

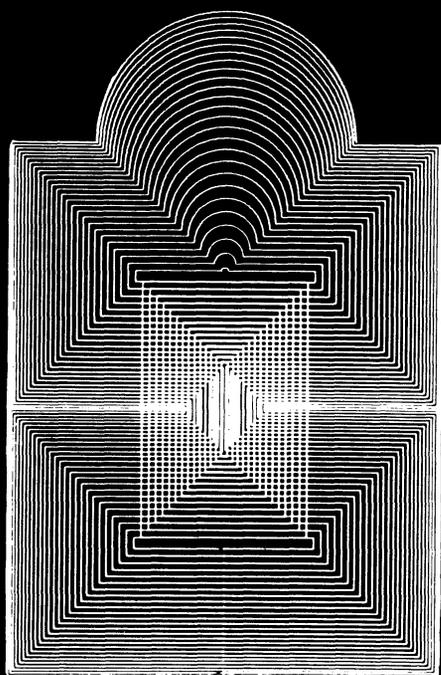
Gerald
Holton.

La recherche combinée*.

Professeur d'Histoire
des Sciences.

Harvard University - Jefferson
Physical Laboratory à
Cambridge.

Une voie nouvelle dans la politique scientifique.



Depuis quelques années, on voit apparaître dans la politique scientifique une voie nouvelle que les historiens des sciences pourraient bien être amenés à considérer dans l'avenir comme un point d'inflexion dans l'histoire. Lorsqu'on étudie le « centre de gravité » des choix que les scientifiques de valeur font de leurs problèmes de recherche fondamentale, on s'aperçoit qu'avec le temps, les préoccupations essentielles ont changé. A l'époque de Kepler, Galilée et Newton, il semble que les savants se soient avant tout demandés ce que Dieu pouvait bien avoir en tête lorsqu'il créa le monde physique. Du temps de Maxwell, la question brûlante était devenue celle de savoir ce que Faraday pouvait bien avoir en tête avec ses méditations obscures sur le champ magnétique et comment on pouvait en tirer parti. C'est toujours — et cela le restera dans une certaine mesure — le genre d'énigme qui passionne les spécialistes de la recherche fondamentale. Mais outre cela, on voit apparaître chez certains chercheurs une motivation différente et complémentaire. Ce qui les stimule, ce n'est plus de s'interroger sur leur Créateur ou leurs pairs, mais *le sentiment croissant qu'il existe un domaine d'ignorance scientifique fondamentale qui semble résider au cœur d'un problème social.*

Les travaux qui s'appuient sur ce genre de motivations se placent directement dans le champ où se recourent science, technologie et société, sans cesser pour autant d'être de la recherche fondamentale. C'est une recherche fondamentale d'un genre spécifique, que j'appellerai « recherche combinée », puisqu'on peut y voir la combinaison de deux types de recherches : celle qu'oriente la discipline elle-même, et celle qu'orientent des problèmes spécifiques. Il faut noter de ne pas confondre cette recherche avec certains programmes tels que le RANN (Research Applied to National Needs : Recherche Appliquée aux Besoins Nationaux) et d'autres du même genre, qui encouragent l'application de connaissances fondamentales *existantes* à la satisfaction de ce qu'on croit être des besoins nationaux ; ces programmes ont leur raison d'être, et je

▲ C.A.O. IBM Hélène David

◀ C.A.O. IBM Véra Molnar

*Combined mode: a new direction in science research policy (1982).**

Gerald Holton (Mallinckrodt Professor of Physics, and Professor of History of Science, Harvard University, Jefferson Physical Laboratory, Cambridge).

n'ai pas l'intention de les critiquer — qui le pourrait d'ailleurs, après avoir assimilé des leçons telles que les dix ans de retard mis à étudier sérieusement le problème du stockage à long terme des déchets nucléaires ? Ce dont je parle ici se situe à l'opposé du RANN et des programmes de recherche appliquée du même type ; c'est en effet la création de connaissances nouvelles par la recherche fondamentale, création qui évolue expressément dans des zones non répertoriées par les cartes de la science fondamentale, mais qui trouve sa motivation dans l'estimation vraisemblable que les résultats de ces recherches auront de grandes chances d'être en rapport — peut-être sous dix ans ou plus — avec un problème national ou international durable.

Tout en disant cela, nous prenons bien entendu position dans un territoire disputé. Depuis près de trois siècles, le consensus qui lie les spécialistes de la recherche fondamentale est que « la vérité définit elle-même son propre programme ». Toute intrusion de la notion d'utilité qui pourrait finir par se dégager de la recherche fondamentale a toujours été jugée incompatible avec le programme du chercheur authentique. Selon ce point de vue, l'Omniscience vient d'abord, et l'Omnipotence ensuite. Les grands du XVII^e siècle ne nous ont-ils pas appris que le réductionnisme était la voie de la réussite dans les sciences de la nature et qu'il valait mieux laisser au plaisir de la découverte inattendue ou au soin des générations futures le soin d'appliquer la science aux problèmes de société dont les aspects complexes sont infinis et impossibles à délimiter ?

Et de toutes façons, les scientifiques n'ont-ils pas fait preuve d'un aveuglement remarquable lorsqu'il s'est agi de prévoir les applications pratiques de leurs travaux ? On dit ainsi que Kelvin ne vit d'autre usage aux ondes radio hertziennes que la communication éventuelle avec les bateaux-feux, et que Rutherford refusa catégoriquement jusqu'au bout de voir une application quelconque à ses recherches sur l'atome. Mieux encore, n'avons-nous pas appris avec l'affaire Lyssenko et avec le feu roulant des attaques menées par le législateur en Occident contre la science fondamentale, que notre premier devoir était de lutter pour la préservation de la recherche scientifique « pure » ? Le jugement angoissé porté en 1891 par le chimiste Francis W. Clarke est toujours d'actualité : « Tout vrai chercheur dans le domaine de la science pure doit affronter des questions qui reviennent de façon monotone et répétitive sur le sens pratique de ses études ; et il ne peut que rarement y apporter une réponse en termes de commerce. Si l'utilité [de ses travaux] n'est pas immédiatement en vue, on le considère avec pitié comme un rêveur, ou on lui reproche d'être un gaspilleur. »

Certes la tectonique des plaques n'est pas née d'un quelconque effort pour prévoir les tremblements de terre, ni la génétique du désir d'obtenir de meilleures récoltes dans les potagers. C'est en sens inverse que les choses se passent. En effet, l'histoire des sciences et des technologies est remplie d'études de cas que l'on pourrait ranger sous un titre du genre : « Comment la recherche fondamentale apporte des récompenses inattendues¹ ». En conséquence, celui qui serait tenté de mêler certaines considérations d'utilité au choix qu'il ferait de

ses problèmes de recherche fondamentale risquerait à la fois de perdre les crédits de l'agence qui le finance et de compromettre sa carrière de chercheur.

Mais il existe aujourd'hui des signes qui montrent que cette attitude, si elle est adoptée de manière uniforme, constitue un dogme trop simpliste. Si ce dogme est encore valable et s'il doit le rester aujourd'hui et dans l'avenir pour la majorité des spécialistes de la recherche fondamentale, une petite part au moins des programmes de recherche peut être, et est en fait, centrée sur ce que j'ai appelé la recherche combinée, où les impératifs de la science et ceux de la société se recouvrent au lieu de revendiquer chacun leur exclusivité. Et tandis que, du point de vue de l'utilité sociale, la recherche fondamentale de type « pur » pourrait être appelée « Projet de découvertes inattendues », celle de type combiné pourrait s'appeler « Projet de prévoyance » (par dissymétrie avec le malheureux « Projet de sagesse après-coup » qui tenta d'esquisser une description de l'influence du passé sur le présent ; ce qui m'intéresse ici, c'est au contraire l'influence du présent sur l'avenir).

Il convient de faire remarquer que la reconnaissance de ce nouveau type de recherche n'est pas, de ma part, une proposition *normative*. Je ne parle pas en tant que planificateur ou missionnaire de la science, mais en tant qu'historien des sciences décrivant les événements qu'il voit se produire actuellement en science. Je ne cherche pas non plus à évaluer l'avenir de ces développements à long terme. Il se pourrait fort bien que la recherche combinée qui, par définition même, est difficile, requière davantage de patience que notre société n'en a actuellement avant que nous tirions d'elle les bénéfices sociaux qu'elle nous promet².

Mais il ne fait absolument aucun doute qu'une mutation s'est effectuée sous nos yeux mêmes. Des programmes se développent dont le but spécifique est de trouver de nouvelles connaissances fondamentales et des principes scientifiques sans lesquels il serait difficile d'améliorer ou même d'appréhender correctement les besoins nationaux et internationaux actuels. Il n'est guère difficile après tout d'imaginer avec une certaine vraisemblance des secteurs de recherche qui détiendraient la clef de dysfonctionnements sociaux bien connus. Même les scientifiques les plus « purs » seraient sans doute d'accord pour reconnaître qu'il reste beaucoup à faire dans le domaine de la psychologie cognitive, de la biophysique et de la biochimie du processus de conception, de la neurophysiologie des sens tels que l'audition et la vue, ou du transport des molécules à travers les membranes cellulaires, pour ne citer que quelques problèmes. Le résultat que nous pourrions raisonnablement attendre de ce type de travaux fondamentaux serait une meilleure compréhension de certaines tâches sociales complexes telles que l'éducation des enfants, la planification des naissances et l'amélioration de la qualité de la vie des handicapés. D'autres exemples de recherche fondamentale nous viennent immédiatement à l'esprit comme la chimie physique de la stratosphère ; la partie de la théorie des états solides pour laquelle le fonctionnement efficace des cellules photovoltaïques reste une énigme ; la partie des mathématiques qui traite du calcul des risques pour les structures complexes ; les

processus physiologiques qui commandent la cellule en vieillissement ; la recherche sur la formation et les choix de carrière chez les jeunes ; les phénomènes sociologiques sous-jacents au malaise qu'éprouve une partie de la population vis-à-vis des mathématiques et, disons-le, de l'informatique ; et la sociologie du tribalisme ancien qui semble être à la base des phénomènes actuels de génocide, de racisme et de guerre.

Toute liste spécifique d'exemples de ce type est ouverte à la critique. Mais il n'est pas difficile d'imaginer un mécanisme consultatif qui déterminerait les secteurs de recherche susceptibles de bénéficier d'une telle mise en valeur. Nul doute que dans ce domaine les innovations dans les institutions manquent cruellement ; si des décisions de fond ne sont pas prises pour susciter ce genre de recherche avec la participation effective d'un large éventail de chercheurs expérimentés et dignes de confiance, les efforts entrepris jusqu'ici ne tarderont pas à disparaître³. La dernière des choses dont la science ou la société ont besoin, c'est un centre de commande politique chargé d'approuver ou de désapprouver la recherche fondamentale.

Je vais maintenant faire un tour d'horizon des données spécifiques qui montrent que le soutien à la recherche combinée se développe, recherche que mène le sentiment d'un besoin national — ou dont les objectifs sont déterminés par ce besoin. Je citerai des cas très récents, ce qui ne veut pas dire que ce mouvement n'a pas d'histoire. Il en existe en effet des illustrations évidentes, particulièrement dans le domaine biomédical, depuis Pasteur jusqu'à la fondation du National Institute of Health. Mais il a été en un sens plus « facile » de démarrer et de soutenir la recherche de type combiné dans le secteur biomédical (en partie à cause de l'intérêt propre des responsables de recherche — exemple du processus par lequel la science et la technologie affectent la détermination de priorités sociales — et en partie parce que l'essentiel de ce qui, dans ce domaine, passa pour de la recherche fondamentale, était en fait plutôt proche d'une recherche appliquée et orientée vers des missions spécifiques portant sur des systèmes dont les aspects fondamentaux complexes ne furent qu'à peine recensés). Le véritable champ expérimental se situe en dehors du secteur biomédical.

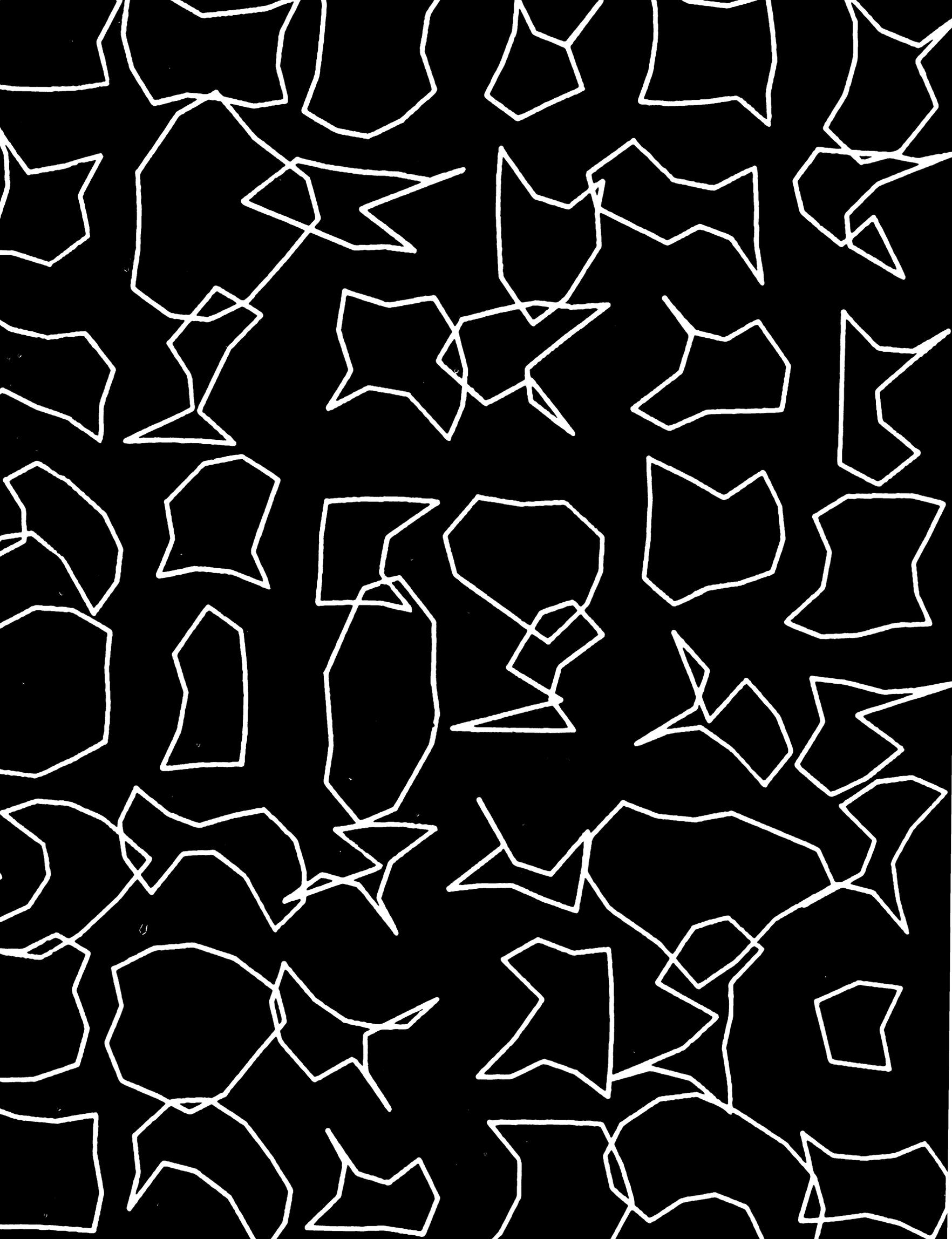
Nous pourrions prendre comme point de départ de notre exposé un discours prononcé début 1978 par Frank Press, alors directeur de l'Office of Science and Technology Policy (OSTP) et conseiller auprès du Président pour la Science et la Technologie⁴. Dans ce discours, Press décrit le programme de recherche scientifique qui fut intégré au budget fédéral de financement de la recherche fondamentale pour l'année fiscale 1979. Outre l'Office of Management and Budget (OMB), les dirigeants de la NASA et de la National Science Foundation (NSF), les principaux responsables de la formation scientifique et technique en université, l'industrie et le gouvernement, on fit appel aux membres du Cabinet :

« Au cours de nos concertations sur la recherche avec les agences et les départements fédéraux, le Président demanda aux membres du Cabinet quelles étaient, d'après eux, les principales questions importantes

d'intérêt national. Voici quelques exemples cités par les membres du Cabinet : Peut-on découvrir des réactions chimiques simples qui produisent des radiations visibles ? Comment les matières disséminées dans l'univers se rassemblent-elles pour former des molécules organiques complexes, des étoiles et des galaxies ? Quels sont les processus physiques qui régissent les climats ?... Quels sont les facteurs sociaux, économiques, politiques et culturels qui déterminent la croissance démographique ? Quelle est l'origine des fissures dans les matériaux et comment se propagent-elles ? Comment les cellules changent-elles au cours de leur croissance et de leur développement ? Quels sont les mécanismes responsables du traitement des signaux sensoriels, des phénomènes de membrane neurale et des diverses actions chimiques des terminaisons nerveuses ?... Quels sont les facteurs prédéterminants qui décident de la différenciation et de la fonction des cellules pour les plantes et les animaux ? » (p. 740-741).

Il s'agit là, bien sûr, de questions de recherche fondamentale pour les thèses de doctorat les plus « pures » dans les meilleurs départements universitaires, et pourtant leurs objectifs se situent également dans des zones où se fait sentir un besoin au niveau national. La même intention apparut dans la réorganisation des programmes de recherche appliquée de la NSF lorsqu'une division de Recherche Fondamentale Intégrée fut créée au sein de la nouvelle Direction des Applications de la Science et de la Recherche Appliquée. A la différence des anciennes activités de recherche appliquée dont le but était d'encourager et d'accélérer l'application des connaissances scientifiques fondamentales existantes à un large éventail d'utilisations potentielles, la tâche de cette division consistait à « soutenir la recherche fondamentale qui touche de près à des problèmes majeurs » dans certains domaines spécifiques choisis par les Directions de la recherche fondamentale. Ces intentions commencèrent à prendre une tournure opérationnelle avec le dixième rapport annuel du National Science Board (NSB) intitulé : *Basic Research in the Mission Agencies: Agency Perspectives on the Conduct and Support of Basic Research*, rendu public par le Président le 2 août 1978. Dans sa lettre au Congrès le Président spécifiait qu'il avait « encouragé les agences fédérales à définir les problèmes actuels ou potentiels qui se posent au gouvernement fédéral et à propos desquels la recherche fondamentale ou à long terme serait susceptible d'aider les agences... [Le rapport devait également aider à] établir les priorités relatives aux dépenses futures du gouvernement en matière de recherche et développement et à rationaliser ces dépenses. »

Dans le mémorandum qu'elle publia le même jour à l'intention des écrivains et éditeurs spécifiques, la NSF elle-même commençait sa présentation du rapport par cette phrase directe et bien connue : « La recherche fondamentale est utile. » Mais on ne trouvait plus cette ancienne et vague promesse qui figurait entre autres dans le livre de Vannevar Bush paru un quart de siècle plus tôt *Science: The Endless Frontier*, et selon laquelle la maladie, l'ignorance et le chômage seraient d'une manière ou d'une autre vaincus si la recherche fondamentale était soutenue à grande échelle, promesse qui



ne s'accompagnait d'aucune tentative délibérée en vue de lier les données de base de cette recherche à ses résultats. Le rapport du NSB, au contraire, se propose d'établir ce lien d'une manière que Bush n'envisagea jamais dans la poursuite de son objectif principal : assurer à la recherche pure une « protection spéciale et un soutien financier spécifiquement garanti » afin d'échapper à ce qu'il appelait la « loi perverse qui gouverne la recherche », c'est-à-dire d'éviter que « la recherche appliquée ne chasse invariablement la recherche pure ». Les initiatives proposées dans le rapport de 1978, au lieu de considérer isolément la recherche pure et la recherche appliquée, représentent un effort nouveau et relativement audacieux pour recenser tout ce que les agences fédérales ayant des missions d'ordre scientifique estiment être les « priorités et les failles à combler dans leurs programmes de recherche » (p.303). On trouve dans le rapport une liste des « secteurs problématiques qui méritent une attention au niveau national et demandent des recherches fondamentales (ne serait-ce que pour avancer dans la compréhension des problèmes en question) ». Les auteurs étaient à l'évidence conscients de la difficulté de déterminer l'importance relative des différents programmes de recherche, même à l'intérieur d'un secteur délimité. Ils savaient aussi que la question des priorités devient de plus en plus ardue au fur et à mesure que les programmes portent sur des périodes plus longues. Mais le rapport présente un intérêt considérable en tant qu'effort du secteur public pour déterminer les priorités et les failles à combler dans la recherche. Nul doute qu'il restera longtemps encore un objet d'étude pour tous les historiens des sciences et des technologies qui se pencheront sur l'évolution de la politique scientifique aux États-Unis.

D'autre part, comme on peut s'en douter, les seize agences concernées, qui vont du Département de l'Agriculture à la NSF et du Département du Logement et de l'Aménagement Urbain au Secrétariat des Anciens Combattants ne sont pas du tout dans la même position pour répondre aux questions du NSB telles que : « Quels sont les secteurs de recherche vitaux ou d'avenir qui, n'était pas soutenus actuellement mais ayant recours à la recherche fondamentale, méritent d'être mis en valeur et soutenus par votre agence ? » Il en est néanmoins résulté des propositions très cohérentes. Ainsi, le Département de l'Agriculture a établi une longue liste de priorités, depuis la recherche agronomique (débutant par la fixation de l'azote, la photosynthèse et la manipulation génétique des plantes) jusqu'à la recherche en sciences sociales (se terminant par les « études d'impact »), « tous domaines scientifiques exigeant une approche par la recherche fondamentale », en ce qui concerne non seulement la technologie agricole et forestière, mais aussi la « qualité de la vie dans les communautés et les foyers ruraux ». La liste du Département du Commerce comporte, de façon caractéristique, la science atomique et moléculaire, et se termine par un appel à mettre en œuvre « toutes les ressources disponibles au service de l'éventail complet de la recherche fondamentale, en dehors de toute compétition que pourraient entraîner les projets appliqués à court terme ».

Ces initiatives du début 1978 ne devaient pas en rester là. Elles furent en effet renforcées par les discussions de préparation du budget 1980 qui eurent lieu un an plus tard⁵.

Cette tendance reçut très récemment une impulsion nouvelle grâce à la publication par la NSF du rapport intitulé *Five-Year Outlook: Problems, Opportunities and Constraints in Science and Technology*⁶. Comme le précisait le communiqué de la NSF accompagnant la publication, le rapport « discute les questions nationales auxquelles nous devons faire face durant les cinq ans à venir du point de vue scientifique et technologique ».

Cette étude fut décidée par le National Science and Technology Policy, Organization and Priorities Act de 1976 (loi sur les priorités, l'organisation et la politique scientifiques et technologiques nationales). Elle représente un effort majeur pour définir et décrire « les problèmes d'intérêt national qui se posent en profondeur et doivent faire l'objet d'une attention particulière autour des années 1985 et, par la suite, problèmes que la science et la technologie peuvent contribuer à résoudre dans les années à venir ». Le cœur du rapport est constitué par une monographie de la taille d'un livre préparée par la National Academy of Sciences, à laquelle viennent s'ajouter des exposés de vingt et une agences fédérales, des articles écrits par divers spécialistes et une synthèse donnant une sélection des problèmes qui se posent à la société américaine et des solutions que peuvent y apporter la science et la technologie. Cette synthèse fut rédigée par l'équipe permanente de la NSF et présentée sous des rubriques telles que : l'énergie, les matières premières, les transports, la démographie, l'espace, l'agriculture, la santé, la révolution électronique et les risques des substances toxiques pour l'environnement.

Alors que le rapport Vannevar Bush, trente-cinq ans plus tôt, avait essentiellement étudié la nécessité de soutenir la recherche fondamentale sans égard pour la façon dont elle tiendrait finalement sa lointaine promesse de « créer une situation d'emploi plus pleine et plus féconde », le nouveau rapport *Five-Year Outlook* inclut de façon explicite la recherche de type « pur » et la recherche de type combiné. Ainsi, le directeur de la NSF se réfère aux nombreux exemples qui, dans le rapport, illustrent « la façon dont la recherche à long terme contribue à résoudre les problèmes nationaux », mais il souhaite aussi, bien entendu, que la recherche continue à être soutenue là où son but premier est « une meilleure compréhension de la nature », que cette compréhension ait un lien ou non avec des « problèmes spécifiques de société ». Il fait observer la nécessité de préserver un équilibre indispensable entre ce que l'on attendait autrefois de la recherche fondamentale et ce que l'on en attend aujourd'hui. Cette observation était d'autant plus nécessaire que la loi du Parlement exigeant la préparation régulière de ce type de rapport, soulignait exclusivement l'un des deux types de recherche⁷.

En lisant cet ouvrage important, on voit clairement que la « main invisible », dont on a longtemps pensé qu'elle suffisait à guider le processus menant du laboratoire de recherche fondamentale aux applications spécifiques, devient de plus en plus visible. Le langage

choisi est sans détours : « La recherche doit exploiter les vastes possibilités des domaines suivants » (procédés biologiques permettant de produire les plantes alimentaires avec moins d'engrais et d'eau douce ; méthodes de lutte contre les maladies et les insectes nuisibles sans danger pour l'environnement ; meilleure compréhension du phénomène des pluies acides) ; « il faut faire porter immédiatement l'effort sur la recherche qui permettra d'arriver aux connaissances scientifiques » nécessaires au développement et à la commercialisation des technologies de pointe dans le domaine de l'énergie, telles que la fusion nucléaire et la transformation directe de l'énergie solaire ; « il faut développer » la science sur laquelle reposent les évaluations de risques (vol. 1, p. 1-4).

Le volume 2 comprend deux essais très approfondis, commandés séparément, sur l'impact des nouvelles technologies de communication, en particulier dans le domaine de la vie privée. Ici aussi, nous sommes confrontés aux impératifs contradictoires de la technologie et de la société dans cette zone où elles se recouvrent. L'une des raisons du sentiment que le consommateur devient de plus en plus un goulot d'étranglement a peut-être à voir avec l'attitude de la population américaine vis-à-vis du statut général de la vie privée et des atteintes qu'elle subit du fait de l'utilisation croissante d'ordinateurs par les organismes privés et gouvernementaux auxquels le public a à faire. Les résultats de l'enquête commandée par Sentry Insurance, et conçue et exécutée par Alan Westin et l'Institut Louis Harris en 1978, n'ont rien d'enthousiasmant. Plus de 80 % des personnes interrogées désapprouvent le fait que la police (et d'autres institutions) aient un large accès aux informations relatives aux comptes bancaires privés sans mandat du tribunal et — ce qui n'est sûrement pas sans rapport — près des deux tiers sont d'accord avec l'affirmation suivante : « Si l'on veut protéger la vie privée des citoyens, il faudra dans l'avenir restreindre sérieusement l'usage des ordinateurs. »

Depuis 1974, on note un net changement dans les réactions suscitées par la proposition suivante : « Les Américains commencent à renoncer à leur vie privée du jour où ils ouvrent leur premier compte en banque, contractent un emprunt, font un achat à tempérament ou demandent une carte de crédit. » En 1974, un peu moins de la moitié de la population était d'accord avec cette proposition. En 1978, le pourcentage dépassait légèrement les trois quarts. L'industrie des ordinateurs ferait bien, ne serait-ce que dans son intérêt propre, et maintenant que nous sommes entrés dans l'ère de la quatrième discontinuité, de consacrer une part de ses talents de recherche et de développement à ces problèmes de crainte et d'abus. L'histoire jugera les prophètes de la puce électronique à leur capacité de créer des machines intelligentes qui, non seulement rendent la vie plus intéressante et plus riche, mais encore favorisent la liberté individuelle.

Je me suis attaché à étudier des exemples pris dans des documents publics parus aux Etats-Unis. Mais on pourrait trouver des exemples analogues et d'une certaine façon plus parlants, dans la littérature internationale. Ainsi en Suède, où certaines organisations telles que les syndicats ont commencé à s'intéresser de

très près aux questions de politique scientifique, on remarque une évolution en faveur des programmes scientifiques qui concordent avec des buts sociaux définis par secteurs⁸.

L'espace qui m'est imparti ici ne m'a pas permis de converger vers le même problème à partir d'autres directions. Les demandes pour étendre la mission ordinaire confiée à la recherche fondamentale et la faire contribuer à la satisfaction des besoins humains ont donné lieu à de nombreux développements apparentés. Parmi ceux-ci, l'élargissement des limites des associations professionnelles et des activités des sociétés commerciales, qui apparaît jusque dans les rapports annuels des présidents des associations scientifiques professionnelles qui accordent une place de plus en plus importante aux préoccupations sociales⁹. Ou encore dans le développement des programmes d'enseignement en science, technologie et société¹⁰. Ces programmes sont généralement conçus dans l'intention de donner aux futurs scientifiques ou directeurs d'entreprises une double compétence dont la meilleure définition est peut-être contenue dans ces mots prononcés par Einstein en 1931 à l'intention des étudiants du California Institute of Technology : « Il ne suffit pas que vous compreniez la science appliquée pour que vos travaux participent aux bienfaits de l'humanité. C'est le souci de l'homme lui-même et de son destin qui doit toujours être la principale motivation des efforts techniques... afin que ce que créent nos esprits soit un bienfait et non une malédiction pour l'humanité. N'oubliez jamais cela lorsque vous êtes dans vos graphiques et vos équations. »

Tout dans les faits semble concourir à montrer qu'une transition historique est en train de s'effectuer vers une politique de recherche fondamentale, transition pour le meilleur ou pour le pire, que nous commençons tout juste à comprendre. Dans le laboratoire du temps s'élabore un nouveau composé qui défiera les notions héritées par tous les scientifiques, ingénieurs et planificateurs sociaux. Nul doute que nous assisterons à des batailles pour préserver ces autonomies qui sont et seront toujours essentielles. Nul doute qu'il y aura des projets trop enthousiastes qui ne pourront tenir leurs promesses. Mais si ce mouvement nouveau reste dans les limites de ses véritables possibilités et responsabilités, l'éventail de la recherche en science en sera peut-être grandement élargi, ses liens avec la technologie et la société deviendront plus féconds et plus sûrs et sa mission se renforcera. En tant que scientifiques, ingénieurs, industriels, enseignants ou éducateurs, nous devons saluer cette promesse ; car toute activité professionnelle peut à juste titre revendiquer une autorité morale lorsque, et seulement lorsqu'elle est considérée par le plus grand nombre comme étant au service de la vérité et de l'intérêt public.

Notes.

1. On trouvera dans l'introduction de R.S. Morison au livre *Limits of Scientific Inquiry*, R.S. Morison & G. Holton, eds. (New York : W.W. Norton and Co., 1979) quelques-unes des raisons pour lesquelles « nous n'avons trouvé aucun moyen valable d'encourager certaines recherches indispensables, en particulier dans le domaine de l'environnement, du contrôle de la croissance démographique et de la conversion de l'énergie » (p. XVIII).

2. Comme l'ont fait remarquer Bruce L.R. Smith et Joseph J. Karlesky (*The States of Academic Science : The Universities in the Nation's Research Effort*, New York : Change Magazine Press, 1977), les déficiences au niveau institutionnel, y compris les cycles courts de crédits accordés par le gouvernement ou les commanditaires industriels, ont eu un effet défavorable sur la poursuite de la recherche « pure » et ont abouti à limiter relativement l'esprit d'entreprise. Les auteurs ont remarqué au sein des institutions universitaires un « appauvrissement notable de la recherche fondamentale en faveur de la recherche appliquée ou orientée vers une mission » — changement qui va justement à rebours de la recherche de type combiné — « et une diminution des voies de recherche risquées au profit de voies relativement sûres et prévisibles ». Le même problème est apparu dans l'industrie, comme le montrent les *Science Indicators* de 1976, 1978 et 1980 ; en effet, depuis dix ans, les dépenses de recherche fondamentale ont baissé et l'on note un changement en faveur de buts à court terme et souvent d'une « recherche défensive » dont l'objectif essentiel est de protéger les anciens produits contre les réglementations.

3. Frank Press, « Science and Technology : The Road Ahead », *Science*, vol. 200, 1978, pp. 737-741.

Dans un autre passage du rapport du NSB (p. 286) figure une discussion très ouverte des différences liées au fait de tracer, sur le plan pratique, une limite entre la science fondamentale et la science appliquée pour les agences investies d'une mission : « Tout administrateur scientifique est tracassé par le problème de savoir si ce que son agence étudie relève bien de la mission qui lui a été confiée, surtout lorsqu'il s'agit de recherche fondamentale. Par exemple, l'Office of Naval Research (O.N.R.) considère que le soutien à la recherche mathématique pure fait partie de la mission de la Marine, mais il n'en serait peut-être pas autrement dans d'autres agences. » De la même façon, « la N.S.F. est harcelée depuis ses débuts par des gens qui demandent quelle est la quantité des projets subventionnés justifiable et dans quelle mesure ces projets ont un rapport avec un quelconque objectif national concevable. Les scientifiques travaillant dans les agences ont l'impression que le scepticisme de ces gens repose sur un manque de compréhension de ce qu'est la recherche fondamentale et des rapports qu'elle ne peut avoir avec des objectifs nationaux. L'administrateur scientifique est pris entre le chercheur qui estime que toute recherche scientifique est justifiée et les citoyens ou les parlementaires sceptiques qui se demandent comment on peut légitimer l'affectation de subventions gouvernementales à des recherches de caractères abstraits. Plus la pression s'accroît, plus le responsable de la recherche trouve la recherche appliquée facile à justifier par rapport à la recherche fondamentale » (*Ibid.*)

Si l'on voulait faire une analyse plus complète, il faudrait aborder de nombreux autres problèmes pratiques, par exemple : comment traiter les différences entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée dans des secteurs tels que les mathématiques, l'anthropologie culturelle, ou même la physique et la biologie ; comment éviter les problèmes politiques tels que donner l'apparence de promettre trop ou s'exposer à des contrecoups lorsqu'un problème s'avère plus complexe et long à résoudre que ne le prévoient les modèles les plus prudents ; ou comment, à ce propos, institutionnaliser le soutien à la recherche combinée, de façon à la protéger, au moins pendant sa période initiale de vulnérabilité, contre le sabre des réducteurs de budgets guidés par des considérations pratiques, à une époque de restriction générale des dépenses. Comme le déclarait récemment un haut fonctionnaire de l'O.M.B. : « Pour dire les choses franchement, la recherche fondamentale est nécessaire à long terme et vulnérable à court terme. » On en a un bon exemple avec le cheminement tortueux suivi par le réacteur de fusion, qui mit en jeu sur plus de vingt ans une part importante de recherche fondamentale, sans atteindre le but escompté, c'est-à-dire la fourniture illimitée d'énergie moyennant un risque assez faible. La frustration qui en résulta petit à petit fut bien traduite par la déclaration récente d'un attaché parlementaire : « On a le sentiment que si on laisse uniquement ce problème aux chercheurs, on n'en tirera pas la moindre énergie. Il devient inadmissible d'avoir un problème énergétique qui coûte un demi-milliard de dollars par an sans rien produire. »

4. Voir par exemple : *Science and Government Report*, vol. 9, n° 2, du 1^{er} février 1979 et *Hearings Before the Subcommittee on Science, Technology, and Space, on Oversight on the Office of Science and Technology Policy*, des 7 et 21 mars 1979.

5. Deux volumes : Government Printing Office, Superintendent of Documents, Washington, DC 20402, Stock Numbers 038-000-00442-5 et 038-000-00441-7.

6. Les instances législatives qui demandèrent à la N.S.F. de préparer le rapport, spécifièrent que celui-ci devait « définir et décrire les situations et les conditions qui exigent une attention particulière dans la perspective des années à venir, entre autres : 1° Les problèmes d'importance nationale, existants ou en préparation, tels qu'ils sont définis par la recherche scientifique, ou dans lesquels les considérations scientifiques ou technologiques sont d'une importance majeure, et 2° les occasions qui favorisent ou les contraintes qui empêchent l'utilisation des possibilités nouvelles et existantes de la science et de la technologie qui peuvent contribuer de manière efficace à la résolution des problèmes définis... ou à la réalisation ou à la poursuite d'objectifs programmés ou de buts nationaux... »

7. Voir Aant Elzinga : « The Swedish Science Discussion 1965-1975, *Social Indicators Research*, vol. 7, 1980, pp. 379-399. Cet article est très intéressant et il gênera bien des lecteurs américains. Il lance aussi un avertissement : « Plus la pression de la sectorisation s'accroît, plus la communauté scientifique se polarise entre ceux qui sont réceptifs à cette évolution et ceux qui y résistent. » Cette opposition rassemble non seulement ceux qui « s'appuient sur l'idée d'une science libre et autonome basée sur des valeurs libérales », mais aussi ceux qui, « partant d'une position sociale de gauche radicale, s'opposent à la sectorisation dans sa forme concrète du fait que ses buts généraux sont déterminés par les intérêts de classe du capitalisme monopoliste. » (*Ibid.*, p. 391).

8. « The National Program for Science and Technology, 1978-1982 » (CONACYT, Mexico, D.F., 1978) et Edmundo Flores, « Mexico's Program for Science and Technology, 1978-1982 », *Science*, 204 (1979) pp. 1279-1282.

9. Par exemple, les rapports de George A. Pake et Lewis M. Branscomb parus dans *Physics Today* d'avril 1978 et avril 1980.

10. Pour une brève description représentative, voir « The Growth and Development of S.T.S. Education — Three Examples », *Science, Technology and Human Values*, vol. 5, n° 31 (printemps 1980), pp. 31-35. Les programmes exposés sont ceux de Lehigh University, de Stanford University et du MIT.