

QUELQUES REMARQUES SUR LE RISQUE, L'INCERTITUDE ET LA GESTION DE LA RECHERCHE

J-M BOUSSARD

11MAI 1971

Parler de la gestion de la recherche revient à assimiler celle-ci à une activité économique. On suppose que la recherche est un processus qui produit des outputs (connaissances, biens nouveaux, etc.) à partir de certains inputs (travail, instruments de laboratoire, etc.). Cette activité est bénéfique pour la société si l'utilité sociale des outputs est plus grande que celle des outputs qui servent à les obtenir. Une telle conception de la recherche est peut être discutable¹, mais c'est celle que s'en font les autorités qui lui donnent ses moyens. Il faut donc s'adapter à cette situation et essayer de présenter les résultats de la recherche dans ce cadre ainsi défini.

Aussi bien, d'un point de vue pratique, ce cadre est-il plutôt vague. Il n'existe nul part de mesures l'utilité sociale qui fassent l'objet d'un accord unanime. De ce fait, gérer la recherche ne consiste pas seulement à rechercher ce qui maximisera une fonction d'utilité sociale donnée de l'extérieur. Il faut tout à la fois définir ce que l'on considère être utile à la société, et se donner les moyens de le rendre maximum. Cette situation est sensiblement différente de celle de la firme traditionnelle, pour laquelle l'utilité d'une quantité unitaire d'input ou d'output est donnée sans ambiguïté par les prix de marché correspondants². Elle explique pourquoi les modèles économiques sur lesquels se base la gestion de la firme ne s'appliquent pas en général à la gestion de la recherche.

Cette note n'a pas pour objet d'esquisser un nouveau modèle susceptible de se substituer aux modèles de gestion de firmes trop souvent proposés à tort pour résoudre les problèmes de gestion de la recherche. Une telle démarche serait probablement prématurée. Nous voudrions seulement ici présenter quelques considérations sur lesquelles devra nécessairement s'appuyer un tel modèle, s'il doit être édifié un jour. Il s'agit des problèmes de risque et d'incertitude, qui interviennent à deux niveaux - D'une part, dans la définition de l'utilité sociale, d'autre part, dans l'étude des moyens à mettre en œuvre pour atteindre un niveau d'utilité sociale donné.

¹ Jacques MONOD, dans le hasard et la nécessité, propose de considérer la recherche comme une fin en soi, à laquelle devraient être subordonnées toutes les autres activités de la société. Cette conception est assurément plus exaltante pour les chercheurs que la précédente. Elle est malheureusement très loin d'être uniquement acceptée en dehors de cercles restreints.

² La question de savoir si l'utilité d'une firme s'identifie à l'utilité sociale est une question ouverte, qui le restera probablement longtemps.

1 - INCERTITUDE ET UTILITE SOCIALE

En l'absence de consensus sur la notion d'utilité sociale, celle-ci est déterminée à un moment donné par les préférences de qui détient le pouvoir à ce moment. Mais comme le pouvoir est toujours partagé entre divers groupes et individus plus ou moins rivaux, et comme les relations de pouvoir sont changeantes, on ne peut jamais être sûr de la permanence d'une fonction d'utilité sociale pendant un temps assez long. À un moment donné, on considère comme très utile de construire un avion supersonique ou de débarquer sur la planète Mars. Quelque temps plus tard, ces actions semblent beaucoup moins urgentes. Si entre temps, la recherche s'est dotée des moyens de répondre aux désirs exprimés par la communauté, et si ces moyens ne peuvent servir à rien d'autre, ils sont tout simplement perdus. Inévitablement, ce gaspillage choque l'opinion publique, laquelle en fait porter la responsabilité aux chercheurs.

Il y a quelque injustice à cela, dans la mesure où il semble anormal reprocher aux chercheurs d'avoir trop bien répondu à des sollicitations extérieures. Pourtant, si l'on réfléchit à la remarque faite plus haut, selon laquelle la mission du chercheur est tout autant de définir ce qui est utile que de produire le maximum d'utilité, ce procès n'est pas tout à fait injustifié. Dans l'évaluation de l'utilité d'un avion supersonique ou d'une fusée interplanétaire, **le risque que l'opinion publique se désintéresse de ces choses aurait dû entrer en ligne de compte.** Les moyens mis en œuvre pour atteindre ces objectifs eussent alors été organisés d'une façon différente et probablement les gaspillages eussent été réduits.

Inversement, il est courant de voir l'opinion publique reprocher aux chercheurs de n'avoir pas dans leurs cartons des solutions toutes prêtes à des problèmes techniques qui se posent soudainement. Les questions d'environnement constituent un bon exemple d'une telle situation. Ici, encore, une attitude trop calquée sur des raisonnements micro économiques classiques conduirait à rejeter la responsabilité de la situation sur les "politiques", incapables de prévoir correctement les besoins futurs. Mais il est clair que cette attitude reviendrait à nier un problème réel. Toute société se trouve inévitablement à un moment ou à un autre, confrontée à des difficultés inattendues dans ses rapports avec la nature. La solution de ces difficultés passe inévitablement par la mise en œuvre de connaissances techniques. Où ces connaissances peuvent-elles se trouver, sinon dans les instituts de recherche ? Et comment ceux-ci pourraient-ils accumuler ces connaissances destinées à couvrir des besoins imprévus autrement qu'en détournant une partie au moins de leur activité de ce qui se "vend" à un moment donné, pour explorer des questions sans applications immédiatement apparentes ? C'est pourquoi **la recherche ne peut échapper à la nécessité de devoir répondre rapidement des questions posées dans des domaines dans lesquels aucune sollicitation particulière ne lui avait été adressée avant que le problème en cause n'occupe le devant de la scène de façon inattendue.**

Faut-il conclure des remarques précédentes que la recherche doit se désintéresser de toute sollicitation extérieure, et poursuivre ses travaux sans aucune référence à ce qui paraît utile du point de vue des standards du moment ? Doit-elle élaborer une fois pour toutes ses propres normes et s'y tenir sans jamais

varier ? Assurément non. Une telle attitude serait inefficace. Si les chercheurs étaient totalement indifférents aux problèmes "qui se posent", ils ne les résoudraient que par hasard. Les chances de les voir résolus seraient donc faibles, et la gestion ne serait pas "optimale".

Faut-il alors étudier tous les problèmes imaginables ? Ce ne serait pas judicieux non plus : d'une part, **il est presque certain que les problèmes réels sont différents des problèmes qui étaient imaginables quelques années auparavant**. Par conséquent, l'étude de tous les problèmes imaginables laisserait forcément des "trous". D'autre part, et surtout, **une telle politique serait extrêmement coûteuse** de sorte que ce qui serait gagné du côté des avantages serait largement perdu du côté de coûts.

Comment sortir de ces contradictions ? Certains des modèles économiques de firme peuvent être utilisés ici, mais ce ne sont pas ceux qui sont appliqués le plus communément dans les manuels économiques élémentaires, et qui supposent "l'avenir certain". Ce sont ceux qui occupent maintenant une place croissante dans la littérature économique, et qui concernent la "décision en situation d'incertitude".

En situation de risque, (ou d'incertitude, nous considérerons ici ces mots comme synonymes), **l'entrepreneur prudent doit s'assurer**. L'assurance est un jeu de hasard particulier, qui n'est pas équitable en ce sens que l'assuré paie plus cher qu'il n'a d'espérance de gain. Mais comme la désutilité d'une très grosse perte, même improbable, serait beaucoup plus forte pour lui que la certitude de sûrement payer une somme relativement faible, le niveau d'utilité de l'assuré est plus grand après assurance qu'avant, et bien que son espérance de richesse ait diminué.

On peut se procurer certaines assurances sur le marché. Mais les assurances commerciales ne s'intéressent qu'à un type de risque tout à fait particulier, qui concerne les vols, incendies, et quelques autres événements du même genre. Le marché des assurances ne couvre donc pas les risques majeurs auxquels sont confrontées les firmes, c'est-à-dire les changements de prix ou de goûts des consommateurs, les initiatives des concurrents, les échecs techniques, etc.. Pour s'assurer contre les risques du type de ceux qui viennent d'être énumérés, l'entrepreneur doit adopter des règles de gestion particulières, comme **diversifier ses activités ou conserver des réserves liquides**.

La nécessité d'adopter de telles règles de gestion est coûteuse, dans la mesure où elle empêche l'entrepreneur de profiter de toutes les opportunités qui se présentent, ou de réaliser des investissements qui auraient une rentabilité moyenne élevée. Le coût en question est cependant compensé par l'accroissement de sécurité qui en résulte pour l'entrepreneur. Ces règles s'appliquent-elles à la collectivité ? Dans une certaine mesure non, parce que l'Etat est un agent économique si important que, confronté à un grand nombre de risques indépendants en probabilité et chacun de faibles dimensions, il a intérêt à être son propre assureur. C'est en vertu de ce principe par exemple, que les véhicules des Domaines ne sont pas assurés.

Peut-on dire cependant qu'il est légitime, quand on se place du point de vue de la collectivité, de négliger tous les risques ? Certainement pas. Il est certains risques qui même à l'échelon de l'Etat ne peuvent être tenus pour petits. Sans

parler des conflits armés, remarquons que, lorsqu'il existe un risque d'embargo sur les aliments du bétail sur lesquels comptent la moitié des éleveurs d'un pays, il ne saurait être question d'appliquer à cette situation le même raisonnement que celui qui est valable pour les accidents d'automobile. Par conséquent, certaines formes d'assurances ont pour la collectivité une utilité propre, analogue à celle que procure à la firme la disponibilité de réserves financières peu productives.

Mais que vient faire la recherche dans tout cela ? Précisément, elle peut, et doit être considérée comme une forme d'assurance contre certains risques technologiques. Elle coûte cher, et les ressources qui lui sont affectées pourraient sembler devoir être mieux affectées ailleurs. Mais elle procure à la collectivité nationale une "sécurité technologique" dont l'utilité peut être supérieure à celle des coûts consentis, même si elle n'a procuré aucune utilité comptable directe. Et la reconnaissance, de ce fait n'est pas sans conséquences pour l'évaluation sociale des résultats auxquels elle parvient.

Une première conséquence de cette affirmation est que **certaines recherches peuvent avoir été utiles sans avoir jamais reçu de commencements d'applications**, de la même manière que l'assurance automobile peut être utile à un automobiliste même s'il n'a jamais eu d'accident. Ceci conduit à nuancer beaucoup d'appréciations peu flatteuses que l'on entend parfois sur certains "gaspillages", dont la recherche se serait rendue coupable. Inversement, ceci conduit aussi à **remettre à leur place les prétentions de certains chercheurs à vouloir à toute force appliquer leurs découvertes**. Une telle attitude ressemble à celle de l'automobiliste qui provoque volontairement un accident dans le seul but de "se rembourser de ses assurances".

Une seconde conséquence concerne la question posée plus haut: La recherche doit-elle se préoccuper de tout ce qui peut arriver, quelque soit sa vraisemblance ? Une remarque préliminaire est ici nécessaire. On ne s'assure en général ni contre les événements presque certains (tels par exemple, le cambriolage d'une résidence secondaire isolée), parce que, dans ce cas, le coût de l'assurance serait du même ordre que celui du dommage, ni contre les événements extrêmement peu probables. Dans les cas intermédiaires, l'utilité de l'assurance est déterminée à la fois par la probabilité de l'événement et l'ampleur du dommage possible. Par exemple, à Paris, les accidents d'auto entraînent des dommages en général faibles, mais leur probabilité est élevée: on s'assure à Paris contre les accidents d'auto. Un tremblement de terre, causerait des dommages beaucoup plus importants. Mais c'est une éventualité très peu probable. On ne s'assure donc pas contre les tremblements de terre à Paris. (par contre, on le fait à Tokyo, et cela coûte cher !). De la même façon, la décision d'entreprendre une action de recherche considérée comme une assurance contre "un événement technologique" doit reposer à la fois sur l'importance des dommages qui pourraient survenir en l'absence de cette action, et sur la probabilité (ou tout au moins le degré de vraisemblance) de l'événement qui causerait ces dommages. Ainsi, il est à la fois impossible et inutile de couvrir tout le champ de ce qui est possible. Il faut se limiter aux risques à la fois graves et disons, "moyennement probables"³.

³ Pour être complet, il faudrait poursuivre le développement plus loin, et définir ce que nous appelons "moyennement probable". Ceci nous entraînerait dans des considérations techniques qui seraient hors de propos ici.

Une troisième et dernière conséquence des réflexions précédentes concerne les rapports entre l'ampleur du risque et les coûts de l'assurance. Dans le cas des individus, pour les valeurs considérées comme normales de "aversion pour le risque", c'est une règle constante que la prime d'assurances doit être petite par rapport aux dommages éventuels. La même règle s'applique-t-elle à la collectivité ? La question est controversée. Il semble bien cependant que oui, quoique à un degré moindre. Quelles conséquences cela entraîne-t-il pour la définition de la politique de recherche ? Supposons que nous ayons identifié un certain domaine de connaissance susceptible de devenir critique dans un avenir indéterminé. Admettons que nous soyons sûrs, en y mettant certains moyens, de résoudre le problème dans un délai donné. À quel moment faut-il engager ces moyens ? En vertu des principes précédents, la réponse dépend à la fois de l'importance des moyens, ainsi que de l'ampleur et de la probabilité de la perte qui résultera du non engagement des moyens en temps utile. Si les moyens sont très importants, et le risque faible, il peut être préférable de "courir le risque" plutôt que de dépenser sûrement des ressources dans une action qui sera peut-être inutile.

Mais il y a un élément supplémentaire à considérer dans une telle décision : Le coût et les délais de la recherche varient de façon considérable selon que l'on se trouve plus ou moins loin des applications. C'est souvent dans les toutes dernières phases du développement et de la promotion commerciale d'une innovation que les dépenses d'investissement sont les plus grandes. Inversement, les délais d'investissement sont souvent faibles en comparaison de ceux qui concernent la mise au point des inventions⁴. Dans ces conditions, il paraît légitime d'adopter une règle de décision qui consiste à **engager les moyens faibles qui permettent d'être prêt à tout moment à démarrer la phase finale.**

Beaucoup d'opérations engagées ces dernières années en France sont critiquables de ce point de vue. Considérons par exemple le cas de l'informatique⁵. Le risque existait dans les années 60 de voir les USA refuser de tenir leurs engagements commerciaux en matière de vente de systèmes informatiques de calcul scientifique. Il était dès lors justifié de prendre les dispositions nécessaires pour conjurer ce risque. La solution retenue a consisté à construire de toutes pièces une industrie de l'informatique nationale, laquelle a conduit aux déboires que l'on sait. On aurait probablement pu s'assurer contre le risque en cause à bien moindre frais, à partir du raisonnement suivant:

Les économies d'échelles qui existent dans la production des ordinateurs rendent souhaitable l'existence d'un monopole. Il est dangereux, certes, de dépendre d'un monopole. Cependant, le pouvoir de ce dernier sera fortement

⁴ Il va de soi que tout ceci n'est pas toujours vrai. Il arrive que les coûts majeurs concernent la recherche, et que les délais d'investissement soient longs. Mais la situation précédente (coût de recherche faibles, délais d'investissements courts) semble la plus courante.

⁵ Cette critique de la politique informatique des années 60 pourra paraître impertinente. L'auteur aurait-il mieux fait que les gens qui décidaient à l'époque ? Sûrement non, et probablement beaucoup plus mal. Mais il est toujours utile de tirer la leçon de ses échecs.

réduit si des solutions de substitution existent. Il convenait donc seulement de faire la preuve que de telles solutions existaient, par exemple, en fabricant un prototype, et en menaçant de le développer. Une telle situation aurait fait peser sur les compagnies américaines des risques de pertes qui les auraient amenés à plus de compréhension pour nos besoins. C'est d'ailleurs ce qui est arrivé, bien avant que la CII ait été en mesure de concrétiser sa menace. Dès lors poursuivre l'opération jusqu'au bout devenait plus dangereux qu'autre chose - On s'exposait d'abord aux pertes financières dont la suite des événements a montré l'ampleur. On se privait surtout de la possibilité de renouveler l'opération d'ici longtemps ce qui est probablement l'aspect le plus malheureux de cette affaire. Enfin, faisait subir aux compagnies américaines des pertes qu'elles n'avaient pas méritées puisqu'elles étaient venues à résipiscence, sans compenser ces pertes par aucun gain du côté français .

Qu'aurait-il fallu pour que le combat put être engagé sur des bases plus saines ? Deux choses: **Que des chercheurs français aient eu dans leurs cartons (sans les utiliser, mais en le faisant savoir) les connaissances convenables** pour construire des substituts aux produits américains, Et qu'on ne les accusa pas de “ **ne savoir faire que des prototypes** ”. La première de ces conditions aurait pu être satisfaite avec quelques pour cent des sommes englouties dans la CII. Quant à La seconde... il aurait fallu que le public et les chercheurs eux-mêmes aient une idée plus jute de la nature exacte de l'utilité de la recherche

Le cas qui vient d'être évoqué est par beaucoup de côtés tout à fait exemplaire. Il montre comment **les dépenses de la recherche peuvent jouer le rôle d'une arme de dissuasion** analogue à celui des dépenses militaires, dont tout le monde admet qu'il faut les consentir même si l'on souhaite vivement ne jamais avoir a s 'en servir. En même temps, il montre comment une conception erronée de ce que devraient être les produits de la recherche en matière d'application peut conduite à prendre des décisions ruineuses. Il ne faudrait naturellement pas en tirer la conclusion que les produits de la recherche ne doivent en aucun cas être utilisés. Ce serait absurde. Mais il était important de souligner que ce n'est pas parce que certains produits de la recherche ne sont pas utilisés qu'ils sont forcément inutiles.

II - INCERTITUDE ET GESTION D'UN BUDGET DE RECHERCHE

Nous abordons maintenant un second aspect des relations entre la gestion de la recherche, le risque et l'incertitude. Il concerne le fait que le résultat d'un projet de recherche n'est jamais certain. Supposons que, d'une façon ou d'une autre, nous soyons capables de décrire les résultats escomptés d'un ensemble d'actions de recherches a priori réalisables et d'évaluer sans erreur leur utilité sociale. Supposons par ailleurs, que notre budget de recherche soit trop faible pour réaliser simultanément toutes les opérations envisagées. Le calcul économique classique, appliqué aux choix du projets à retenir, conduit à adopter la procédure suivante .

- a) On range les projets dans l'ordre défini par leur rapport: Utilité sociale / coût.
- b) On retient le premier.

c) On regarde s'il épuise le budget. Si oui, les autres projets sont rejetés, et le travail est terminé. Sinon, on retient le projet suivant et on reprend les opérations à partir de l'étape c). On continue ainsi jusqu'à épuisement du budget.

Une telle méthode de choix est-elle applicable aux projets de recherche ? La réponse est évidemment négative, pour la simple raison que le résultat escompté d'un projet de recherche est loin d'être un résultat certain. De ce fait, même si l'on pouvait définir sans erreur l'utilité sociale des objectifs recherchés, il n'est jamais certain que ce niveau d'utilité soit atteint après complétion du projet. Dès lors, il faut modifier le système de sélection des projets que nous venons de décrire. Ici encore, il faut se tourner vers les techniques de calcul économique en univers incertain. Il est surprenant que dans l'abondante littérature qui existe sur la gestion de la recherche., relativement peu de références traitent de cet aspect pourtant fondamental du problème.

Deux grandes approches existent pour résoudre le problème du choix d'un groupe de projets retenus au sein d'un éventail un peu large de projets possibles en univers aléatoire. On peut d'abord définir un " équivalent certain " de l'utilité aléatoire de chaque projet. En partant du principe que, de deux projet ayant la même espérance d'utilité, celui qui est préféré est celui qui a la plus faible variabilité il est possible de définir un taux de substitution entre espérance et variabilité. A partir de là, il est concevable de calculer le niveau d'utilité non aléatoire équivalent à un niveau d'utilité aléatoire donné. On déterminera donc, pour chaque projet son " équivalent certain " d'utilité, et on procédera ensuite comme précédemment.

Cette méthode est théoriquement séduisante. En pratique, il est difficile de déterminer les équivalents certains, de sorte qu'il n'est guère concevable de l'utiliser.

La seconde méthode - ou plutôt, le second type de méthode, car il en existe de nombreuses variantes - consiste à maximiser la somme des espérances d'utilité de chaque projet, mais sous la contrainte d'être presque sûr d'obtenir en toute circonstance un niveau d'utilité minimum. Il semble bien que cette méthode de sélection des projets soit en fait celle qui est la plus communément utilisée, en particulier par les chercheurs individuels. Ceux-ci s'efforcent naturellement de s'attaquer à des problèmes dont la solution leur confèrera notoriété et avantages de carrière. Mais il est impossible de savoir à l'avance si l'on réussira ou non, et si les avantages escomptés seront obtenus ou non. En outre, il existe des sujets de recherche dont on sait qu'ils ne mèneraient pas à de grands sommets mais dont il semble presque certain que " l'on en tirera toujours quelque chose " - par exemple, de quoi passer le prochain concours. D'autres au contraire, sont plutôt séduisants, mais entraînent le risque de se trouver à la prochaine échéance avec pour tout bagage un peu de bibliographie et une longue succession d'échecs. Que fait dans ces conditions le chercheur avisé ? Il essaie de mener à bien au moins deux projets, pris dans chacune des deux catégories qui viennent d'être définies, de manière à se ménager des possibilités de succès brillants tout en assurant ses arrières.

La seconde démarche, *mutatis mutandis*, semble pouvoir s'appliquer au niveau d'un institut ou d'un département de recherche. Que sait-on en effet à ce niveau ? Que si l'on ne dépense aucun argent sur un sujet on est sûr de ne rien obtenir. On peut aussi dépenser des sommes énormes, et ne rien obtenir non plus. Il arrive souvent que l'attaque directe d'un problème conduise à un fiasco, cependant que les résultats secondaires d'un projet orienté dans une direction apparemment sans rapport avec lui permette de le résoudre.⁶ On sait enfin que certains programmes - généralement les plus coûteux - permettront presque sûrement d'aboutir à des résultats bien délimités quoique modestes. D'autres types de programmes, au contraire ont un objectif à long terme précis, et souvent important. Mais le caractère incertain du moyen envisagé pour y parvenir laisse penser que les possibilités d'échec sont réelles. **La décision rationnelle en face de ce type de problème consiste à répartir les crédits entre les différents projets, en mêlant judicieusement ceux qui sont moyennement mais sûrement "rentables". et ceux qui sont très "rentables" mais fortement aléatoires.** Il faut éviter d'abandonner un problème important à une seule équipe - *a fortiori* à un seul homme. Il faut diversifier ses activités de façon à ne jamais dépendre totalement d'un ou plusieurs échecs.

Est-il possible de formaliser un tel système de choix ? Dans une certaine mesure oui. Il est concevable de construire un programme mathématique dans lequel les activités seraient les crédits affectés chaque année à chaque projet de recherche. À ces activités seraient associées des estimations de l'espérance d'utilité sociale de chaque franc dépensé dans chaque projet. On maximiserait la somme actualisée de ses espérances d'utilité sociales de l'ensemble, sous les contraintes de ne pas dépasser le budget affecté, et de produire presque certainement chaque année un minimum d'utilité. Il faudrait pour cela caractériser chaque activité non seulement par son niveau espéré d'utilité, mais encore par le niveau d'utilité minima qu'elle est presque sûrement capable de produire. Les résultats d'un tel programme seraient-ils très différents de ceux qui sont mis en œuvre actuellement ? Il est permis de penser que les changements ne seraient pas considérables, si la méthode était appliquée dans un organisme bien géré. En fait, le résultat le plus intéressant d'un tel exercice serait probablement de faire apparaître les hypothèses sur lesquelles reposeraient les évaluations de "fourchette" attribuée à l'utilité sociale de chaque projet. Il y aurait à un moyen d'enrichir notablement les hypothèses plutôt pauvres de l'analyse coût / bénéfice classique appliquée à la recherche.

En tout état de cause, il est certain que les réflexions qui précèdent justifient beaucoup de pratiques courantes en matière de gestion de la recherche, et, **en particulier celle qui est trop souvent stigmatisée à tort, sous le nom de "saupoudrage"**. Il est clair que le saupoudrage peut avoir des inconvénients en

⁶ Supposons que vers 1870 on ait voulu lancer un vaste programme sur l'éradication du charbon - programme dont l'intérêt économique et médical aurait alors paru évident puisque cette maladie était un véritable fléau pour le bétail et un danger grave pour les humains. On aurait dépensé des années/chercheurs à étudier les formes des pustules, les modalités de la contagion, etc. On aurait pu obtenir des résultats non négligeables, cependant, il est clair que la meilleure utilisation que l'on aurait pu faire à l'époque des fonds ainsi déposés eut été d'aider un modeste chimiste de l'Ecole Normale, qui s'intéressait aux fermentations et qui avait pour nom Louis Pasteur.

privant d'économies d'échelles certains projets qui en bénéficieraient. Mais il est tout aussi clair qu'il est également susceptible de diviser les risques et de diminuer la variabilité des résultats de la recherche. Il ne faut donc pas le condamner trop vite. Peut être le saupoudrage des crédits de recherche aéronautique aurait-il privé la France et l'Angleterre de la gloire d'avoir mis en service le premier appareil supersonique commercial. Mais peut être aurait-il évité à ces nations un échec économique cuisant, et assuré à leurs industries aéronautiques un carnet de commande plus régulier.

Un dernier aspect du problème mérite encore d'être souligné. Il s'agit de la désutilité propre liée à l'irréversibilité.⁷ Prenons un exemple pour le faire comprendre. Considérons un agriculteur qui hésite à planter ses terres en maïs ou en blé. Le degré d'irréversibilité de chacune des alternatives est le même, puisque le problème se reposera exactement dans les mêmes termes dans un an. Considérons maintenant les alternatives suivantes : Défricher un perchis de chênes de 40 ans pour cultiver du blé, ou le laisser croître. Il est clair que l'alternative "défricher" est plus irréversible que l'autre puisqu'il faudra attendre 40 ans avant de se retrouver dans la même situation, au lieu d'un an dans l'autre hypothèse. Lorsque, comme il arrive souvent, on a des raisons de penser que l'incertitude diminue avec le temps, on peut montrer qu'il existe un "équivalent réversible" d'un projet irréversible, et que cet "équivalent réversible" correspond à un degré d'utilité plus faible que celui de l'espérance d'utilité obtenue du projet irréversible.

La différence entre les deux est spécifique à l'irréversibilité, et indépendante du risque. Elle est liée au fait que l'on espère que l'incertitude diminuera dans l'avenir. Il est clair que cette analyse s'applique aux projets de recherche qui génèrent eux-mêmes une partie de l'information qui sera disponible à leur sujet. En fait, il y a beaucoup de façons de penser que la **"prime d'irréversibilité" doit jouer un rôle important dans toute décision relative à la recherche**, et favoriser de façon décisive les projets réversibles par rapport aux projets irréversibles. Il se trouve malheureusement que la mesure du degré d'irréversibilité soulève elle-même de sérieux problèmes, si bien que des réflexions supplémentaires seraient nécessaires pour normaliser l'application de ce concept à la recherche. Du moins on peut en tenir compte de façon "littéraire", et retenir l'idée que la possibilité de réorienter un projet en cours d'exécution constitue un avantage intrinsèque de ce projet. Il s'en faut de beaucoup que les procédures en vigueur en matière de projets de recherche reconnaissent ce type d'avantage même implicitement, sinon explicitement.

Les réflexions précédentes sont plutôt une suite de remarques mal liées les unes aux autres que le développement rigoureux d'un raisonnement unique. Elles concernent un aspect partiel, quoique important des problèmes de gestion de la recherche - On retiendra cependant :

- a) Que la recherche, comme l'armée, peut trouver sa justification dans une fonction d'assurance qui n'est généralement pas mise en évidence dans la présentation des projets de recherche.

⁷ Cf. en particulier Claude HENRY: *Investment decision under uncertainty The irreversibility effect. American Economic review*. Vol 64, n° 6, December 74, pp1006-1012

b) Que l'incertitude propre à la recherche lui impose des règles de décision différentes de celles qui concernent les firmes ou les administrations ordinaires et que cet aspect des choses doit orienter toute analyse avantage/ coût appliquée à la recherche.

Faut-il aller plus loin ? Faut-il rechercher des applications, compléter les raisonnements, formaliser? Cela serait un projet de recherche en économie. Il impliquerait la réunion de moyens importants, la collaboration entre les chercheurs de diverses disciplines, un soutien, mathématique. Surtout, l'application des résultats éventuels se heurterait à de solides barrières sociologiques. L'incertitude à ce sujet est grande - si grande que l'on peut se demander si l'utilité d'un tel projet n'est pas très faible...