien des scientifiques. Cette situation est ressentie d'autant plus cruellement que, pour la première fois depuis plus d'un siècle, une attaque directe contre la connaissance scientifique est menée avec une liberté totale. La crise de l'environnement sert de prétexte pour conduire au pilori les scientifiques, apprentis sorciers, qui après avoir fait la bombe atomique, polluent l'eau et l'atmosphère, empoisonnent l'organisme avec leurs produits de synthèse.

La science étant soumise aux monopoles, les méthodes prévalant dans les entreprises capitalistes y étant introduites, pourquoi se gêner, Kahn peut parler en maître⁶. T. Maldonado⁶⁶ aurait raison d'écrire : « *Le langage de Kahn est sans précédent dans la longue et lugubre histoire des intellectuels au service du pouvoir. Parmi les intellectuels qui ont donné leur appui au totalitarisme nazi et fasciste, nous ne trouvons personne qui ait osé parler d'une façon aussi claire que ne l'a fait Kahn* », si W. et P. Paddock⁶⁷ n'avaient de leur côté montré jusqu'où le cynisme Yankee peut aller lorsqu'il s'agit de déterminer les relations économiques avec les pays sous-industrialisés. Quand certains accusent la fatalité, devant les famines au Bengla Desh et au Sahel, il est utile de relire les textes de Kahn et Paddock. Il faut une certaine dose d'aveuglement à P. et A. Ehrlich pour prétendre que les Paddock sont des « réalistes »⁶⁸.

Dénigrant le chercheur, l'assujettissant aux intérêts des monopoles, entravant ses possibilités créatrices, par là-même, le capitalisme monopoliste d'Etat entre en contradiction avec les besoins de la société

au stade de la révolution scientifique et technique. Vouloir maintenir la science dans le lit de Procuste des objectifs des monopoles capitalistes, c'est négliger le fait souligné par Richta³³ que « *dans les conditions de la révolution scientifique et technique, la priorité de la science sur la technique et sur la production directe deviennent la loi de développement des forces productives* ». M.-V. Keldvch, président de l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S., soulignait cette relation dans les objectifs fixés au développement de l'Union Soviétique : « *Il faut que notre technique progresse et se développe à une cadence plus rapide que l'industrie lourde, et que les sciences, qui sont le fondement principal du progrès technique et la source majeure des idées techniques les plus saisissantes, l'emportent sur le rythme de développement de la technique* ». Cette idée était exprimée aussi dans le rapport, « *Scientific progress, the Universities and the Federal Government* », publié à Washington en 1960 : « *Tout calcul mesquin sur la rentabilité des investissements (dans la recherche) nous amènerait sans doute à la ruine* ».

Pendant ce temps, H. Kahn (qui se prétend par ailleurs futurologue) essaie désespérément de réduire le rôle de la science dans la société en faisant appel aux réflexes les plus obscurantistes de la population ! Les possibilités nouvelles ouvertes par la révolution scientifique ne peuvent au contraire être accomplies que par une extraordinaire diffusion de la démarche scientifique, par une désaliénation de l'homme, pour que les plus larges masses puissent contribuer au progrès de la connaissance. Une véritable révolution culturelle doit accompagner la transformation de la société à l'époque de la révolution scientifique et technique. C'est ce à quoi W. Bevan⁶⁹ appelle les scientifiques quand il demande « *aux associations scientifiques d'organiser des forums publics pour exposer les solutions auxquelles les chercheurs pourraient effectivement contribuer* ». En multipliant tous les moyens de diffusion de la science, en stimulant les associations de chercheurs amateurs, en créant un besoin permanent de connaître plus, les pays socialistes tentent d'intégrer la science à la vie publique « *comme la politique était intégrée à celle de l'ancienne Grèce, la religion à celle du Moyen Age, le commerce à celle du XIXe siècle* », selon le souhait de Bevan. Toute tentative de discrédit de la science, de régression de la part de la recherche fondamentale dans l'activité nationale, de dénigrement des chercheurs, est le signe d'une organisation sociale dépassée, le stigmate d'une classe sociale décadente qui ne croit plus en l'avenir.

Or, les réductions relative et absolue des budgets de recherche, la limitation de la place de la recherche fondamentale, l'alignement de la gestion scientifique sur la gestion industrielle, l'écrasement des

chercheurs par des tâches étrangères à la recherche, sont des traits caractéristiques de la situation dans la plupart des pays capitalistes industrialisés. Gee⁴⁷ rappelle que la détérioration de la balance commerciale des U.S.A au cours des dernières années est liée en partie, au déclin relatif de l'innovation technologique dans ce pays.

A l'époque de la révolution scientifique et technique, ce sont des critères qui dénoncent l'inadéquation d'une forme d'organisation de la société. Avec l'organisation des activités humaines à partir des découvertes scientifiques, la science devient de plus en plus une force productive directe, et en ce sens, toute interruption dans l'effort de recherche correspond à un arrêt des investissements productifs du pays. Mais en devenant une force productive, l'activité scientifique s'imbibe des défauts liés aux caractéristiques du système économique. C'est pourquoi la révolution scientifique entraîne à la fois une exaltation et une aliénation de la science.

LA R.S.T. IMPOSE LA REVOLUTION ECOLOGIQUE :

Avec la révolution scientifico-technique, l'humanité acquiert une puissance d'intervention inouïe : l'homme sort de l'écosphère, crée des microcosmes. L'efficacité du travail humain est considérablement accrue. Selon L. Von Bertalanffy⁷⁰ « *en de nombreux cas, l'évolution culturelle n'aura pas une accélération logarithmique, mais log-log* ». De nouveaux outils, de nouveaux matériaux élargissent les possibilités d'action. L'homme diversifie considérablement ses champs d'activité. En utilisant la terminologie écologique, il y a multiplication extrêmement rapide des niches économiques. La domestication de nouvelles sources d'énergie, en diversifiant les solutions possibles, élargit les espaces géographiques utilisables, conditionne la libération de l'homme et son épanouissement socio-culturel. Comment, dans ces conditions, accepter l'affirmation de I. Illich que l'abondance d'énergie utilisable devient un danger en soi : « *Je soutiens qu'au-delà d'un certain niveau moyen d'énergie, par habitant, le système politique et le contexte culturel de n'importe quelle société doit s'altérer* ⁷¹ ».

Mais l'aptitude à créer des écosystèmes artificiels habitables par l'homme: capsules spatiales, sous-marins, villes polaires ou désertiques, ont transformé l'idéalisme positiviste en triomphalisme. L'empreinte positiviste n'est pas toujours absente de certains écrits sur la domination de la nature publiés dans des revues marxistes. Quand E. Olszewski ⁷² écrit : « *Dans les intérieurs artificiellement chauffés ou climatisés, artificiellement éclairés, c'est parfois l'homme, lui seul, qui appartient au monde de la nature* », il laisse supposer que les réalisations de l'homme sont indépendantes des conditions de fonctionnement de la

matière, échappent aux contraintes du monde matériel qui lui est extérieur. Il en vient ainsi à considérer que « *le monde des techniques diffère du monde de la nature par le fait qu'il est — et plus exactement qu'il peut et devrait être — construit intentionnellement et d'après un plan* ». Certes, Olszewski ajoute : « *Les éléments constitutants de ces deux mondes — celui de la nature et celui des techniques— sont les mêmes* ». Toutefois, en caractérisant un monde des techniques, il détache artificiellement les réalisations de l'homme des conditions écologiques dans lesquelles elles peuvent seulement fonctionner.

C. Santoro⁷³ rappelle judicieusement : « *Si l'on tient pour acceptable que l'homme fait partie de la nature, alors nous devons estimer que tout le travail de l'homme et ses produits sont des formes d'auto transformation de la nature elle-même* ».

Il ne saurait donc être question d'admettre l'existence d'entités, comme « technosphère » ou « noosphère », suivant l'expression de Teilhard de Chardin⁷⁴. Seule une lecture superficielle de Marx a pu laisser croire que certaines formules comme « domination » et « appropriation de la nature » correspondaient à une séparation idéaliste hégélienne entre l'homme et la nature, à une forme de triomphalisme positiviste. Or, comme le remarque C.-M. Santoro⁷³, « *si l'appropriation de la nature marxienne correspond plutôt à l'idée d'une appropriation consciente par l'homme de sa propre naturalité, que la division du travail avait obscurcie depuis les débuts de la protohistoire, alors le lien entre homme et nature redevient crédible* ».

F. Engels est d'ailleurs très explicite sur ce point : « *Les faits nous rappellent à chaque pas que nous ne régnons nullement sur la nature comme un conquérant règne sur un peuple étranger, comme quelqu'un qui serait en dehors de la nature, mais que nous lui appartenons avec notre chair, notre sang, notre cerveau, que nous sommes dans son sein et que toute notre domination sur elle réside dans l'avantage que nous avons sur l'ensemble des autres créatures de connaître ses lois et de pouvoir nous en servir judicieusement*»⁷⁵.

Cette émancipation apparente de l'homme des contraintes naturelles correspond en fait au début de la prise de conscience de leur réalité, mais d'une façon tellement insuffisante qu'elle s'est traduite par des aspects négatifs, exprimés en termes de nuisances, de pollutions et de dangers (pour J. Platt, la puissance destructrice des armes a été multipliée par 10⁶ au cours de ce siècle²⁰), ou par le rétrécissement de la richesse et des potentialités de la nature par la réduction rapide du capital biologique de l'écosphère, (d'ailleurs difficile à évaluer avec précision), et par la réduction du capital génétique de nombreuses espèces domestiques.

Ces suppressions définitives de capital naturel, cet appauvrissement de l'environnement, correspondent à une perte dont l'humanité peut difficilement mesurer l'importance. Combien secondaires apparaissent, à côté, les lamentations sur l'épuisement prétendu des matières premières minérales !

Tous ces effets latéraux des interventions humaines prennent des dimensions telles que leurs conséquences n'en peuvent être plus longtemps négligées sans compromettre l'avenir même de l'humanité. Décelés à la fois, sur l'écosphère, ses compartiments (lithosphère, hydrosphère, atmosphère et biosphère), et les écosystèmes d'une part, sur les conditions de vie réelles et le sort de nombreuses communautés humaines d'autre part, ils rappellent l'unité et la communauté du système naturel dans lequel l'humanité doit vivre. La méconnaissance de cette unité place l'humanité dans une situation telle que R. Richta³³ remarque : « *Dans la civilisation des prochaines décennies, les hommes seront un peu dans la situation du cosmonaute pour qui la reconstruction artificielle et la maîtrise des conditions d'existence élémentaires sont une condition de vie et de mort* ».

Il est significatif que, poursuivant sa réflexion, et rectifiant en partie ses appréciations antérieures, le Club de Rome, dans son rapport de Tokyo⁷⁶, considère « *qu'avec les grands problèmes qui se posent aux sociétés d'aujourd'hui, il ne s'agit pas d'un simple habillage moderne des difficultés du passé* ».

C'est en fonction de l'aptitude à résoudre ces problèmes, dont les conséquences pour les conditions de vie et l'avenir de l'humanité ne sauraient être surestimées, que se définit l'adéquation d'un système économique. A.-E. Médounin¹⁶ parvient à cette conclusion : « *Il se dessine une nouvelle sphère de compétition pacifique entre le système socialiste et le système capitaliste, compétition dans la lutte pour surmonter la crise écologique, pour la pureté de l'environnement* ».

Cette tâche nouvelle assignée à l'humanité, n'est pas due nécessairement au niveau actuel du développement économique, comme le prétendent de nombreux auteurs, y compris B. Ward et R. Dubos⁷⁷. Au contraire, le développement économique actuel ne peut être poursuivi que par une révision des relations entre l'homme et la nature établies au cours de la révolution industrielle, dans le cadre des rapports de production capitalistes. Je pense⁴ qu'« *avec le développement impétueux de la force d'intervention de l'homme au cours de la révolution scientifique et technique, les vices de la stratégie utilisée ne pouvaient qu'éclater avec brutalité. L'accroissement prodigieux de la puissance d'intervention de*

l'homme est le révélateur de l'inadéquation des méthodes d'approche héritées du dix-neuvième siècle ».

Une telle situation est caractéristique d'une situation révolutionnaire qui affecte la science elle-même. Th.-S. Kuhn ⁷⁸ souligne en effet que les révolutions scientifiques doivent être *« considérées comme des épisodes non cumulatifs de développement, au cours desquels un paradigme plus ancien est remplacé, en totalité ou en partie, par un nouveau paradigme incompatible ».*

Pour Kuhn, les paradigmes sont des *« découvertes qui ont en commun, d'une part d'être suffisamment remarquables pour soustraire un groupe cohérent d'adeptes à d'autres formes d'activité scientifique concurrentes, d'autre part d'ouvrir des perspectives suffisamment vastes pour fournir- à ce nouveau groupe de chercheurs toutes sortes de problèmes à résoudre».*

Or, *« le passage d'un paradigme en état de crise à un nouveau paradigme, d'où peut naître une nouvelle tradition de science normale, est loin d'être un processus cumulatif, réalisable à partir de variantes ou d'extension de l'ancien paradigme ».* *« Comme le choix entre des institutions politiques concurrentes, celui qui doit s'effectuer entre des paradigmes concurrents s'avère être un choix entre des modes de vie de la communauté qui sont incompatibles ».*

Il s'agit donc de déterminer quels sont les aspects de la stratégie économique et de la méthodologie, qui doivent être révisés, en fonction de ce nouveau paradigme, *l'écologie*, pour permettre d'appréhender correctement les phénomènes de la nature.

La diffusion des concepts écologiques correspond en effet à une véritable révolution scientifique par l'ampleur des bouleversements qu'elle provoque dans l'appréhension des relations entre l'homme et la nature.

LA REVOLUTION ECOLOGIQUE

Notre planète effectue une rotation sur elle-même et une révolution autour du soleil. Elle constitue ainsi un ensemble, ou *écosphère*, stratifiée en «compartiments» en fonction de la densité : lithosphère, hydrosphère et atmosphère. Elle reçoit son énergie du soleil. *Seules* les parties orientées vers le soleil reçoivent les radiations solaires ; par contre, toute la surface rayonne de l'infrarouge. L'équilibre énergétique détermine *la température de surface*. L'énergie incidente chauffe les masses gazeuses de l'atmosphère et provoque ainsi une modification de la densité d'une

fraction de l'atmosphère, la met en mouvement, ce qui donne de l'énergie éolienne. Elle chauffe les couches superficielles de l'hydrosphère, particulièrement de l'océan, provoquant une évaporation à l'origine du cycle de l'eau, et ainsi de toute l'énergie hydraulique. Echauffant différemment masses océanes et continents, qui, par ailleurs non exposés, se refroidissent à des vitesses diverses, ceci contribue à modifier localement la température de surface et celle des masses atmosphériques. L'irrégularité du relief interfère avec ces éléments pour contribuer à la définition du climat. Comme l'écosphère est *un système énergétiquement ouvert*, doué de mouvements de rotation périodiques, et que la surface de la lithosphère est hétérogène, le climat présente *des périodicités régulières avec des variations aléatoires*. L'essentiel des phénomènes observés sur notre planète est lié à l'aspect énergétique ouvert de notre planète. La part d'énergie solaire qui contribue à ses phénomènes dépend de l'importance de *l'albédo* (énergie réfléchie), fonction de la composition de l'atmosphère, de l'état physique de l'hydrosphère et de la couverture des continents.

Grâce à la photosynthèse, les organismes chlorophylliens transforment l'énergie solaire en énergie chimique stockable. L'énergie incidente périodique devient ainsi une énergie *permanente* sous forme de matière organique. Pour effectuer cette transformation, les organismes chlorophylliens ont besoin d'eau liquide, de gaz carbonique et de sels minéraux. Leur aire d'activité est ainsi limitée à l'interface entre lithosphère et hydrosphère d'une part, et atmosphère d'autre part. Là où l'un de ces facteurs indispensables à leur activité manque, la fabrication de matière organique est impossible, la zone est désertique.

Comme la matière organique végétale correspond à de l'énergie stockée, d'autres organismes, les animaux et les décomposeurs, peuvent tirer leur énergie de cette matière organique en l'oxydant. L'oxydation de la matière organique est réalisée par tous les organismes grâce à l'oxygène libéré lors de la photosynthèse ; cette oxydation produit du gaz carbonique qui est réutilisé par la photosynthèse. Parallèlement, la dégradation de la matière organique libère les sels minéraux qui sont réutilisés par les végétaux.

Ainsi, la circulation de la matière dans la biosphère (ensemble des êtres vivants) correspond à des transferts d'énergie, dont la pérennité est assurée par l'entrée périodique d'énergie solaire.

Chaque point de la terre subissant par sa position une périodicité définie, le cycle d'activité des végétaux est ainsi caractéristique de la latitude, et aussi de la périodicité de la présence de l'un des facteurs limitant (l'eau liquide). Ils présentent ainsi un rythme quotidien de photosynthèse et un

cycle saisonnier d'activité. Les animaux, consommateurs primaires (herbivores) ont un cycle ajusté en fonction des disponibilités en végétaux. De même, les consommateurs secondaires (carnivores) ont leur cycle lié à celui des herbivores ⁷⁹.

Pour un espace géographique déterminé, il y a ainsi une organisation de l'activité des êtres vivants, liée fondamentalement aux caractéristiques périodiques locales du système. La dynamique de chaque espèce est limitée par sa position *trophique* dans la chaîne alimentaire. Chaque entité spatiale correspond ainsi à une entité fonctionnelle ou *écosystème*. Mais dans ces écosystèmes une fraction des éléments transitent par l'atmosphère (gaz carbonique, oxygène, azote), de plus l'énergie solaire vient de l'extérieur de l'écosphère. Ainsi tout écosystème est un système ouvert. Toute exportation de matériaux minéraux indispensables au fonctionnement de l'écosystème, se traduit, si elle n'est compensée par un apport identique, en un appauvrissement.

Toute fluctuation dans les populations des êtres vivants d'un niveau trophique, se répercute aux autres niveaux. Les populations des êtres vivants sont donc en *équilibre dynamique* dans tout écosystème. Les périodicités étant fondamentalement différentes suivant les latitudes, les populations d'êtres vivants présentent, suivant les latitudes, des rythmes quotidiens et des cycles saisonniers distincts. Les compositions des écosystèmes sont elles-mêmes ainsi caractéristiques des aspects fondamentaux des différentes entités géographiques. La répétitivité des phénomènes périodiques des écosystèmes provoque *des pressions de sélection orientées*, entraînant la présence actuelle d'espèces et de populations adaptées aux conditions caractéristiques des écosystèmes.

Les évolutions parallèles des espèces d'un même écosystème ont provoqué des phénomènes coévolutifs contribuant à la cohésion de ces ensembles. Ainsi, dans tout écosystème, chaque espèce a une position spatiale (*habitat*) et une activité (*niche*) caractéristiques.

Les variations aléatoires de nombreux phénomènes autour de valeurs moyennes ne permettent aucun ajustement rigoureux à des valeurs idéales de paramètres imaginaires. La survie des organismes est liée à leur plasticité. Plus les plasticités des différents individus d'une population présentent de différences, plus la *plasticité* totale de la population est grande, et plus sa survie, face aux fluctuations aléatoires, est assurée. Tout mécanisme assurant la *variabilité* de la population est un élément de survie de l'ensemble, d'autant plus capital que l'écosystème est plus soumis à des fluctuations aléatoires.

La sexualité permet le maintien d'une variabilité importante dans les populations, et grâce à cette variabilité, elle permet aux populations d'évoluer en fonction de la répétitivité des pressions de sélection.

Ainsi les écosystèmes sont des systèmes intégrés, ouverts, évolutifs. Chaque écosystème reflète les caractéristiques actuelles fondamentales du système, mais aussi les éléments historiques ayant orienté son évolution. Tout événement brutal, dépassant les limites de la plasticité globale des populations d'un écosystème, n'ayant aucun rapport avec les phénomènes périodiques auquel est soumis cet ensemble, revêt un caractère catastrophique pour de nombreuses espèces⁸⁰ et bouleverse l'écosystème.

Ces quelques éléments de base ne prétendent pas donner une analyse exhaustive des écosystèmes. D'ailleurs nos connaissances dans ce domaine sont encore extrêmement fragmentaires et Brooks ¹⁸ souligne avec juste raison que les nouvelles frontières de la science correspondent à l'étude poussée des écosystèmes.

L'ÉCOLOGIE N'EST PAS UNE AUBERGE ESPAGNOLE

Toutefois ces indications très superficielles suffisent à montrer combien l'approche écologique correspond à une modification des stratégies scolastiques de la première moitié de ce siècle. C'est *l'unicité fonctionnelle de la nature* qui a été rétablie avec l'introduction d'une conception écologique. Mais la position mécaniste a la vie dure, et certains prétendent diviser l'écologie en écologie animale et en écologie végétale, ignorant totalement que végétaux et animaux font partie des mêmes ensembles fonctionnels et que la démarche écologique consiste au contraire à examiner comment ces entités spatiales fonctionnent et évoluent. S'il est possible et nécessaire de développer une écologie lacustre, forestière, prairiale, aborder « écologiquement » les problèmes animaux et végétaux d'une façon séparée consiste simplement à poursuivre la vieille *zoologie* ou la vieille botanique en adoptant une dénomination à la mode.

Le résultat en est d'ailleurs que de nombreuses absurdités continuent à être publiées. Par exemple, certains botanistes, qui s'intitulent écologistes, prétendent que les forêts produisent de l'oxygène. Dans la plupart des cas la respiration de tous les organismes (animaux et microorganismes compris) équilibre la photosynthèse, puisqu'il n'y a pas accumulation de matière organique, c'est-à-dire de carbone réduit. Dans ces conditions, seuls des tourbières et les marais « produisent » de l'oxygène, puisque le bilan n'est pas équilibré et qu'il y a accumulation de matière organique. D'autres, absolument étrangers à toute notion de génétique des populations envisagent un mythique équilibre biologique, non pas de nature dynamique, mais fondamentalement statique.

Puisque la nature est « en équilibre », alors gardons-nous d'y toucher, mettons la nature sous cloche, excluons l'homme de ces ensembles sous cellophane, interdisons de modifier la nature prétendument vierge et immuable. C'est en ce sens que l'utilisation de la formulation : conservation de la nature, est dangereuse et doit être évitée. De telles positions fixistes sont évidemment une aubaine pour les tenants du conservatisme social ⁶⁴. Elles n'ont cependant rien de commun avec la réalité écologique. Le problème posé est d'insérer les activités de l'homme dans la trame des contraintes imposées par le fonctionnement des écosystèmes. Il s'agit en fait d'humaniser toujours plus la nature en permettant sa survie. La nature a évolué sans l'homme, elle doit pouvoir continuer à évoluer avec des activités humaines toujours plus développées.

Lorsque Trapeznikov²⁸ considère que « *l'interaction et l'interprétation de nombreuses voies scientifiques au cours de la recherche et de leurs applications pratiques sont déterminées par l'unité et la communauté des phénomènes naturels qui sont fondamentales dans la matière vivante et dans la nature inorganique* », il sépare matière vivante et nature inorganique. Cette séparation, évidente lorsqu'on étudie tel aspect particulier de la matière vivante, ou de la matière inorganique, devient un obstacle à la compréhension des phénomènes écologiques qui caractérisent les systèmes naturels. S'il est évident que l'on ne peut comprendre le fonctionnement d'un être vivant en ignorant les lois de la physique ou en le détachant de son contexte écologique, il est non moins certain que le rôle des organismes vivants dans la composition de l'atmosphère terrestre, dans la pénétration des radiations solaires, dans les cycles chimiques de l'écosphère, interdit toute exclusion des paramètres biologiques de l'étude de la lithosphère, de l'hydrosphère ou de l'atmosphère. Trapeznikov ne tient pas compte de l'apparition des concepts écologiques dans sa formulation.

P. Shepard⁸¹ analysant la nature de l'écologie, considère « *bien que l'écologie puisse être traitée comme une science, sa profondeur (wisdom), plus développée et envahissante, est universelle* ». C'est pour ces raisons que l'écologie constitue un paradigme au sens de Kuhn ⁷⁸, et que son apparition correspond à une révolution scientifique.

E.-H. Haeckel, en 1869, en définissant l'écologie, la caractérisait comme « *l'économie de la nature* ». Il ajoutait : « *Cette science de l'écologie, souvent improprement considérée comme biologie dans un sens étroit, a longtemps formé le principal élément de ce qui est communément baptisé « histoire naturelle »*. Certes, d'autres textes de Haeckel, donnent à l'écologie un aspect plus restrictif, limité à l'étude des êtres vivants dans

leur environnement, c'est-à-dire un sens voisin d'éthologie, terme introduit par E. Geoffroy Saint-Hilaire en 1854.

L'écologie, économie de la nature, permettait de prolonger les conceptions des naturalistes du dix-huitième siècle. Les remarquables notations de J.-B. Lamarck⁸², dans ses « *Recherches sur les causes des principaux faits physiques* », écrivant que « *les végétaux diffèrent essentiellement des animaux, non seulement par les caractères déjà reconnus des naturalistes, mais en outre par la propriété très remarquable de combiner ensemble des éléments libres, et d'être la cause première de tous les composés qui existent dans notre globe* », montrent à quel point d'appréhension des phénomènes écologiques de base étaient parvenus les naturalistes du dix-huitième siècle.

En effet, dès la fin du dix-huitième siècle, les travaux de Lavoisier sur la respiration, de Priestley (1774) et de Ingenhousz (1779) sur la photosynthèse, complétés par ceux de De Saussure (1804) sur l'assimilation radiculaire, permettaient de situer les êtres vivants dans la circulation de la matière. D'ailleurs, H. Nicol⁸¹ remarque que l'écologie aurait pu se concevoir bien avant Haeckel. Il peut donc paraître surprenant que la révolution écologique ne se développe qu'en cette seconde moitié du vingtième siècle.

UN ACCOUCHEMENT LABORIEUX

Le besoin d'intégration des différentes connaissances pour définir une nouvelle méthode d'approche avait déjà été ressenti par J.-G. Herder ⁸⁴, 50 ans avant Haeckel. Il écrivait : « *Il me semble que nous approcherions d'un nouveau mode de connaissance, si les observations qui ont été faites par Boule, Boerhaave, Hale, S'Gravesande, Franklin, Priestley, Black, Crawford, Wilson, Achard, etc., sur la chaleur et sur le froid, sur l'électricité, sur les différentes espèces d'air et d'autres agents chimiques, et sur l'influence que ces principes exercent sur le règne animal et le règne végétal, sur l'homme et sur les minéraux, étaient rassemblés en un seul système* ».

Les travaux de J. Herschell (1833) sur le rôle du soleil, les lois de la thermodynamique de Sadi Carnot (1824), de Clausius (1850) et tous les développements de la théorie atomique de Dalton (1808), permettaient aux travaux de Liebig (1840) sur l'assimilation des sels minéraux par les végétaux et de R. Maver (1845) sur le métabolisme, d'insérer le fonctionnement des êtres vivants dans leur environnement. Darwin, en établissant les bases de l'évolution a montré comment l'étude de l'action

de l'environnement sur l'apparition des espèces, y compris de l'homme, peut être entreprise.

Dès la fin du XIXe siècle, avec les expériences de Mendel, sur l'hérédité de Pasteur, de Hellriegel et de Wilfarth (1886), sur l'action des microorganismes dans la circulation de l'azote, tous les éléments essentiels existaient donc pour une étude scientifique des systèmes naturels. Or, il a fallu attendre près de 100 ans après Haeckel pour que la percée écologique devienne une réalité.

Il serait donc aussi faux de considérer que l'écologie est un produit des années 1960, que de fixer sa naissance à la date de création du concept par Haeckel. La tentation serait grande de procéder comme M. Foucault⁸⁵ et de croire que l'histoire naturelle ne pouvait pas se constituer en écologie avant 1960, parce que les écosystèmes n'existaient pas ! Ceci montrerait une fois de plus l'erreur structuraliste de Foucault⁸⁶. L'écologie était possible dès le début du XIXe siècle, mais ces possibilités sont restées longtemps potentielles parce que les paradigmes, les bases philosophiques de la pensée scientifique s'opposaient à un tel développement⁸⁰. La situation était donc différente de celle qui avait empêché le développement de la biophysique, dès G. Borelli et de la biochimie, dès F. Sylouis, au XVIIe siècle, car N. Bohr ⁸⁷ note que l'obstacle était constitué alors par l'insuffisance de nos connaissances en physique et en chimie.

Analyser les raisons de cet important retard dans le développement de l'écologie permet de comprendre à quel point l'approche écologique actuelle correspond à une révolution dans la problématique héritée du XIXe siècle. L'essentiel de la démarche scientifique du XIXe siècle a consisté à isoler les phénomènes pour pouvoir en analyser les différents aspects. Les succès de l'approche mécaniste avaient érigé en dogme la nécessité de décomposer un phénomène en ses différents éléments, comme un horloger sépare les rouages d'une montre, pour en comprendre le fonctionnement. L.-K. Frank⁸⁸ a souligné combien une conception mécaniste, étriquée, de la causalité était dangereuse : *«L'utilisation prolongée de l'ancienne formule cause et effet, impliquant une cause puissante agissant sur quelque chose de passif pour produire un effet, obscurcit nos efforts pour comprendre le processus essentiellement circulaire de l'action, de la réaction et de l'interaction, prenant place dans le champ d'événements intra ou inter-organismes. Le concept causal en biologie (ou stimulus-réponse en psychologie) ignore la participation de l'organisme (ou de la personnalité) agissant sur les causes (ou stimulus) et prolonge le concept animiste de quelque puissance ou force mystérieuse responsable des événements »*.

En conformité avec la démarche mécaniste, les problèmes ont été classés en fonction de leur nature, et les secteurs de la connaissance séparés en fonction des objets étudiés. La sectorialisation des champs de la connaissance a été codifiée par A. Comte⁸⁹ qui distinguait les sciences inorganiques, pour lesquelles un morcellement méthodologique est applicable ; les sciences biologiques, où l'organisme ne peut se dissocier de son milieu (d'où le sens restrictif donné au concept d'écologie), et enfin les sciences sociales, où les parties ne sont intelligibles que par le tout.

Cette division du champ de l'étude a été favorisée et renforcée par la sectorialisation de la formation, organisée pour les besoins économiques du capitalisme en cours d'épanouissement. La sectorialisation de la propriété des moyens de production avait incité le capitalisme à promouvoir la formation de spécialistes, destinés à développer des secteurs bien déterminés de l'économie. Grâce à cette orientation, ayant conduit à la création des corps d'ingénieurs des mines, des travaux publics, d'agronomie, des manufactures, la révolution industrielle, a été l'occasion d'innovations technologiques remarquables, multipliant la productivité du travail humain. Mais, parallèlement, chaque spécialiste voyait baliser avec précision le secteur où il devait développer ses connaissances. Chaque spécialité devenait ainsi un domaine étranger pour les autres. Chaque domaine de la connaissance devenait le territoire d'experts d'autant plus indiscutables que les champs du savoir ne se recouvraient pratiquement pas. L'unité de la connaissance disparaissait, l'encyclopédisme du XVIII^e siècle était présenté comme synonyme de superficialité, d'inefficacité et comme témoignage d'une spéculation incompatible avec la volonté de dominer la nature pour lui faire rendre le plus possible, afin de satisfaire les besoins croissants de l'économie humaine. Il est certain que cette division du travail intellectuel a permis un approfondissement remarquable de la connaissance. Un exemple de l'aspect fécond de l'étude des phénomènes élémentaires en les isolant de leur contexte est fourni par le travail de G. Mendel, qui a réussi à modéliser la transmission des caractères par l'isolement d'une paire de caractères opposables, là où tous ses prédécesseurs avaient échoué en tentant d'analyser la transmission simultanée de nombreux caractères. Mais, parallèlement, le développement de la génétique formelle, en poursuivant une étude de la transmission indépendamment des autres données biologiques, s'est acheminé dans une impasse.

Ceci montre que la méthode analytique mécaniste, génératrice de progrès, portait en elle-même ses limites, entrant en contradiction avec l'aspect dialectique des phénomènes de la nature. Mais, avec le

développement de la puissance d'intervention de l'homme, l'histoire naturelle amputée, morcelée, divisée en de nombreux compartiments n'a plus rendu compte de la réalité. La stratégie des interventions humaines, exposée au révélateur de la révolution scientifique et technique, a étalé brutalement toute sa nocivité à travers la crise de l'environnement. En ce sens, la révolution écologique sonne le glas de l'ère des experts. C'est alors que le paradigme écologique est sorti de l'oubli. C'est aux U.S.A., où la destruction de la nature a revêtu des aspects, massifs et brutaux, que sa réapparition a débuté, parallèlement d'ailleurs aux mouvements contre l'utilisation de produits « artificiels » et contre le développement industriel.

V.-F. Kofner, I.-I. Kravtchenko et P.-V. Sadov ⁹⁰ remarquent que « les contradictions écologiques, contradictions entre deux composantes du système naturel homme-nature, interviennent dans la conscience de l'homme en tant que contradiction du naturel et de l'artificiel », ce sont elles qui conduisent à l'adoption du paradigme écologique.

L'histoire de l'écologie s'inscrit en faux contre l'affirmation de M. Foucault⁸³ selon qui « jamais une science ne peut naître de l'absence d'une autre, ni de l'échec, ni même de l'obstacle rencontré par une autre ». Elle contredit cette affirmation néopositiviste de Foucault sur le développement autonome des concepts, indépendamment, d'une part des concepts antérieurs et de leur aptitude à aborder les questions posées, et d'autre part des possibilités matérielles d'entreprendre les investigations réclamées pour la vérification et le développement de ces nouveaux concepts. V.-F. Kofner, I.-I. Kravtchenko et P.-V. Sadov ⁹⁰ ont raison de souligner que « la révolution écologique fait suite à une étape très précise du développement de l'humanité (qui est celle de la révolution sociale, scientifique et technique, industrielle et culturelle) », elle correspond à une période « d'aggravation de l'ensemble des contradictions entre la société et l'homme d'une part, la nature d'autre part ; contradictions qui sont liées à l'existence des contradictions dans chacun des aspects des relations écologiques — dans la société, dans l'homme, dans la nature elle-même — ».

PAS D'ÉCOLOGIE SANS DIALECTIQUE

Considérant la nature comme un ensemble fonctionnel, en interaction avec son environnement planétaire, l'écologie implique l'étude de chaque entité géographique, en tant que système où les interactions des parties déterminent la cohésion de l'ensemble. A l'égard des écosystèmes, l'analyse de L. Von Bertalanffy ⁷⁰ de la structure des organismes vivants est totalement applicable : « *L'organisme vivant est un ordre hiérarchisé*

de systèmes ouverts. Ce qui se présente comme une structure permanente à un certain niveau n'est en fait maintenu que par un échange continu de composants au niveau juste inférieur ». « Bien qu'il puisse y avoir des systèmes en équilibre dans l'organisme, l'organisme en tant que tel ne peut être considéré comme un système en équilibre. L'organisme n'est pas un système fermé, mais un système ouvert. Nous appelons fermé un système, si aucune matière n'y entre ou n'en sort ; il est appelé ouvert s'il y a importation ou exportation de matière. Il y a donc un contraste fondamental entre les équilibres chimiques et les organismes à métabolisme. Dans les systèmes ouverts, l'état stable n'est pas réversible que ce soit dans le système considéré comme un tout ou dans les nombreuses réactions individuelles. »

Situer la place des concepts écologiques dans les sciences de la nature, par analogie avec les concepts évolutionnistes, permet de saisir la différence qu'il y a entre les sciences correspondant à des types de phénomènes, telles la bioénergétique, l'embryologie, la génétique et l'électromagnétisme par exemple, à celles correspondant à des systèmes structurés, la physique moléculaire, la biologie cellulaire, la zoologie, la botanique, la chimie organique, la métallographie et les sciences ne correspondant à aucun système structuré, mais indispensables au développement des autres sciences. Tel est le cas de l'évolution, qui ne peut être étudiée dans l'abstrait, mais à travers l'histoire de l'univers, de notre planète, de ses écosystèmes. Il en est ainsi de l'écologie qui ne correspond à aucun domaine particulier.

Ce n'est donc pas par hasard si la diffusion du concept d'écologie est due à Haeckel, l'un des deux plus actifs disciples de Darwin, ayant popularisé activement le concept d'évolution dans les milieux scientifiques.

Dans ces conditions, l'entité écologique n'a pas d'existence indépendante. On ne peut pas plus étudier l'Ecologie que l'Evolution dans l'abstrait, ou être plus écologiste qu'évolutionniste ; mais, parallèlement, de même qu'aucun biologiste, géophysicien, géologue ne peut étudier un phénomène naturel sans tenir compte de son évolution, il ne peut le faire sans tenir compte de sa position écologique, c'est-à-dire, suivant la définition de Haeckel, sans examiner sa position dans l'écosystème concerné.

P. Shepard⁸¹ écrit ainsi que « *l'écologie en tant que telle ne peut être étudiée, mais seulement les organismes, la terre, l'air et la mer. Ce n'est pas une discipline. Ce doit être un point de vue ou une façon de voir* ». Mais Shepard a conscience du danger de sa définition trop mécaniste qui réduirait l'écologie à l'addition des données fournies par les sciences

disciplinaires. Il ajoute « *la pensée écologique, d'un autre côté, exige une sorte de vision à travers les frontières : l'épiderme de la peau est écologiquement comme la surface d'un lac ou un sol forestier, non comme une coquille (cette comparaison est outrée car une coquille est obligatoirement perméable aux gaz et permet la respiration), mais beaucoup plus comme une zone de délicate interpénétration* ». Chaque élément doit ainsi être considéré dans ses interactions avec les autres en tant que constituant d'un système fonctionnel. C'est pourquoi j'estime que, si l'écologie correspond à un niveau d'étude, à une façon d'aborder la dialectique de la nature, il ne saurait y avoir à proprement parler d'écologistes⁶².

La limitation réductionniste de l'écologie aux relations des êtres vivants avec leur environnement, liée à l'écartèlement des sciences de la nature en disciplines indépendantes, font que les concepts écologiques ont évolué dans une extrême confusion. L'écologie diffère en cela de l'évolution qui a pu se développer à partir d'un corps d'hypothèses solidement élaboré par Darwin.

Même E.-P. Odum⁹¹, qui a beaucoup contribué à dégager les principes permettant une étude écologique des phénomènes de la nature, n'a pu éliminer la contradiction entre une approche basée sur l'étude des systèmes fonctionnels et un certain « biologisme ». En ce sens, il néglige certains traits liés aux caractéristiques mécaniques et physiques de l'écosphère et ne souligne pas suffisamment le fait que, l'homme au cours de sa longue intervention a déjà profondément humanisé de très nombreux paysages. Aménager la nature n'est pas aménager la lune. Il ne saurait être question d'extraire les activités humaines des composantes de la nature. Ce serait retomber dans des erreurs réductionnistes qui imprègnent de nombreux écrits, comme ceux de J. Monod⁹², et conduisent à centrer exclusivement l'étude biologique sur la structure moléculaire. Monod écrit ainsi : « *Tout le déterminisme du phénomène trouve sa source en définitive dans l'information génétique représentée par la somme des séquences polypeptidiques interprétées, ou plus exactement filtrées, par les conditions initiales* ». Le biologisme des behaviouristes ignore les caractères sociaux spécifiques à l'homme. Il est impossible d'aborder l'étude des écosystèmes sans tenir compte des remarques de F. Jacob⁹³ : « *Avec chaque niveau d'intégration se manifestent quelques caractéristiques nouvelles, la discontinuité n'exige pas seulement des moyens d'observations différents. Elle modifie aussi la nature des phénomènes, voire des lois qui les sous-tendent. Bien souvent, l'équipement en concepts et en techniques qui s'applique à un niveau ne fonctionne ni au-dessus, ni au-dessous* ».

Dans son remarquable ouvrage «L'encerclement»⁸, B. Commoner montre combien la stratégie d'intervention de l'homme doit être examinée en tenant compte des données sur le fonctionnement des systèmes naturels. Il souligne ainsi que l'activité de l'homme ne saurait se développer sans une compréhension approfondie et le respect des lois de la nature.

ÉCOLOGIE ET SOCIÉTÉ :

Ainsi, l'économie des hommes ne peut être conçue indépendamment de la connaissance de l'économie de la nature. Pour Santoro⁷³ : « *On constate entre économie et écologie une identité jusque dans les racines linguistiques avec une différenciation ambiguë entre les désinences. L'économie est la science ancienne du Social, tandis que l'écologie est la nouvelle intervention du Naturel pensé. La racine commune Oikos veut dire Maison. Pour l'économie, elle signifie la maison des rapports entre les hommes dans le travail et la production, c'est-à-dire dans la Société. Pour l'écologie, elle signifie la maison des relations dans la biosphère (les environnements) à l'intérieur desquelles les hommes agissent ainsi en tant qu'être sociaux et naturels* ».

Pourtant, comme le remarque M. Bâtes⁹⁴, « *écologie et économie, en tant que mots, ont la même racine, mais c'est presque tout ce qu'elles ont de commun* ».

Il serait insuffisant de considérer que le mépris des lois de l'économie de la nature par les économistes est uniquement dû à leur ignorance des sciences de la nature.

La pesanteur idéologique des vieilles césures entre sciences de la nature et sciences de l'homme y est pour beaucoup. Le fait que, suivant Lénine⁹⁵ l'économie politique bourgeoise « *s'occupe de truismes et de scolastique, ainsi que de la chasse absurde aux petits frais* » y contribue aussi pour beaucoup, d'autant plus qu'avec l'économétrie, un vernis scientifique mathématique permet de prétendre à la rigueur scientifique. « *On se contente, d'une façon ou d'une autre, de présumer qu'il n'y a pas d'erreurs, bien qu'il soit facile à n'importe qui de montrer que les erreurs abondent et qu'elles diffèrent d'une statistique à l'autre*», souligne O. Morgenstern⁹⁶, qui indique « *certaines transactions internationales, comme l'exportation des produits importants d'un pays vers un autre, selon qu'on les évalue au moyen des statistiques d'exportation de ce pays ou des statistiques d'importation de l'autre, varient souvent de 100 en quantité ou en valeur* » ou « *dans le*

recensement des U.S.A. de 1950, par exemple, 5 millions de personnes n'ont pas été comprises».

Je pense que Santoro⁷³ a raison de souligner un autre aspect, lié à certaines conceptions de l'écologie : *« Le caractère problématique et ambigu du rapport entre économie et écologie investit aussi la dimension du rapport social entre les hommes dans la nature. En ce sens, alors, l'écologie, qui étudie les fonctions et la structure de la nature tend, dans l'interprétation bourgeoise,- à se substituer progressivement à l'économie, acquérant le rôle de science des sciences à laquelle toutes les autres devraient être subordonnées ».*

Il est certain que les écrits de Shepard⁸¹ sur la profondeur de la sagesse universelle de l'écologie, viennent expliquer la remarque de Santoro, sans que l'on puisse dénier pour autant à la démarche écologique une valeur qui ne saurait être limitée aux sciences de la nature. C'est dans la mesure où elle implique une analyse matérialiste et dialectique que l'écologie a une valeur universelle. En ce sens, découvrir la « sagesse universelle de l'écologie » c'est découvrir l'importance du matérialisme dialectique.

Mais, dans cet écologisme il y a aussi comme le souligne Maldonado⁶⁶ une résurgence *« du vieux mythe d'abusive inspiration néopositiviste, qui hypothétise une identité absolue entre l'univers physique et l'univers social »*. Il s'agit là d'une manifestation de la tendance réductionniste qui développe un biologisme à l'intérieur des sciences sociales, en réduisant les mouvements sociaux à des libérations d'agressivité.

Mais la réticence des économistes provient surtout de la difficulté qu'ont les économistes à prendre en considération des données scientifiques qui ne sont pas présentées comme des certitudes. E.-E. David ⁹⁷ constate que *« l'homme de loi conçoit le fait scientifique comme absolu. Les nuances de gris et d'incertitude ne sont pas acceptables. Les investigations scientifiques doivent produire des réponses sans équivoque suivant l'opinion populaire »*.

Il remarque qu'*« une couverture scientifique valable libère les politiciens de la responsabilité de décisions impopulaires et difficiles »*. Cette incapacité à comprendre que toute mesure possède une marge d'erreur a été soulignée avec force par Morgenstern⁹⁸, elle est le trait dominant de tous les travaux économiques.

On assiste ainsi à une double tendance ; d'une part certains utilisent les écrits écologiques pour justifier une politique de régression sociale et de mainmise impérialiste, et, d'autre part, simultanément ils refusent de modifier la stratégie économique pour respecter les lois de la nature sous prétexte que des opinions contradictoires sont émises, que l'on ne

possède pas encore une connaissance approfondie du fonctionnement de l'écosphère et des écosystèmes.

Nous sommes à l'époque, où comme le prévoyait Engels⁹⁹ « *toute la nature s'étale devant nous comme un système d'enchaînements et de processus expliqués et compris, au moins dans ses grandes lignes* ».

La crise de l'environnement est un des aspects caractéristiques de la deuxième moitié du XXe siècle de la crise du capitalisme¹⁰⁰. Le développement des forces productrices a entraîné une telle puissance d'intervention de l'homme que la contradiction entre la stratégie capitaliste d'exploitation de la nature et les lois de fonctionnement de la nature prend une ampleur telle que la poursuite dans cette voie peut précipiter l'humanité dans la catastrophe. Dans ces conditions, transformer les rapports économiques n'est pas seulement une nécessité, pour désaliéner le travail humain, libérer les potentialités des forces productives, mais aussi pour rééquilibrer la stratégie d'intervention sur la nature.

En ce sens la transformation des rapports socio-économiques est une condition nécessaire pour permettre l'ajustement de l'économie humaine aux lois de la nature. Mais l'expérience montre que la transformation des rapports ne suffit pas à elle-seule ; elle permet de supprimer l'antagonisme entre développement économique et fonctionnement de la nature, à condition d'utiliser les potentialités libérées par l'organisation socialiste des rapports de production. Mais une telle utilisation implique la remise en cause de nombreux concepts utilisés par la stratégie de l'économie capitaliste.

Il est impossible de reprendre ici différents éléments abordés par Commoner dans «l'Encerclement»⁸ que j'ai essayé d'indiquer à différentes occasions ^{43 - 101 - 13 - 102 - 4 - 64}. Je voudrais toutefois rappeler que cette remise en cause exige en particulier, une plus stricte définition des concepts de ressources naturelles (notion dépendant totalement du niveau de développement des forces productives qui tend ainsi à ce que tout dans la nature devienne objet de travail), de consommation (qui ne saurait s'appliquer que lorsqu'il y a destruction d'une structure physique d'un matériau), car de ces définitions dépend en grande partie la façon de poser les problèmes. Il faut de même soumettre à une critique sévère les affirmations selon lesquelles dans les pays industrialisés, comme les U.S.A. un paysan nourrirait 46 personnes¹⁰³, alors que dans une étude précise D. Pimentel et ses collaborateurs¹⁰⁴ rappellent que, pour chaque paysan américain, deux ouvriers d'industrie contribuent à la préparation

des matériaux utilisés par l'agriculture ; ceci conduit à la révision de la division en secteurs de la production.

La révolution écologique doit donc être accompagnée d'un réexamen de tous les concepts utilisés dans la stratégie d'intervention de l'homme. L'économie humaine ne peut être développée que si elle intègre les connaissances des sciences de la nature.

Aux problèmes de l'environnement, le capitalisme ne peut apporter que des solutions partielles limitant les possibilités offertes par le développement des connaissances et des forces productives.

Ainsi, A. Spilhaus¹⁰⁵, pour faciliter le recyclage intégral des matériaux, préconise une économie de location, où « la propriété matérielle se limitera aux œuvres d'arts et autres biens qui ne peuvent être recyclés ». Une telle proposition, particulièrement justifiée quant à l'économie des matières premières, ne peut, dans le cadre de l'économie capitaliste, que faciliter le gaspillage de travail humain, en permettant à la société, qui domine intégralement un circuit donné à la production, de réduire la valeur d'usage en provoquant une obsolescence artificielle destinée à maintenir le taux de profit.

AJUSTER PAR DIVERSIFICATION :

De la même façon, une utilisation des ressources énergétiques, plus conforme aux lois de la nature, se heurte, en régime capitaliste, à deux éléments qui s'opposent à une telle politique. Le premier est la recherche de sources d'énergie qui rapportent le plus de profits, même si elles sont épuisables et modifient l'équilibre énergétique de l'écosphère ⁴³. Le second est la recherche de la valorisation optimale des investissements par l'élargissement maximum du marché, c'est-à-dire en s'opposant à la diversification des solutions⁶⁴.

La nécessité de diversifier les solutions apparaît comme un principe fondamental tenant compte de l'hétérogénéité des contraintes écologiques ¹³.

Or, le développement de nos connaissances, la possibilité de solutions technologiques toujours plus diversifiées, permettent d'ajuster toujours plus les solutions envisageables aux contraintes écologiques locales. Cette diversification permet de tenir compte des aléas technologiques liés à l'obsolescence technologique provoquée par la révolution scientifique et technique. Diversifier les solutions c'est en même temps permettre de plus grandes possibilités d'ajustement aux bouleversements technologiques continuels et accélérés. C'est des *possibilités actuelles*

offertes par le développement des connaissances et des forces productives qu'apparaîtront les solutions permettant, non seulement d'éliminer immédiatement toutes les pollutions, mais de plus, d'améliorer très sérieusement les caractéristiques des écosystèmes. Toute proposition tendant à une utilisation systématique de techniques antérieures est une abdication qui limite les possibilités humaines. C'est en ce sens que les propositions de E.-F. Schumacher¹⁰⁶ d'utilisation de technologies « douces » ou « intermédiaires », ne sont pas adaptées au monde actuel.

Ceci ne signifie pas pour autant qu'il ne faille pas réexaminer avec soin les technologies abandonnées, parce qu'à une certaine époque, leur emploi ne semblait présenter aucune possibilité d'amélioration. Ainsi, les éoliennes, qui, dans le passé, avaient fourni l'énergie dans les campagnes de très nombreux pays et ont systématiquement été éliminées au profit du fuel, permettraient de couvrir largement les besoins d'un pays comme le Danemark¹⁰⁷, avec un coût d'installation faible. Cette source d'énergie abandonnée peut être utilisée aujourd'hui avec facilité grâce aux progrès technologiques réalisés dans l'industrie des hélicoptères¹⁰⁸. Les vieux projets de d'Arsonval en 1881, sur l'utilisation des gradients thermiques des océans, abandonnés après les échecs de G. Claude, peuvent être repris grâce aux possibilités offertes par les nouveaux matériaux et les possibilités actuelles de transport de l'énergie. Dans le domaine agricole de même, l'intérêt des cultures dérobées, à la fois pour la protection des sols¹⁰⁹ et pour la limitation des dégâts par les insectes ¹¹⁰ est de plus en plus reconnu. Il en est de même pour les cultures associées.

Tout ceci montre que ce n'est pas un retour à des techniques anciennes, mais par l'examen, à la lumière des possibilités actuelles, de principes abandonnés par insuffisance de moyens technologiques et aussi souvent par la pression de groupes financiers, que l'on peut résoudre avantageusement les problèmes actuels de l'environnement.

Mais, pour encourager la diversification des solutions, il faut non seulement s'opposer aux intérêts des grands monopoles qui veulent élargir leurs marchés, mais aussi lutter contre l'idéologie du gigantisme qui assimile le progrès technique à la taille des réalisations. En effet, plus la taille d'un projet d'aménagement est ample, plus son impact sur l'environnement est important et plus de nombreux effets secondaires deviennent appréciables.

L'exemple classique sur les possibilités de dégradation des matières organiques domestiques par les bactéries, annihilées lorsque l'apport dépasse un certain seuil, montre que des changements qualitatifs sont

liés à la densité de population et à l'intensité des activités humaines. Ainsi, l'extrapolation technologique est, non seulement une absurdité à l'époque des bouleversements technologiques constants de la révolution scientifique et technique, mais écologiquement dangereuse car elle suppose l'amplification illimitée des phénomènes naturels. Il s'agit d'une conception mécaniste en contradiction avec l'évolution de l'humanité et la dialectique de la nature. Ainsi, autant il est judicieux d'utiliser de nombreuses rias de zones à fortes marées pour capter l'énergie marémotrice, autant la prudence, justifiant une étude beaucoup plus approfondie, doit accompagner tout projet concernant une baie et un estuaire important.

L'importance des études préalables est donc fonction, non seulement des caractéristiques de l'écosystème aménageable, mais aussi de l'importance de tout projet. Il s'agit là d'une véritable rançon de la puissance de l'homme, qui ne peut envisager avec l'insouciance de ses ancêtres du néolithique les retombées écologiques de ses interventions.

L'homme doit apprendre à prévoir les conséquences de ses interventions, il doit approfondir la connaissance des écosystèmes où il souhaite intervenir avant d'entreprendre tous travaux. Il y a là un domaine d'investigations immense, très difficile, compte tenu de la complexité des systèmes et de leurs interactions, et des difficultés de l'expérimentation. Tout ceci exige un effort soutenu à la fois en recherches approfondies et en recherches appliquées pour parvenir à définir les facteurs essentiels, à dominer leurs altérations éventuelles. Encore une fois Brooks¹⁸ a parfaitement raison de situer à ce niveau les nouvelles frontières de la science et d'exiger un renforcement de l'effort de financement et une restructuration de la recherche.

DES MODES DE FORMATION DEPASSÉS :

Tout ceci suppose une prise de conscience des contraintes écologiques actuelles imposées aux interventions de l'homme. Or celle-ci est rendue difficile par le fait, souligné par R.-A. Carpenter, que « *l'écologie est dans une situation exceptionnelle parmi les sciences par son absence de besoin du soutien industriel* »¹¹¹. Mais surtout, de plus, elle remet souvent en cause des choix technologiques à partir desquels les entreprises capitalistes ont développé leur production. Ce n'est donc pas par hasard que « l'Association des producteurs des produits agricoles » a traité R.-L. Carson (dont le « Printemps silencieux »¹¹² a tant fait pour sensibiliser l'opinion américaine aux méfaits du D.D.T.), de « *vieille femme émotive, probablement payée par les communistes* »¹¹³ y a une contradiction fondamentale entre la rationalité d'exploitation de la nature des sociétés

capitalistes et la rationalité imposée par la pérennité des écosystèmes humanisés.

Mais, une des principales difficultés rencontrée est liée à la formation sectorielle des différentes catégories d'intervenants, que ce soient les ingénieurs de différentes catégories ou les économistes ; tous ignorent totalement les lois de la nature. Formés sectoriellement, en fonction des intérêts sectoriels des propriétaires des moyens de production, ils méconnaissent le cadre écologique dans lequel ils doivent intégrer leurs activités, l'économie de la nature.

Il s'agit d'effectuer une véritable transformation de l'enseignement¹¹⁴. En aucun cas la solution ne repasse pas la formation de prétendus écologistes polyvalents, capables de dominer l'ensemble des questions. Il s'agit au contraire d'introduire à la base de toutes les formations spécialisées, destinées aux intervenants dans tous les secteurs de la production (des ingénieurs aux architectes, aux aménageurs et aux économistes), une solide connaissance du fonctionnement de l'écosphère et des écosystèmes. Il est aussi inadmissible que des intervenants ignorent ces données, que de voir des économistes ignorer les bases de la sociologie. G. Myrdal souligne en effet : « *Le mode de formation des économistes, au cours des récentes décennies, n'a fait qu'accuser chez eux ce défaut de compréhension des problèmes purement sociaux. Il en résulte que l'étudiant devient professeur d'économie en n'ayant qu'une connaissance fragmentaire et insuffisante de la société qu'il aura la charge d'analyser* »¹¹⁵. Le phénomène est particulièrement net en économie et résulte de la division traditionnelle entre sciences de la nature et sciences sociales.

M. Bates⁹⁴ constatait ainsi : « *Comme champs de connaissance, elles (l'écologie et l'économie) sont cultivées dans des secteurs éloignés et séparés de nos universités, avec l'utilisation de méthodes totalement différentes, par des étudiants qui se reconnaîtraient difficilement quelque chose de commun* ».

Parallèlement, il faut développer des secteurs nouveaux de formation, par exemple des aménageurs, ayant des bases solides en sciences de la nature et en sciences sociales, pour que les collectivités et organismes chargés de la gestion et de l'aménagement de l'espace, disposent de premiers intervenants capables de saisir les problèmes. Le développement de la connaissance entraîne un double mouvement dans la formation. D'une part, l'approfondissement exige des formations spécialisées, mais plus l'éclatement des disciplines se produit, plus la formation parallèle de « polycliniciens » s'impose. La comparaison avec la médecine est significative, la prolifération des secteurs nouveaux de spécialisation a, en même temps, renforcé le rôle des polycliniciens,

comme premiers intervenants et comme lien entre les divers spécialistes. L'unicité de l'organisme humain s'oppose à ce que les différentes fonctions soient abordées indépendamment. De même l'unicité des écosystèmes exige la multiplicité d'aménageurs polycliniciens, premiers intervenants et en même temps aptes à saisir les spécialistes compétents pour tout problème délicat. L'aménagement ne peut être l'affaire d'experts spécialistes.

La conception même de système implique que ce dernier soit étudié en tant que tel. Comme tout système, il comprend obligatoirement des systèmes de niveaux inférieurs et est lui-même un élément de système plus vaste. Aussi chacun, en fonction du niveau du système étudié, est un généraliste pour les uns, et un spécialiste pour les autres.

Mais le renouvellement extrêmement rapide des techniques entraîné par la révolution scientifique et technique, a pour conséquence la nécessité absolue d'une formation de base la plus solide possible. Des voies technologiques, apparemment fructueuses, peuvent être changées brutalement de fond en comble. *«Il faut réviser périodiquement les orientations scientifiques et techniques et leurs conséquences éventuelles, faire à nouveau un choix entre les diverses possibilités qui s'offrent à nous »*, remarque B. Kouznetsov¹¹⁶ qui ajoute : *«Les constructions industrielles et les procédés technologiques ne sont plus seuls à changer ; les cycles de référence, les modèles idéaux du progrès technique évoluent également sans interruption »*. Aussi toute formation technologique spécialisée sera d'autant plus nocive qu'elle aura été plus longue. Les difficultés de reconversion des cadres sont particulièrement graves pour ceux qui avaient une formation «maison» étroitement spécialisée. P. Dehard-Hurd¹¹⁷ souligne la nécessité d'une éducation *«pour le changement et pour l'action sociale, dirigée vers le futur prévisible » «à haut potentiel d'intégration écologique »*.

Tout enseignement scolastique, figé, est en contradiction ainsi, non seulement avec la compréhension de la dialectique de la nature, mais aussi avec les caractéristiques de la révolution scientifique et technique.

« Que nous sert-il d'avoir la panse pleine de viande, si elle ne se digère, si elle ne se transforme en nous ? Si elle ne nous augmente et fortifie ? » écrivait Montaigne dans ses *«Essais»* ¹¹⁸. Aujourd'hui avec la révolution scientifique et technique, une telle «viande» est, de plus, très vite avariée.

C'est en ce sens que toute extrapolation basée sur la projection de développement d'une voie technologique devient de plus en plus hasardeuse et entraîne des conséquences économiques et sociologiques

désastreuses. Engager toute une branche de production dans l'exploitation d'un modèle unique conduit à terme plus ou moins bref à un gaspillage humain et matériel désastreux. Quand la révolution scientifique et technologique provoque une obsolescence technologique répétée, « *mettre tous ses œufs dans le même panier* » est un corollaire socialement aussi absurde que de préconiser une formation spécialisée basée sur une technologie déterminée.

La crise de l'environnement, grâce aux possibilités offertes par la révolution scientifique et technique, peut être résolue et entraîner une amélioration radicale des rapports entre l'homme et la nature. Mais ceci suppose non seulement une révolution dans le mode de production, mais aussi dans les techniques d'approche, dans le contenu de la formation professionnelle, c'est-à-dire *une véritable révolution culturelle*.

ECOLOGIE ET LIBERTE:

Dominer la crise de l'environnement peut devenir un phénomène libérateur en accroissant les possibilités humaines. C'est en ce sens que les problèmes, liés à l'utilisation des combustibles fossiles, stimulent la recherche d'autres sources d'énergie et, par leur diversification, mettent tous les pays à même d'utiliser des formes locales d'énergie pour assurer leur développement dans l'indépendance, car partout, dans tous les pays, de l'énergie peut être captée sous une forme ou une autre.

De même, l'interdiction de tout rejet dans l'eau conduit, par le recyclage, à l'utilisation de l'eau en circuit fermé. Avec une telle circulation autonome, toute entreprise peut devenir indépendante du réseau hydraulique.

C'est en ce sens que le respect des contraintes écologiques peut devenir libérateur et permettre une bien plus grande indépendance géographique dans l'implantation des activités humaines. En cela, il ne fait que renforcer la libération apportée par les nouveaux moyens de transmission, par les matériaux peu pondéreux.

Diversification des possibilités, d'où augmentation des choix, développement de la puissance d'intervention, d'où satisfaction accrue des besoins, tout cela permet un épanouissement de l'humanité qui, libérée des pressions de sélection écologiques, devient et deviendra de plus en plus hétérogène. A une variabilité accrue des goûts, des comportements, des possibilités humaines correspondra une diversification accrue des besoins, des choix.

Avec de telles possibilités et une connaissance accrue des lois de la nature, une organisation judicieuse des activités pousse à la division internationale du travail, pour ajuster les activités aux disponibilités et aux contraintes de la nature. Mais aucune division internationale du travail n'est possible sans la suppression des rapports économiques impérialistes imposés par le capitalisme. Malheureusement, pour préserver leur indépendance de nombreux pays sont contraints de provoquer des «surcharges» écologiques en imposant à leurs écosystèmes des productions inadaptées. Ainsi lutter contre la dégradation de la nature va de pair avec l'action pour un nouvel ordre économique mondial.

L'humanité est placée devant un choix urgent. La dégradation de l'environnement s'accélère à la mesure de la puissance d'intervention de l'homme. La rupture avec cette situation impose, pour être réelle, une élévation considérable du niveau de connaissance de chacun, qui doit être à même de juger des choix entre les possibilités toujours multiples qui se présentent.

La démocratisation poussée, l'élargissement permanent des libertés sont les moyens pour l'humanité de s'épanouir. Aucun aménagement valable ne peut naître dans le secret. Les systèmes naturels sont d'une complexité telle qu'aucun projet ne correspond à un choix binaire entre le statu quo et une réalisation. Même pour une finalité unique le choix existe toujours entre plusieurs aménagements ou options possibles. Aucune réalisation n'étant sans effet sur le fonctionnement des écosystèmes, chaque option doit être portée à la connaissance des populations intéressées, avec ses avantages et ses inconvénients. Tous les éléments des dossiers doivent être rendus publics et des moyens matériels doivent être fournis aux organisations démocratiques (syndicats ouvriers, associations d'habitants.) pour étudier les projets et faire des contre-propositions. Quand, à notre époque, d'un choix technologique peut résulter une erreur aux grandes implications économiques et sociales, entraînant à la fois un gaspillage matériel et humain inouï, et une dégradation toujours irréversible de la nature, seul un débat ample, où tous les moyens d'appréciation sont apportés à tous, peut réduire les probabilités d'erreur.

C'est en ce sens que la révolution scientifique et technique, et sa composante, la révolution écologique, exigent toujours plus de libertés, par une participation réelle de tous, c'est-à-dire un élargissement sans précédent de la démocratie.

Prétendre que la complexité des problèmes implique un renforcement du pouvoir des « experts » est une mystification.

Par la multiplicité des conséquences des projets humains à la mesure de la puissance actuelle de l'humanité, par la complexité des systèmes impliqués, c'est au contraire le concept d'expert qui se détruit lui-même. Quand aucun homme ne peut dominer l'ensemble des données d'un problème, seul l'élargissement des centres de décision, l'association massive de la population aux différentes étapes de l'élaboration des projets peut permettre leur ajustement aux réalités écologiques et aux possibilités scientifiques.

Ainsi, l'issue à la crise de l'environnement passe par la libération des forces productives, par l'épanouissement d'une recherche multiforme, liés à la disparition des rapports de production capitalistes.

Mais, les potentialités ainsi libérées ne pourront devenir réalité que si, parallèlement, s'opèrent à la fois, une véritable révolution culturelle, extirpant les racines mécanistes du néopositivisme, élevant considérablement les possibilités d'appréhension de la réalité par chacun et une véritable révolution politique avec élargissement et épanouissement de la démocratie.

La révolution scientifique et technique ouvre des possibilités immenses, mais actuellement l'inadéquation de la stratégie peut conduire à la catastrophe. Toute prolongation des tendances actuelles peut compromettre l'avenir de l'homme.

BIBLIOGRAPHIE

1. J. PIEPER : Knowledge and freedom, in Science and freedom, ed. Seeker & Warburg, 1955, 24-29.
2. A. JORES : Science and moral responsibility, in Science and freedom, ed. M. Seeker & Warburg, 1955, 252-254.
3. E. SCHILS : « Le contrôle social de la technocratie ». in *Survivre au futur ?* 1973, éd. Mercure de France. Paris, 154-173.
4. V. LABEYRIE : « Idéologie technocratique et crise de l'environnement », Conf. Inst. M. Thorez, 40, 1973, 27 p.
5. J.-K. GALBRAITH : « Le nouvel état industriel, essai sur le système économique américain », 1967, éd. Gallimard, 416 p.
6. H. KAHN, B. BRUCE-BRIGGS : « A l'assaut du futur, prévisions à court et à moyen termes, la présente et la prochaine décennie », 1973, éd. Laffont, Paris, 317 p.
7. J. ELLUL : « The technological society », A.-A. Knopf, 1964.
8. B. COMMONER : « L'Encerclement », 1972, éd. Le Seuil, 300 p.
9. S. RAMO : In « Century of Mismatch », D. Mc Kay, 1970.
10. E. GOLDSMITH, R. ALLEN, M. ALLABY, J. DAVULL, S. LAWRENCE : « Changer ou disparaître », éd. Fayard, 1972, 158 p.
11. K. PAVITT : « Malthus et les autres économistes, quelques fins du monde revisitées », in *L'Anti-Malthus*; H. COLE, C. FREEMAN, M. JAHODA, K. PAVITT; éd. Le Seuil, 1974, 229-262.
12. V.-G7. AFA1NASYE.V : « The scientific management of society », Progress publ., Moscou,
13. V. LABEYRIE : « Bases écologiques pour une prospective de l'environnement » ; « Analyse socio-économique de l'environnement », éd. Mouton, 1973, pp. 113-137.
14. ANONYME : « Can Science survive in the modern age ? », *Science*, 174 (4004), 21-30.
15. H. BROOKS : « Les représentations de la science et de la technologie », « *Le Progrès Scientifique* », 165-166, 1973, 30-46.
16. A.-E. MEDOUNIN : « La prévention de la pollution et la régénération de l'environnement, tel est l'objectif principal le plus urgent pour trouver une solution aux problèmes écologiques » ; 1974, in « *L'Homme et l'Environnement* », *Recherches Internationales*, 77-78, pp. 114-120.
17. R.-M. YOUNG : « Biologie évolutionnaire et idéologie », in *Responsabilité biologique*, éd. Hermann, 1974, 206-220.
18. H. BROOKS : « Science, croissance et société », O.C.D.E., 1971, 120 p.
19. V. LENINE : « La classe ouvrière et le néo-malthusianisme », *OEuvres*, 19, éd. sociales, 1967, 246-248.
20. J. PLATT : « What we must do ? », *Science*, 166 (53909), 1969, 1115-1121.
21. B. RUSSEL : « Science, Puissance, Violence ». 1954, éd. La Baconnière, 127 p.
22. J.-B. QUINN : « Stratégie de la science et de la technique au plan de la nation et des grandes entreprises », in « *Le Rôle de la science et de la technologie dans le développement économique* », 1971, U.N.E.S.C.O., 87-111.
23. A. COMTE : « *Cours de Philosophie Positive* », éd. Delagrave, 1912, 180 p.
24. A. de TOCQUEVILLE : « De la démocratie en Amérique », éd. Gallimard, 1951, 2, 398 p.
25. M.-S. BARAM : « Social control of Science and technology », *Science*, 172 (3983), 1971, 535-539.
26. E. MANSFIELD : « Contribution of R and D to economic growth in the United States », *Science*, 175 (4021), 1972, 477-486.
27. A.-M. WEINBERG : « In defense of science », *Science*, 167 (3915), 1970, 141-145.
28. « Man, Science, technology, a marxist analysis-of the scientific and technological revolution », *Academia Prague*, 1973, 387 p.
29. V.-I. LENINE : « Discours prononcé au 1er Congrès des Conseils de l'économie nationale le 26 mai 1918 », *OEuvres*, éd. sociales, 27, 1961, 422-427.
30. M. POLANYI : « Pure and applied science and then appropriate forms of organisation -in « *Science and Freedom* », 1955, M. Seeker & Warburg, ed., 295 p.
31. V.-F. WEISSKOPF : « The significance of Science », *Science*, 176 (4031) 1972, 138-140.

32. P. PIGANOL : « Quelques aspects internationaux de l'innovation technologique » in « Les aspects internationaux de l'innovation technologique », 1972, U.N.E.S.C.O., 65-73.
33. R. RICHTA : « La civilisation au carrefour », 1974, Paris, éd. Le Seuil, 354 p.
34. R.C.-O. MATTHEWS : « La contribution de la science et de la technique au développement économique », in « Le rôle de la science et de la technologie dans le développement économique », 1971, U.N.E.S.C.O., 31-48.
35. J.-T. EDSALL : « Scientific freedom and responsibility », Science, 188 (4189), 1975, 687-693.
36. E.-M. MRAK « The limits of technology », in « Food and Civilization ». 1966, Voice of America four lecture, 273-285.
37. E. REIF : « Educational challenge for the University », in Science, 184 (4136), 1974, 537-547.
38. J.-D. BERNAL In « Quel avenir attend l'homme ? », Presses Universit. Fr., 1961, 330 p.
39. S. ZUCKERMAN : « Scientists and war », 1966, Habirsh Hamilton ed. London, 177 p.
40. M. BOUVIER-AJAM, J. IBARROLA, N. PASQUARELLI « Dictionnaire économique et social », 1975, éd. sociales, 765 p.
41. S. HOOK : In « Science and Freedom », 1955, Martin Seeker and Warburg ed., 295 p.
42. J.-M. UTTERBACK : « Innovation in industry and the diffusion of technology », Science, 183 (4125), 1974. 620-626.
43. V. LABEYRIE « Modèles écologiques et aménagement de l'espace », Experientia, 28 (5), 1972, 616-622.
44. D. BOHM « Le cloisonnement scientifique et social », in « Responsabilité Biologique », 1974, éd. Hermann, 29-44.
45. F. ENGELS : « Anti-Dühring », 1963, éd. Sociales, 511 p.
46. D. DOUILLET : « L'aide au développement un premier bilan », Le Progrès Scientifique, 168, 1974, 30-39.
47. S. GEE : « Foreign technology and the United States economy », Science, 187 (4177), 1975, 622-626.
48. S. TRAPEZNIKOV Leninism and the scientific and technological revolution » in « The scientific and technological revolution: social effects and prospects », 1972, Moscou, 55-74.
49. F. JOLIOT-CURIE : « La paix, le désarmement et la coopération internationale », 1959, éd. Défense de la Paix, 224 p.
50. G.-D. SZAKASITS : « Les diverses approches du problème de l'intégration des plans scientifiques et des plans économiques dans la planification générale », in « Le rôle de la Science et de la Technologie dans le développement économique », 1971, U.N.E.S.C.O., 71-86.
51. Y. BAREL, P. MALLEIN « Y a-t-il une profession de chercheurs ? », 1973, La Recherche, 4 (39), 933-938.
52. F. PRESS : « New arrangements for science in the universities », Science, 189 (4198), 177.
53. H. THIEMANN : « Changing dynamics in research and development », Science, 168 (3958), 1970, 1427-1432.
54. P.-H. ABELSON : « Federal intervention in Universities », Science, 190 (4211), 1975, 221.
55. P. THUILLIER : « De la Science académique à la Science critique », La Recherche, 3 (19), 1972, 88-89.
56. J. WALSH : « R et D budget : the total is up 10%, but. », Science, 183 (4125) 1974, 635-636.
57. Z. FAIRBAINS : « War research at British universities », New Scientist, 69 (909), 1974, 312-315.
58. S. ROSE, H. ROSE : « La science est neutre, histoire d'une controverse », Responsabilité biologique, ed. Hermann, 1974, 221-230.
59. V. LABEYRIE « A propos de l'affaire Lyssenko », La Recherche, 1972, 3 (22), 390-391.
60. S. WHITE : « Soviets in new genetists controversy », New Scientist, 65 (1940), 1975, 649.
61. W.-D. Mc ELROY : « Supports of basic research », Science, 190 (4209). 1975, 13.
62. C. DJERASSI, D. SHIH-COLEMAN, J. DIEKMAN « Insect control of the future : operation and policy aspects », Science, 186 (4164), 1974, 596-607.
63. N. WADE : « Bottle-feeding: adverse effects of a western technulogy », Science, 184 (4132), 1974, 45-48.

64. V. LABEYRIE « La crise de l'environnement, l'économie de la nature et l'économie humaine », Mondes en développement, 1976, 12, 527-565.
65. D. CARTER : « Qui gouverne à Washington ? », 1964, éd. Le Seuil, 274 p.
66. T. MALDONADO : « Environnement et idéologie », 1972, éd. 10-18, 192 p.
67. W. PADDOCK & P. PADDOCK : « Proposal for the use of american food : triage », Politics and environment, W. Anderson ed., 1970, 34-46.
68. P. EHRLICH & A. EHRLICH : « Population, resources, environment », Favard éd., 1972, 435 p.
69. W. BEVAN : « The welfare of science in an era of change », Science, 176 (4038), 1972, 990-996.
70. L. VON BERTALANFFY « Théorie générale des systèmes », éd. Dunod, 1973, 296 p.
71. I. ILLITCH « Energy and social disruption », The Ecologist, 4 (2), 1974, 49-52.
72. E. OLSZEWSKI « Les sciences et les techniques dans la période de la révolution scientifico-technique », 1971, Organon, 8, 41-53.
73. C.-M. SANTORO : « Economie politique et écologie », in « L'homme et l'environnement », Recherches internationales à la lumière du Marxisme, 1974, 135-144.
74. P. TEILHARD DE CHARDIN : OEuvres complètes, 5, éd. Le Seuil, 1967.
75. F. ENGELS : « Dialectique de la nature », éd. Sociales, 1968, 364 p.
76. « Club de Rome, rapport de Tokyo sur l'homme et la croissance », 1974, éd. Le Seuil, 86 p.
77. B. WARD & R. DUBOS : « Nous n'avons qu'une terre », éd. Denoël, 1972, 357 p.
78. Th.-S. KUHN : « La structure des révolutions scientifiques », éd. Flammarion, 1972, 246 p.
79. MONCHADSKY : « A propos de la classification des facteurs du milieu », Zool. Zh. S.S.R.R., 37 (5), 680-692, 1958 (en russe).
80. V. LABEYRIE « L'écologie et l'homme », Précis Général des Nuisances, éd. Guv le Prat, 1974, 5 (1), 23-73.
81. P. SHEPARD : « Ecology and man - a view point », in « The everlasting universe », L.-J. Forstner et J.-H. Todd ed., Heath publ., 1971, 23-33.
82. J.-B. LAMARCK : « Recherches sur les causes des principaux faits physiques » éd. Maradan, Paris, 1793, 2, 412 p.
83. H. NICOL : « The limits of man », ed. Constable, 1967, 283 p.
84. J.-C. HERDER : « Idées pour la philosophie de l'histoire de l'humanité », Paris, 1827, 1, p. 31.
85. M. FOUCAULT : « Les mots et les choses », éd. Gallimard, 1966, 400 p.
86. V. LABEYRIE « Remarques sur l'évolution du concept de biologie », La Pensée, 135, 3-15.
87. N. BOHR : « Physique atomique et connaissance humaine », 1961, éd. Gonthier, 181 p.
88. L.-K. FRANK : « Theological mechanisms », Ami. N. Y. Ac. Sc., 50 (4), 1948, 187-196.
89. J. LACROIX « La Sociologie d'A. Comte », éd. Press-Univers-France, 1967, 114 p.
90. V.-F. KOFMER, I.-I. KRAVTENKO & P.-V. SADOV : « Les contradictions écologiques sont le résultat des contradictions dans la société, dans la conscience, des contradictions de la technique et de la culture », « L'homme et l'environnement », « Recherches Internationales à la lumière du Marxisme », 1974, 77-78. 96-101.
91. E.-P. ODUM : « Fundamentals of ecology », 1971, Saunders ed., 574 p.
92. J. MONOD : « Le hasard et la nécessité », éd. Le Seuil, 1970, 213 p.
93. F. JACOB : « La logique du vivant », éd. Gallimard, 1970, 354 p.
94. M. BATES : « Man's place in nature », The everlasting universe, éd. Forstner et Todd, 1971, 46-56.
95. V.-I. LENINE : « Encore un anéantissement du socialisme », OEuvres, 20, éd. sociales, 1959, 195-216.
96. O. MORGENSTERN : « L'économie est-elle une science exacte ? », La Recherche, 16, 1971, 1023-1028.
97. E.-E. DAVID : « One armed scientist ? », Science, 189 (4204), 1975, 679.
98. O. MORGENSTERN : « Précision et incertitude des données économiques », éd. Dunod, 1972, 288
99. F. ENGELS : « Fragment non publié du Feuerbach 1846 », Etudes philosophiques, éd. Sociales, 1961, 65-69.
100. V. LABEYRIE : « Crise de l'environnement ou crise de l'économie capitaliste ? », Cahiers du communisme, 1972, 48 (4), 54-68.

101. V. LABEYRIE : « Malthusianisme et écologie », *La Pensée*, 167, 1972, 3-21.
102. V. LABEYRIE : « Lutter pour l'environnement, combat de classe dont dépend la survie de l'humanité » ; *Les syndicats et la protection de l'environnement*, Prague, éd. Syndic., 1973, 90-137.
103. J.-H. LEVIN : « Mechanical harvesting of food », *Science*, 166 (3908), 1969, 968-972.
104. D. PIMENTEL, L.-E. HURD, A.-C. BELLOTTI, M.-J. FORSTER, I.-N. OKA, O.-D. SHOLES, R.-J. WITHMAN: « Food production and the energy crisis », *Science*, 182 (4111), 1973, 443-449.
105. A. SPILHAUS : « The next industrial revolution », *Science*, 167 (3926), 1970, 1673.
106. E.-F. SCHUMACHER : « Small is beautiful », éd. Harper et Row, N. Y., 1973.
107. B. SRENSSEN « Energy and resources », *Science*, 189 (4199), 1975, 255-260.
108. A. BRUCKNER : « Taking power off the wind », *New Scientist*, 61 (891), 1974, 812-814.
109. D.-J. GREENLAND : « Bringing the green revolution to the shifting cultivation », *Science*, 190 (4217), 1975, 841-844.
110. V. LABEYRIE, P. MAISON : « De l'influence du microclimat sur la ponte de la Bruche du haricot (*Acanthoscelides obtectus* SAY) dans la nature », *C.R. Acad. Agricult.*, 40, 1954, 733-736.
111. R.-A. CARPENTER « Information for decisions in environmental policy », *Science*, 168 (3937), 1970, 1316-1322.
112. R.-L. CARSON : « Le printemps silencieux », éd. Plon, 1968, 320 p.
113. J. TINKER : « Pesticide-time for finer decisions », *New Scientist*, 45 (682), 1970, 15-17.
114. V. LABEYRIE : « Crise de l'environnement et rôle des Universités », *Bull. Soc. Ecol.*, 4 (1), 1973, 1-8.
115. G. MYRDAL : « Le défi du monde pauvre », éd. Gallimard, 1971, 466 p.
116. B. KOZNETZOV: « La Science de l'an 2000 », éd. Marabout Université, 1972, 243 p.
117. P. DEHART-HURD : « Education's response to awareness needs », in *No deposit-no return*, éd. H.-D. Johnson, Addison-Wesley pub., 1970, 351 p.
118. M. de Montaigne : « Les Essais », éd. Servière, 1793, 1 (25), 166.