

L'ACTION ÉLÉMENTAIRE DE RECHERCHE

AER



CDAT
8859

NOTE D'INFORMATION N° 46

MINISTERE DE L'EQUIPEMENT ET DU LOGEMENT

MINISTERE DES TRANSPORTS

MISSION DE LA RECHERCHE

- NOTE D'INFORMATION -

L'ACTION ELEMENTAIRE DE RECHERCHE - AER

JANVIER 1968

S O M M A I R E

I.	ELEMENTS D'UNE PROGRAMMATION DE LA RECHERCHE.....	1
I.1.	Elle s'insere dans le cadre d'une stratégie globale.....	1
I.2.	Recherche Orientée ou non Orientée.....	5
I.3.	Le cadre budgétaire.....	5
II.	LA NECESSITE DE TRAVAILLER SUR DES OPERATIONS ELEMENTAIRES.....	11
II.1.	<u>Deux exemples actuels</u> :	
II.1.1.	Le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées....	12
II.1.2.	Le Grand Programme (G.P.).....	14
II.2.	Pour une analyse globale au niveau élémentaire.....	15
III.	L'ACTION ELEMENTAIRE DE RECHERCHE ET SON UTILISATION.....	21
III. 1.	L'A.E.R. - Sa définition et ses paramètres.....	21
III. 2.	Vers une méthode d'utilisation de ces A.E.R.....	33

I. ELEMENTS D'UNE PROGRAMMATION DE LA RECHERCHE

La programmation de la recherche s'avère nécessaire dans le cadre d'une stratégie économique, se justifie au premier chef pour la recherche orientée et n'est dans un premier stade envisagée que sur le plan budgétaire.

I.1. LA PROGRAMMATION DE LA RECHERCHE S'INSERE DANS LE CADRE D'UNE STRATEGIE ECONOMIQUE GLOBALE

I.1.1. La volonté, pour un pays, de maintenir sa compétitivité dans un contexte d'échanges, oblige à réfléchir "aux méthodes à mettre en oeuvre pour choisir et répartir au mieux ses efforts scientifiques" (1).

Cette tentative de sélection et de répartition rationnelles des efforts scientifiques s'apparente à une programmation ; c'est en ce sens que nous entendons le terme Programmation de la Recherche.

Ainsi, se dissipe toute confusion qui ferait de cette programmation une sorte de tentative d'organisation et de gestion internes, comme en font, à l'heure actuelle, certains laboratoires de recherche.

I.1.2. La programmation de la recherche ainsi définie s'inscrit à double titre dans le cadre d'une stratégie économique.

(1) Rapport de la recherche scientifique et technique du V^e Plan.

D'une part, puisqu'elle se propose de fixer la meilleure façon de répartir les risques techniques sur l'avenir, elle s'apparente à une stratégie dans le futur, et constitue alors une étape essentielle dans la conception et la mise en oeuvre d'une stratégie économique.

D'autre part, la place des "budgets recherche" devenant prépondérante, il est clair qu'une stratégie scientifique au niveau du gouvernement est appelée à intervenir directement dans la définition d'une stratégie économique.

Il est vain d'espérer qu'un pays tienne tout le front économique ; force sera donc pour lui de "choisir les domaines où il peut raisonnablement espérer percer, de définir les zones où il est décidé à tenir et, pour le reste, celles où il doit abandonner définitivement ou pour un temps" (1).

I.I.3. L'entreprise paraît complexe et commence à être abordée par plusieurs pays :

Les U.S.A. semblent avoir pris conscience assez tôt de l'importance du problème et s'être appliqués à agir concrètement, comme en témoignent les tentatives effectuées dans l'administration américaine et dans les firmes privées à gros budget de recherche ; les grands programmes militaires, spatiaux, nucléaires, ont joué à cet effet un rôle moteur.

En France, la leçon semble maintenant généralement comprise ; c'est ainsi que le Centre de Prospective et d'Evaluation a mis au point, pour le Ministère des Armées, une méthode de programmation qui est déjà appliquée depuis deux ans ; les firmes privées, sensibilisées par le "gap technologique", attribuent, pour partie, ce retard à un défaut d'organisation et commencent à opérer une programmation ; les administrations publiques ressentent de plus en plus clairement, elles aussi, la nécessité d'une programmation de la recherche.

(1) Rapport de la Recherche Scientifique et technique du V^e Plan.

I.1.4. On en trouve une illustration dans l'évolution des préoccupations du Ministère de l'Équipement et du Logement et du Ministère des Transports :

a) Les premières études économiques entreprises systématiquement dans le secteur des transports, il y a quinze ans, avaient pour but essentiel d'introduire une rationalité quantitative par secteur. Ces méthodes, qui aidaient à juger de l'opportunité d'un investissement dans les transports (à partir des coûts et avantages chiffrés se rapportant directement aux transports), ont été appliqués lors de la préparation du V^e Plan, tant pour les projections à long terme (étude directe de l'avenir de chaque mode de transport) que pour les études de rentabilité des investissements à moyen terme.

Ces méthodes, bien que de plus en plus fines et rationnelles, conservaient toutes la principale caractéristique d'être à la marge de la situation actuelle. Or, la rapidité des bouleversements, liés à la fois à ceux de la technologie et à ceux des comportements individuels, rend de plus en plus aléatoire une telle approche prévisionnelle pour le long terme.

Comment, d'une part, pour 1985, prendre en compte un mode entièrement nouveau ?

Comment, d'autre part, espérer prévoir à partir de la situation actuelle, celle en 1985 de tel ou tel mode existant ?

b) Ces considérations ont conduit à une méthode entièrement différente pour prévoir l'avenir des transports, lors de l'élaboration du VI^e Plan ; dans les travaux actuellement en cours, la prévision pour 1985 ne se fait plus mode par mode mais globalement avec affectation des trafics à tous les modes caractérisés par leurs paramètres essentiels qui existeront à cette date. Une telle approche tente de décrire des futurs possibles, indépendamment des errements actuels. Elle est en ce sens plus prospective que prévisionnelle.

Toutefois, elle suppose encore que le progrès technique est une variable exogène sur laquelle elle n'envisage aucune action.

c) S'affranchir de cette hypothèse, c'est mettre en place une politique de programmation de la recherche.

Ainsi, la programmation de la recherche s'articulerait avec les deux précédentes méthodes et compléterait la trilogie des choix :

- études économiques à moyen et court terme, études prospectives, programmation de la recherche.

I.1.5. Ressentie comme un besoin, à la fois par la collectivité et les différentes branches industrielles, la sélection et la répartition de nos efforts de recherche se doivent d'être entreprises dans les domaines du Ministère de l'Équipement et du Logement et du Ministère des Transports. Un effort de programmation dans ces derniers domaines, en dépasserait le cadre propre et influencerait très largement les branches adjacentes ; il n'est besoin de rappeler ici son rôle dans tous les phénomènes d'aménagement du territoire ainsi que dans ceux de développement.

Il faut alors se demander si une telle programmation peut être envisagée pour toutes les formes de recherches.

I.2. RECHERCHE ORIENTEE OU RECHERCHE NON ORIENTEE ?

Peut-on concevoir une action semblable pour toutes les formes de recherche ? Nous décrirons le champ de la recherche avant de montrer pourquoi nous nous proposons de programmer un seul domaine.

I.2.1. Le champ de la recherche s'étend entre deux pôles extrêmes : la recherche fondamentale désintéressée et la recherche appliquée à des buts précis.

Nous distinguerons deux domaines qui s'organisent autour des deux pôles précédents : ceux de la recherche orientée et la recherche non orientée.

- la recherche orientée est caractérisée par l'existence d'une finalité opérationnelle ;
- la recherche non orientée, elle, par l'absence de toute finalité opérationnelle à l'instant où elle est entreprise.

Cette distinction correspond à celle souvent effectuée entre recherche intéressée et désintéressée ; elle apparaît donc uniquement liée aux buts que les deux types de recherche s'assignent. Elle ne veut pas dire que le résultat d'une opération de recherche non orientée ne pourra pas être utilisé par la suite à des fins opérationnelles ; elle veut seulement exprimer que, au moment où la recherche non orientée a été entreprise, il n'était pas dans l'esprit de la tentative d'obtenir directement des résultats opérationnels.

1.2.2. Il est primordial de remarquer que cette distinction ne concerne pas, dans son principe, le caractère fondamental ou appliqué de l'objet de la recherche.

On peut concevoir les trois types de recherche suivants, que l'on peut abondamment illustrer :

. Recherche non orientée fondamentale

Elle comprend de vastes sciences théoriques dans leur quasi-totalité : par exemple, Physique théorique, Mathématiques, Chimie théorique, Economie théorique.

. Recherche orientée fondamentale

S'inscrivent dans ce cadre la plupart des recherches de caractère fondamental entreprises dans les laboratoires relevant du Ministère de l'Equipement et du Logement et du Ministère des Transports :

- étude des propriétés visco-élastiques des liants purs et liants chargés de fillers (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées L.C.P.C.),
- recherches sur divers effets du fluage dans un pont en béton précontraint construit par encorbellement (Service Central des Etudes Techniques S.C.E.T.),
- recherches sur les méthodes possibles de détection de la turbulence en ciel clair (Météorologie Nationale),
- méthode d'analyse raisonnée et d'appréciation rapide du coût de construction (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment C.S.T.B.),

. Recherche orientée appliquée

Entrant dans cette catégorie la plupart des recherches techniques entreprises dans ces derniers laboratoires :

- mise au point d'un télémètre à laser aéroporté (Institut Géographique National I.G.N.),
- étude d'une barrière d'arrêt pour les aéronefs lourds (Direction des Bases Aériennes D.B.A.),
- adaptation de la turbine à gaz à la traction ferroviaire ; réalisation d'un véhicule à caisse inclinable pour compenser l'insuffisance de devers Société Nationale des Chemins de Fer S.N.C.F.),
- étude et mise au point d'une chaîne de fatigue à vibreur hydraulique (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées L.C.P.C.).

I.2.3. Des problèmes de frontières surgissent cependant.

Ils portent à la fois sur le caractère orienté ou non de la recherche et sur son caractère fondamental ou appliqué. On n'envisagera que le premier aspect puisque c'est cette frontière qui partage le champ de la recherche. Certes, la frontière peut paraître floue et parfois fluctuante.

Il est clair qu'il existe une zone de transition où la finalité opérationnelle de l'opération de recherche est plus ou moins affirmée, elle peut même, absente au départ, s'affirmer en cours de réalisation et rendre ainsi orientée une opération qui ne l'était pas primitivement.

Cependant, de manière générale, le terme orienté devra être entendu dans un sens large : si l'opération de recherche se situe dans un contexte d'actions orientées, elle sera considérée comme telle.

Seule donc, une recherche fondamentale, qui se propose d'explorer sans but opérationnel direct et sans relation évidente avec d'autres recherches orientées, sera considérée comme non orientée.

I.2.4. Dans les laboratoires du Ministère de l'Équipement-Logement et du Ministère des Transports, peu de recherches apparaîtront comme non orientées ; il est normal que tout laboratoire utilise une partie de ses chercheurs à des réflexions théoriques sur des sujets de fond ; de ce fait, il consacre alors une partie de ses moyens à des recherches non orientées.

Cependant, la vocation opérationnelle des deux Ministères et des laboratoires qui en dépendent, oblige à considérer que la recherche non orientée n'entrera que pour une faible part dans les activités de chaque laboratoire.

I.2.5. Cette partition, pour arbitraire qu'elle puisse paraître, est rendue obligatoire par les buts recherchés.

Il apparaît difficile de concevoir un programme pour des actions de recherche dont la principale caractéristique est la volonté exploratrice. En revanche, dans le champ de la recherche orientée, une programmation que l'on a vue souhaitable et nécessaire, s'avère possible. En effet, caractérisée par leurs finalités opérationnelles, les actions de recherche orientée se prêteront par là même à une programmation.

Il est souhaitable de fixer avec précision la place de la recherche non orientée dans les activités des différents laboratoires dépendant des Ministères de l'Équipement et du Transport. Cette recherche non orientée se trouve évidemment, compte tenu des spécificités, fortement liée aux recherches orientées qui, seules, donneront lieu à une programmation.

I.3. LE CADRE BUDGETAIRE

I.3.1. La recherche orientée dans les domaines couverts par le Ministère de l'Équipement Logement et le Ministère des Transports est à la fois le fait du secteur privé et du secteur public.

En l'absence de chiffres relatifs aux domaines qui concernent ces deux Ministères, il n'est pas inutile de rappeler la répartition entre les grands secteurs de l'Économie, du Financement et de l'exécution de la Recherche Développement en France pour l'année 1962 (source : V^e Plan - Rapport de la Recherche Scientifique et Technique).

Exécution de la R et D			Origine des fonds		
Secteur des entreprises %	Secteur de l'enseignement %	Secteurs de l'Etat et Instituts sans buts lucratifs %	Secteur des entreprises %	Secteur de l'enseignement %	Secteurs de l'Etat et Instituts sans buts lucratifs %
51	14	35	32	-	68

Il est souhaitable pour s'inscrire dans la perspective de la planification "française", d'entreprendre une programmation qui recouvre l'ensemble des efforts scientifiques entrepris dans les domaines techniques du Ministère de l'Equipement Logement et du Ministère des Transports, sans aucune distinction entre les secteurs privés et publics.

I.3.2. Cependant, sans préjuger de ce qui sera fait dans le cadre du VI^e Plan, une action concrète n'est pour l'instant envisagée que dans le cadre budgétaire. Cela concerne donc toutes les opérations de recherche financées par des fonds publics ; ces opérations peuvent d'ailleurs être effectuées, soit dans des laboratoires publics, soit dans des laboratoires privés, sous la forme de contrats passés avec l'Etat.

Les fonds d'origine publique qui financent ces actions de recherche sont d'origines diverses :

. ils peuvent être inscrits aux budgets du Ministère de l'Equipement Logement et du Ministère des Transports et avoir une double origine : "l'enveloppe recherche" ou "hors enveloppe" ;

. ils peuvent être inscrits au Budget du Ministère d'Etat chargé de la Recherche Scientifique et des questions Atomiques et Spaciales, et versés au titre des actions concertées ou tables rondes, suivant des modalités différentes.

L'action qui va être entreprise reste partielle puisqu'elle porte sur une recherche orientée financée par des fonds publics ; cependant, il faut espérer que les orientations qui se dégageront serviront d'axes de développement à la recherche non orientée et de cadre de référence à la recherche orientée privée.

II. LA NECESSITE DE TRAVAILLER SUR DES OPERATIONS ELEMENTAIRES

L'analyse des tentatives de programmation actuelles montre qu'il faut opérer au plan global sur des opérations de recherche autonomes et élémentaires.

II.1. DEUX EXEMPLES D'EFFORTS ACTUELS

Le besoin de plus en plus ressenti d'introduire une certaine rationalité dans la conception de programmes de recherche a conduit à une certaine somme d'efforts. Aucune "doctrine" précise ne semble se dégager de l'examen de ces travaux. On peut tenter d'en faire l'inventaire afin d'en retirer le maximum d'informations. Nous examinerons deux types d'élaboration de programme. L'un dans un cadre relativement restreint : le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (L.C.P.C.), l'autre dans un cadre volontairement élargi : un Grand Programme (G.P.). Une méthodologie plus ou moins explicite peut être retirée de cet examen et il serait intéressant d'en cerner les possibilités.

o
o o

II.1.1. Le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées

II.1.1.1. A première vue, il semble possible d'établir un programme de recherche dans un service dès que l'on a pu cerner sensiblement l'ensemble des préoccupations et que cet ensemble entre dans un cadre relativement défini tel que celui du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées. Ce laboratoire a lancé auprès d'organismes similaires une enquête d'information sur les méthodes suivies en matière d'élaboration de programme. Cette enquête l'a amené à constater qu'il ne se dégage de "doctrine" uniforme.

De plus, lorsqu'il faut donner une forme précise à ce programme à l'intérieur du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, on se trouve devant "un travail ardu qui nécessite beaucoup de temps, un effort continu et de nombreux échanges de vues, sans que l'on ait la prétention d'aboutir à un résultat parfait"(1).

II.1.1.2. La démarche adoptée par le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées peut se résumer ainsi :

a) L'Administration Supérieure fixe les "objectifs souhaitables" qui sont répartis en un certain nombre de têtes de chapitre.

b) Un choix a alors lieu pour désigner les "objectifs prioritaires", ce choix étant motivé par l'évidence de l'impossibilité de mener à bien tous les objectifs proposés dans le cadre de contraintes données (effectif, structure, financière).

(1) M. PASQUET - Bulletin du P.C.M. - Mars 1966.

c) A partir de ces objectifs prioritaires, on procède alors à la rédaction de "fiches d'action de recherche". Chaque fiche précise l'objet de l'action, son intérêt économique, le contenu de la recherche envisagée, les moyens à mettre en oeuvre et la durée prévue". Le poids de ces appréciations n'est pas toujours aisé à évaluer ; ainsi, par exemple, pour caractériser l'intérêt économique, on se bornera souvent à donner une indication sur le volume des travaux sur lesquels pourrait déboucher l'aboutissement de l'action de recherche.

d) Pour atteindre alors le stade opérationnel, le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées passe à la rédaction de fiches programmes détaillées évaluant en particulier la durée, les moyens affectés et les diverses liaisons entre fiches.

II.1.1.3. Cette démarche contient entre autres, le désir de réaliser une cohérence aussi grande que possible : savoir ce qui se fait ailleurs, "tenir compte de nombreux concours et liaisons, revoir ultérieurement la rédaction de ces fiches", compte tenu des résultats obtenus par des études sur des sujets similaires, tant en France qu'ailleurs.

Enfin le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées indique comme perspectives, la concentration de ses efforts sur les objectifs et actions prioritaires, ce qui suppose au départ, "une information aussi complète que possible sur les questions à étudier, une réflexion approfondie, des choix méthodiques pour l'élaboration et la mise au point périodique des programmes".

o

o o

II.1.2. Les Grands Programmes

La notion de Grand Programme (G.P.) semble issue d'une toute autre démarche intellectuelle ; on se fixe un but et on s'efforce d'atteindre ce but à partir des connaissances scientifiques actuelles.

o
o o

II.1.2.1. Un Grand Programme peut être considéré comme un ensemble cohérent d'actions de recherche dans des domaines variés, ensemble visant à la réalisation d'un thème final. Ce thème a été choisi suivant certains critères qui en reflètent l'opportunité dans le contexte technologique, démographique, économique, social et politique. Il entre dans le cadre d'une stratégie économique exprimée par un Plan à plus ou moins long terme.

La réalisation de l'avion commercial supersonique "Concorde" peut être considérée comme un Grand Programme, la multiplicité des problèmes posés par la réalisation d'un tel appareil conduisant à envisager des actions de recherches bien précises dans un grand nombre de domaines.

II.1.2.2. Le recensement exhaustif de ces actions peut s'effectuer de manière analogue au parcours d'une arborescence ; la réalisation de l'avion comprend celle du système de propulsion et celle de la coque, avec le système d'adaptation de l'un sur l'autre. Ces deux réalisations nécessitent respectivement d'autres

réalisations, etc. On aboutit à des actions plus fines telle que, par exemple, "mise au point d'un alliage ayant telles caractéristiques mécaniques". Ces actions ont un contour mieux défini ; on peut donc les confier à tel ou tel laboratoire. Parfois, le cheminement dans une telle arborescence peut conduire à des options entre plusieurs voies conduisant au même résultat : le choix est alors fait en se référant à certains critères, etc...

II.1.2.3. On aboutit ainsi à l'établissement d'un catalogue d'actions de recherche qu'on peut qualifier d'élémentaires. Ces actions ont toutes comme finalité la réalisation de thème initial. On peut donc en donner comme image, une pyramide dont les pierres de l'assise de base sont ces actions de recherche élémentaires à entreprendre, les pierres de niveau intermédiaire, des sous-programmes, et le sommet : le thème final.

II.2. POUR UNE ANALYSE GLOBALE AU NIVEAU ELEMENTAIRE

Ces deux types d'élaborations de programme permettent d'atteindre une certaine cohérence dans l'organisation de la recherche. Mais peut-on espérer, en adoptant l'une ou l'autre structure, arriver à une nécessaire cohérence globale :

- cohérence temporelle à deux aspects :

- . le premier exprimant des nécessités de déroulement chronologiques et traduites le plus souvent par un P.E.R.T.,

- . le second, plus complexe, exprimé par Pierre MASSE : "Il ne faut sacrifier ni le présent à l'avenir, ni l'avenir au présent, mais faire une juste pesée des exigences de chacun".

- cohérence spatiale :

. il faut évidemment saisir les systèmes dans leur ensemble afin de ne pas négliger aucun recoupement, plus généralement aucune interdépendance.

II.2.1. Au Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, les recherches entreprises pour l'établissement de son programme s'effectuent au niveau d'organismes similaires, donc dans un cadre restreint ; l'intérêt d'une recherche entreprise au Laboratoire Central des Ponts et Chaussées peut être très grand dans un secteur relativement étanche avec celui des Ponts et Chaussées. On peut imaginer, par exemple, que "la mise au point de méthodes fines de dosages de l'eau" par le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées puisse intéresser au plus haut point un secteur comme l'étude de la corrosion des pièces métalliques dans la construction automobile. Le caractère fondamental de ce problème, pour la construction automobile, n'échappe pas au Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, mais il n'en risque pas moins de ne pas relever l'étude en question dans l'ordre des priorités pour le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées. Les mécanismes d'influence extérieure semblent lourds et mal définis par le fait même que cette fiche programme a été vue en première et principale optique comme un sous-ensemble d'un objectif propre au Laboratoire Central des Ponts et Chaussées et pouvant n'avoir dans le cadre de cet objectif qu'un intérêt moindre.

Il apparaît ainsi que le principal avantage d'une programmation dans un cadre restreint comme le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées est de conduire à une gestion saine, ce qui est évidemment souhaitable, mais cette démarche, qui a lieu dans un cadre restreint, relève encore d'une programmation par discipline et par là même, ne peut espérer en éviter les difficultés.

II.2.2. Un des aspects du Grand Programme est de s'écarter de la programmation par discipline. Il en évitera ainsi certains écueils. Cependant, il ne s'en heurte pas moins à des inconvénients qui s'avèrent inhérents à sa structure et par là difficiles à dépasser.

II.2.2.1. Ainsi, dans le Grand Programme, l'intérêt économique d'une action de recherche ne se borne pas à sa contribution à la réalisation du but final. Ici apparaît alors la notion de "retombée technique". La réalisation d'une action de recherche dans le cadre d'un Grand Programme peut amener à la solution des problèmes extérieurs à ce cadre, problèmes mineurs mais débouchant parfois sur la commercialisation d'un produit très rentable. L'inventaire de ces effets seconds, à plus ou moins long terme, paraît laborieux à dresser. Le domaine d'utilité d'une action de recherche n'est en fait que partiellement exploité dans le cadre du Grand Programme.

II.2.2.2. Il faut donc sortir de ce cadre ; une recherche d'intérêt moyen dans le contexte Grand Programme, peut revêtir une importance capitale hors de ce contexte, par exemple, comme appartenant à un futur Grand Programme. Ceci apparaît lié au caractère rigide de ce type d'élaboration de programme, dû à son manque de souplesse. Le Grand Programme peut amener une certaine distorsion dans le développement de l'industrie. Comme il mobilise en sa faveur une fraction importante du potentiel de recherche d'un pays, certains secteurs peuvent se retrouver atrophiés à son achèvement. Pourtant cette atrophie peut se montrer très préjudiciable par la suite.

II.2.2.3. Parallèlement à cet aspect, on peut concevoir que l'intérêt d'un Grand Programme et de son aboutissement puisse s'atténuer jusqu'à s'effacer devant celui d'un thème, proche peut être, mais très sensiblement divergent. Le paramètre temps n'est pas entièrement maîtrisé dans l'organisation de la recherche par le Grand Programme, en ce sens qu'il peut être dangereux de programmer une recherche appliquée et de prévoir le développement d'une industrie nouvelle à partir d'options qui peuvent se révéler mal fondées, au fur et à mesure que progresseront les connaissances de base. Il ne faut pas avoir, le cas échéant, à subir l'inertie et le caractère figé du Grand Programme.

II.2.3. Une même démarche se retrouve dans ces deux types d'élaboration de programme : la décomposition d'objectifs étendus en action de recherches plus élémentaires. A cette décomposition, on peut voir plusieurs avantages dont on va essayer de dégager les principaux :

II.2.3.1. Tout d'abord, elle est nécessairement effectuée. Cela correspond pour le laboratoire à l'obligation d'entamer son processus de recherche, donc à la répartition de la tâche : tel potentiel de recherche sera affecté à la résolution de tel problème bien précis. C'est le passage au stade opérationnel qui oblige à cerner tous les sous-problèmes que contient un problème d'ordre général : la réalisation du train d'atterrissage de Concorde, c'est en fait une série d'actions de recherches : mise au point d'un bandage pouvant supporter telle accélération, mise au point de roulements pouvant supporter tel effort sous des contraintes de poids et d'encombrement, etc...

II.2.3.2. La répartition du travail amène donc nécessairement à une analyse élémentaire. Le résultat de cette analyse nous donne un ensemble d'éléments. C'est sur cet ensemble d'éléments que peuvent s'exprimer le plus facilement les contraintes et liaisons de toutes sortes, qui sont l'expression du souci de cohérence générale. Par exemple, on perçoit une liaison entre deux systèmes. L'analyse peut montrer qu'en fait cette liaison, vague au niveau du système, se formule aisément au niveau élémentaire α : une opération élémentaire commune. Il devient alors possible d'en tirer une conclusion, également simple, au niveau élémentaire : éviter le double emploi et constater le double intérêt de cette action élémentaire.

II.2.3.3. Une autre exploitation possible des éléments de cette décomposition sera la connaissance exacte et précise du "front scientifique". Il est beaucoup moins intéressant d'être informé qu'une recherche générale est en cours que de savoir que telle partie de cette recherche est achevée, telle autre non ; on sait alors que l'on dispose du résultat de cette partie et que l'on pourra l'employer.

On aura ainsi une connaissance fine, permanente de ce "front scientifique". Il sera donc possible, en permanence également, de confronter efficacement buts et états d'avancement. Cela permettra, ayant la parfaite connaissance de son acquis, d'effectuer les modifications et corrections estimées nécessaires. On a ainsi un contrôle dynamique sur la progression de la recherche et une possibilité de tous les moments d'infléchir la recherche dans les directions qui s'avèrent alors les plus raisonnables. On échappe alors à la rigidité du Grand Programme, on laisse ouvertes des options autres que celles du Grand Programme. Compte tenu des polyvalences, la grande variété des combinaisons des A.E.R. assure à tout moment la souplesse d'orientation désirée.

o

o o

On a ainsi essayé de cerner à quel niveau une programmation de la recherche semble la plus abordable et la plus souhaitable. Il convient alors d'examiner avec plus de précision les profils des éléments de ce niveau.

III. L'ACTION ELEMENTAIRE DE RECHERCHE ET SON UTILISATION (1)

III. 1. L'ACTION ELEMENTAIRE DE RECHERCHE - AER

L'élaboration d'un grand programme a montré que la réalisation de l'ensemble passe par celle de maillons élémentaires (petites actions de recherche) enchainées de manière cohérente.

Les laboratoires, animés par le souci de connaître et de gérer l'avancement du front scientifique dans leur domaine, procèdent par actions de recherche, élémentaires et discernables (c'est, par exemple, pour le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, l'ensemble cohérent de plusieurs "fiches programmes" éventuellement enchainées dans le temps).

Cette décomposition en actions élémentaires de recherche semble naturelle dès lors que l'on passe au stade opérationnel. Il convient de décrire l'élément final de la décomposition, que nous appellerons : Action Elémentaire de Recherche (A.E.R.).

III. 1.1. Définition

Deux aspects essentiels caractérisent l'A.E.R.

III. 1.1.1. C'est une action de recherche dans la mesure où elle vise à obtenir

(1) La présentation de cette notion doit beaucoup aux travaux du Centre de Prospective et d'Evaluation du Ministère des Armées.

.../...

des résultats qui viendront s'ajouter à une somme de connaissances déjà acquises : elle porte donc sur un accroissement marginal de connaissance et fait accomplir un progrès.

Il est clair alors, que ne pas choisir d'entreprendre une A.E.R. signifie uniquement qu'aucun progrès ne sera réalisé en ce point précis du front scientifique ; cela ne veut absolument pas dire que l'état des connaissances associé à ce point du front scientifique ne sera pas utilisé ; on a seulement jugé que le besoin de progrès n'était pas indispensable. Par exemple, pour la S.N.C.F., ne pas choisir "l'étude de l'attelage automatique" ne signifie pas qu'elle ne désire plus atteler les wagons, mais qu'elle juge encore opportun d'utiliser le système traditionnel ; l'on comprend pourquoi la hiérarchisation des A.E.R. ne reflètera pas celle de nos besoins dans le futur, mais indiquera en revanche celle de nos besoins de progrès.

III.I.I.2. C'est une action élémentaire et autonome :

Cette action conduit à un résultat partiel, discernable : qui peut être distingué et séparé des autres résultats.

Ce résultat a un caractère intrinsèque lorsqu'une partie de sa valeur est indépendante du contexte des actions de recherche qui l'entourent. Il se peut évidemment que l'intérêt du résultat gagne à l'accomplissement simultané d'autres A.E.R., mais on veut cependant dire, que même si ces autres actions ne sont pas entreprises, le résultat partiel de l'A.E.R. conserve un intérêt certain. C'est en ce sens qu'elle est autonome.

Cette notion d'autonomie est utilisée pour déterminer le niveau élémentaire de décomposition où l'on doit se placer.

Ce niveau sera en somme :

- . le degré le plus fin possible d'analyse compatible avec le respect de l'autonomie propre de l'action,

- . le degré suffisant de décomposition pour que toute action de recherche d'échelle supérieure puisse être décrite et définie comme un ensemble d'actions élémentaires de recherche.

Il est sans doute utile de montrer sur un exemple à quel niveau de décomposition il convient de s'arrêter, sous peine de ne plus rendre intrinsèque le résultat de chaque action élémentaire entreprise au niveau choisi. Le Laboratoire des Ponts et Chaussées entreprend l'opération de recherche répertoriée par la Fiche programme B I 67 - 7 "Amélioration de l'essai de compression" : à cet effet, il expérimente de nouveaux casques munis de plaques néoprène/téflon. Il recherche aussi la modification du frettage dans l'essai de compression simple, consécutive à l'emploi de ces casques (Fiche programme B.1.6.7.8. "Contribution à l'amélioration des essais de compression simple sur le béton). La deuxième fiche programme ne doit pas être séparée de la première : aucune partie du résultat n'est indépendante du contexte de la première fiche programme. C'est un exemple de décomposition trop fine et, pour y remédier, il convient de considérer comme A.E.R. l'ensemble des deux fiches programme.

III.1.2. Les paramètres de description

Ayant ainsi défini le niveau de décomposition souhaitable et appelé A.E.R., les éléments finaux de cette décomposition, il convient alors de rechercher les paramètres de description de cet objet. Des paramètres naturels ont été choisis ; ils soulèvent des problèmes d'interdépendance qui seront abordés par la suite.

III.1.2.1. Objet

L'A.E.R. porte sur un accroissement de connaissances : soit qu'elle améliore un élément connu (par exemple amélioration technique de procédés anciens), soit qu'elle constitue un élément nouveau (par exemple création de procédés nouveaux).

L'objet de l'A.E.R. est la description de l'accroissement de connaissances ; et pour ce faire, il convient d'en décrire le plus précisément possible les "aboutissants".

Une difficulté surgit alors qui tient à la nature de ces "aboutissants" :

a) "A.E.R. fermées" : les aboutissants sont quantitativement définis :

exemples :

- construction d'un hydromigromètre (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées),
- réalisation d'une structure plastique gonflable, réflectrice en tissu lacunaire radarisé (Météorologie Nationale),
- mise au point d'un équipement spécial de mesure de gradients de température sur pylône de 100 mètres du champ de tir des Landes (Météorologie Nationale),
- étude sur un modèle bi-dimensionnel des contraintes dans une chaussée rigide pour différentes valeurs du module de la couche de base (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées - Fiche programme A 1 67 - 6 OP 67/20). Cette A.E.R. est un exemple de recherche fondamentale orientée où les aboutissants peuvent être quantitativement définis.

Nous appellerons, pour faire image, "A.E.R. fermées", ces opérations de recherche où les résultats escomptés peuvent être décrits avec une très grande précision. Leur titre prend souvent les formes suivantes : "mise au point de ...", "construction de ...", "réalisation de ...".

b) "A.E.R. ouvertes" : les aboutissants sont difficilement quantifiables ; on ne peut plus parler de "performance" à atteindre. Il convient alors de bien dégager et de décrire avec précision "la finalité opérationnelle" de la recherche entreprise ; l'objet de la recherche se résume ainsi à sa finalité opérationnelle, exemples :

- études techniques et expérimentales de la stabilité des pentes (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées),
- étude des fondations profondes et des pieux (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées),
- étude des possibilités de pêche électrique (Institut scientifique et technique des pêches maritimes),
- étanchéité à l'eau des façades (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment),
- pluies fouettantes (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment).

Nous appellerons, pour faire image, "A.E.R. ouvertes", de telles opérations de recherche. Leur titre se présente souvent sous la forme suivante : "étude de ... en vue de ...".

Entre ces deux types d'A.E.R., il existe évidemment toute une gamme d'A.E.R. plus ou moins "ouvertes" et "fermées" selon que les aboutissants peuvent être décrits ou non avec précision.

Il faut cependant insister sur le fait que cette distinction repose uniquement sur la nature des A.E.R. et non pas sur la présentation que l'on veut bien en faire. Une tendance générale, et compréhensible dans la mesure où la réalisation d'une opération de recherche est très souvent aléatoire, veut que l'on présente les A.E.R. de façon "très ouverte" ; on se contente bien souvent de mentionner le domaine scientifique sur lequel porte l'A.E.R., sans faire grand effort pour décrire le résultat que l'on espère obtenir et ce à quoi il peut opérationnellement servir.

Les réponses que les 17 laboratoires, qui relèvent du Ministère de l'Équipement et du Logement et du Ministère des Transports, ont apporté aux questionnaires envoyés par l'ancien Comité de la Recherche scientifique et technique, prouvent qu'un grand nombre d'opérations de recherches sont présentées comme des études "ouvertes" alors que, naturellement, il serait possible de les "fermer" en essayant de quantifier les aboutissants. Par exemple, une opération de recherche porte sur "l'étude des problèmes d'éclairage et de balisage" ; il est clair que l'on peut se fixer des objectifs précis d'amélioration d'éclairage et de balisage des pistes ; c'est la donnée de ces objectifs précis qui constitue en fait l'objet de l'A.E.R. Ainsi l'A.E.R. était présentée de façon "ouverte", mais n'était pas dans son essence une "A.E.R. ouverte".

Les laboratoires devront donc porter une attention particulière à la description de "l'objet" de leurs A.E.R. ; ils devront tenter de les "fermer" le plus possible et, dans le cas d'opérations "ouvertes", ils ne devront pas omettre de préciser le but opérationnel de leur A.E.R. "Etude de ... en vue de ...".

III.1.2.2. La durée

L'évaluation de la durée semble devoir être possible en acceptant une certaine marge d'erreurs. Elle est parfois commandée par des impératifs extérieurs comme, par exemple, un enchaînement chronologique d'A.E.R. si l'opération entreprise est nécessaire à la réalisation d'une autre. Elle est parfois libre.

Dans tous les cas, il semble que la durée de un an soit une durée minimale qui s'impose naturellement puisque le résultat de l'A.E.R. doit être suffisamment consistant pour avoir valeur intrinsèque. Les exemples abondent dans les études (A.E.R. ouvertes) d'opérations qui durent de un an à deux ans. Les fiches programme du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, par exemple, qui constituent parfois

seulement des fractions d'A.E.R. ont une durée qui ne descend pratiquement jamais en-dessous de un an.

La limite supérieure de durée s'impose moins naturellement : certaines "études larges et ambitieuses" peuvent se concevoir sur de longues années. Cependant, il paraît souhaitable pour que la comparaison des A.E.R. ait un sens, de décomposer de grandes opérations en opérations de durée plus courte chronologiquement enchaînées dans le temps. L'objet de chaque action élémentaire plus courte sera alors caractérisé par le gain partiel de connaissance que l'on peut obtenir dans un laps de temps. Ainsi, le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées distingue une fiche programme intitulée (A 6 67 6 S MR 9) : "Corrélations entre les propriétés géotechniques des sols et leur composition minéralogique et pense que cette opération va durer plusieurs années". Il semble souhaitable, malgré le caractère "fondamental" de la recherche, de fixer des buts à atteindre dans les laps de temps déterminés et donc de décomposer cette opération en A.E.R. de durées déterminées.

La durée maximum des A.E.R. sera fixée à 5 ans ; il paraît souhaitable que la moyenne des durées se place aux alentours de 2 à 3 ans.

III.1.2.3. Les moyens affectés

Il s'agit de décrire les "facteurs de production" qui ont contribué à la réalisation de l'A.E.R.

Cette description se compose de deux éléments : d'une part, la donnée du potentiel intellectuel et matériel qui concourt à la réalisation de l'opération, d'autre part l'évaluation du coût financier. Une difficulté surgit alors : celle

de la juste évaluation financière des moyens qui ont été affectés à l'A.E.R.

L'affectation des moyens à une A.E.R. ne se présente pas de façon naturelle ; de manière traditionnelle, les dépenses d'un laboratoire de recherche sont relatives : aux frais généraux, aux dépenses de gros équipement (achat ou location de matériel pouvant servir à de nombreuses opérations de recherche ; construction ou location d'immeubles) ; au financement des actions de recherche non orientée, à celui des actions de recherche orientée.

La partition entre recherche orientée et non orientée étant opérée, il convient alors de savoir s'il faut imputer partie des frais généraux et dépenses de gros équipement aux coûts des A.E.R. qui seront entreprises.

Il semble que les frais généraux ainsi que le budget de la recherche non orientée doivent s'inscrire dans les dépenses traditionnelles du laboratoire et ne pas être imputés aux A.E.R.

Par contre, il paraît fructueux d'imputer au coût de l'A.E.R. la location des équipements qu'elle utilise (bancs d'essais, maquettes, ordinateurs, gros équipements, locaux). Une telle comptabilité de type analytique se propose d'évaluer avec plus de rigueur le coût réel de l'opération de recherche ; elle ne préjuge en rien de la manière dont les équipements seront effectivement financés. Elle comporte une part d'indétermination et d'arbitraire ; cependant, elle apportera une information précieuse, ultérieurement utilisable.

Une étude économique, baptisée "Etude pilote" fût entreprise à la demande de la Communauté Economique Européenne et sous son contrôle, par le Service des Affaires Economiques Internationales qui a sous-traité certaines parties à des bureaux d'études. Cette étude constitue une A.E.R. ; l'objet peut être ainsi décrit : définir l'incidence de différentes méthodes de tarification des infrastructures sur les niveaux de tarifs, le trafic (répartition entre modes) et l'équilibre budgétaire des différents modes de transport.

L'étude a été faite sur un cas précis : l'axe Paris Le Havre.

Il est à remarquer que cette A.E.R. se présente de façon "fermée", alors qu'il eût été facile de décrire son objet de manière plus ouverte en l'appelant "Modèles de transports sur l'axe Paris Le Havre" ou "Etude de plusieurs systèmes tarifaires appliqués à l'axe Paris Le Havre".

Cette A.E.R. s'est décomposée en opérations plus petites qui ne constituent pas, elles, des A.E.R..

Etude pilote

- étude de la demande de transport de voyageurs sur les différents modes en fonction des tarifs et temps de transport,
- étude de la demande de transport de marchandises en fonction des tarifs et temps de transport,
- étude des coûts : relations coût-vitesse-débit sur les différents modes,
- étude des programmes d'affectation,
- étude des programmes d'équilibre offre-demande.

La durée prévue était de deux ans et demi

Les moyens affectés peuvent être ainsi estimés :

- leur nature :

- . personnel
- . 12 chercheurs y ont participé issus de laboratoires de recherche divers et pour les 2 ans $\frac{1}{2}$, cela fait 17 chercheurs à plein temps sur une année,
- . des experts de la C.E.E. se sont réunis dans des groupes de travail internationaux.

. Des contrats ont été passés à des Sociétés d'Etudes.

. Calcul électronique

- Le point de vue financier

. montant des contrats	1 110 000 F
. montant du calcul électronique	300 000 F
. montant des dépenses de personnel (un coefficient de 2 a été appliqué aux salaires versés pour tenir compte de l'occupation des locaux et de certains frais généraux)	840 000 F
. montant total, environ	2 250 000 F

Ce chiffre est une estimation et doit être considéré comme un ordre de grandeur du coût de l'opération. Il apporte, malgré sa part d'indétermination un enseignement intéressant, sur le coût réel de l'opération, et participe à la description générale de l'A.E.R.

Cette description doit être complétée par la probabilité de réussite de l'A.E.R.

III.1.2.4. La probabilité de réussite

Il s'agit d'estimer à moyens donnés et à durée fixée les charges de succès de l'action de recherche.

Cette évaluation soulève deux sortes de difficultés. Quand peut-on considérer qu'une A.E.R. a réussi ? Et si l'on peut parler de "réussite", y a-t-il une probabilité de réussite ? La deuxième difficulté se lève immédiatement en considérant que, dans le cadre d'une "recherche orientée", il n'est pas aberrant

de parler de probabilité puisque l'issue de la recherche ne peut être considérée comme totalement aléatoire.

La première difficulté, elle, naît du concept de "réussite" qui apparaît plus ou moins flou selon la nature de l'A.E.R.

Pour une A.E.R. "fermée" de caractère technique, la nécessité est sanctionnée par l'obtention des performances techniques que l'on s'était fixées. Dès lors, il est logique de parler de "probabilité de réussite".

Pour les autres A.E.R., il est délicat de parler de "succès" ; il paraît plus opportun de parler de "qualité" : l'étude peut être de bonne valeur, de valeur moyenne, de mauvaise qualité. Il sera donc opportun d'attendre de ces études à moyens et durée donnés, un certain "degré de réussite". Pour "l'étude pilote" précédemment décrite, il semble que le "degré de réussite" attendu soit celui de "valeur moyenne".

Par souci de clarté, on garde pour toutes les A.E.R. une seule terminologie : "probabilité de réussite", ce terme pouvant recouvrir les deux sens que nous venons d'explicitier.

III.1.3. Les relations entre les paramètres de description

Les paramètres de description qui ont été choisis ont la principale qualité d'être naturels. Ils ne peuvent cependant être choisis de manière indépendante ; à l'exclusion du paramètre "objet" qui apparaît indépendant, les autres paramètres sont d'évidence reliés entre eux.

Il est clair que la probabilité de réussite de l'A.E.R. dépend des moyens

que l'on affecte à sa réalisation et de la durée que l'on veut y consacrer. Il y a entre ces trois paramètres un optimum à trouver qui pourrait s'apparenter à un optimum "de gestion ou de qualité" de l'A.E.R.

Ne pouvant préjuger de l'intérêt de l'opération unitaire de recherche et pour que des comparaisons équitables puissent être menées entre les A.E.R., il convient de prendre pour principe :

- que l'A.E.R. doit avoir une bonne probabilité de réussite, ou avoir un "degré de réussite" escompté de "valeur moyenne",

- que les moyens qui y seront affectés doivent correspondre à un optimum de rendement, c'est-à-dire que la volonté de diminuer la durée de l'opération ne corresponde pas à une élévation anormale des coûts ; cette notion d'optimum de rendement ressort de la bonne gestion des laboratoires. Les moyens affectés seront dits "normaux".

Nous pourrons alors définir l'A.E.R. par sa durée, attendu que "des moyens dits normaux" y sont affectés et que sa probabilité de réussite est convenable.

Ainsi l'A.E.R. sera décrite complètement :

- . par son objet,
- . la durée,
- . la nature et le coût des "moyens normaux" affectés à sa réalisation, attendu que sa "probabilité de réussite" est convenable.

III.2. VERS UNE METHODE D'UTILISATION DE CES A.E.R.

Les différentes finalités possibles, dans une optique prospective, peuvent donner lieu à une décomposition du type Grand Programme :

- décomposition de type d'ensemble en sous-ensemble, exemple : l'appareil "Concorde" pouvait en première optique se décomposer entre la coque, la voilure et le système de propulsion,

- décomposition de type exploration plus ou moins exhaustive des moyens propres à atteindre un but donné. Par exemple, le but peut être d'assurer le transport entre deux points dans des contraintes de capacité et de vitesse données. Pour atteindre ce but, on peut proposer différentes solutions terrestres (turbo train, "Aérotrain") - non terrestres (avion classique, hélicoptère rapide, VTOL ...).

On arrive ainsi par des décompositions adéquates à chaque niveau à une population d'Actions Élémentaires de Recherches.

III.2.1. On se trouve dans l'obligation d'effectuer une sélection du fait du phénomène de la rareté de nos moyens en face de ces A.E.R. Il faut donc établir une hiérarchie, un préordre ; un ordre complet n'aurait guère de sens dans ce domaine où le subjectif se trouve directement mêlé à l'objectif. Là se pose le problème de la comparaison des A.E.R.

La difficulté de ce problème apparaît étroitement liée à la disparité des domaines dans lesquels prennent place les A.E.R. et également à l'hétérogénéité des points de vue à considérer :

. disparité des domaines : la mise en parallèle du perfectionnement d'un système de détection de banc de poissons et l'étude d'un type de freinage sur l'aérotrain semble assez problématique de prime abord.

. hétérogénéité des points de vue : à l'intérieur d'un même domaine, par exemple, la difficulté demeure, ainsi pour un même type de transport doit-on rechercher une amélioration de la vitesse ou chercher à atteindre à un meilleur confort et un plus grand silence. Ce choix intéresse, entre autres, les utilisateurs, la compagnie exploitante, les riverains, qui sont autant de points de vue différents. A travers cette hétérogénéité de points de vue, il faut dégager un mieux économique collectif.

III.2.2. On voit donc les difficultés d'expression du tandem coût-bénéfice exprimé au plan global pour chaque A.E.R. La recherche d'un terrain de comparaison pour deux A.E.R. conduit à le trouver dans le fait qu'elles contribuent à la réalisation d'un même système. De même, deux systèmes de natures différentes pourront se comparer à travers leur finalité commune : on peut tester l'intérêt de l'un et de l'autre pour atteindre cette finalité. Ainsi se dessine l'idée d'exploiter le lien de l'A.E.R. à sa finalité définitive, lien que l'on suit à travers la filière de décomposition, qui a permis la formulation des A.E.R.

Ces relations de filiation s'expriment aisément à travers une notation type graphe : arborescence dont le sommet supérieur sera la politique de la Nation et dont les extrémités inférieures seront les A.E.R. ; chaque niveau apparaît alors comme l'éclatement du niveau supérieur : un élément d'un niveau donné donne "naissance" à une famille d'éléments du niveau directement inférieur et on peut considérer raisonnablement que l'appréciation de ce premier élément rejaillira comme un "héritage" sur cette famille d'éléments dont il est la source. On voit ainsi la possibilité d'amorcer une récurrence permettant à travers les divers niveaux d'atteindre les A.E.R.

L'importance d'un élément dans une même famille pourra être mesurée selon certains critères. Là se pose le problème de l'agrégation de critères hétérogène. Il faut ainsi rechercher une procédure d'agrégation satisfaisante. A l'intérieur de cette même famille, on pourra considérer que chaque élément pourra être

représenté par un vecteur dont les composantes seront les appréciations chiffrées des différents critères. Il faut ainsi définir un préordre sur ces vecteurs selon une procédure appropriée.

Ces problèmes ont fait l'objet de nombreuses études, dont certains en vue d'application pratique dans des domaines bien déterminés : P.P.B.S., C.P.E. ..