

CERN 70-2
9 janvier 1970

ORGANISATION EUROPÉENNE POUR LA RECHERCHE NUCLÉAIRE
CERN EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH

LA PLANIFICATION A PLUSIEURS NIVEAUX EN RECHERCHE FONDAMENTALE

Gabriel Minder

G E N E V E

1970

© Copyright CERN, Genève, 1970

Propriété littéraire et scientifique réservée pour tous les pays du monde. Ce document ne peut être reproduit ou traduit en tout ou en partie sans l'autorisation écrite du Directeur général du CERN, titulaire du droit d'auteur. Dans les cas appropriés, et s'il s'agit d'utiliser le document à des fins non commerciales, cette autorisation sera volontiers accordée.

Le CERN ne revendique pas la propriété des inventions brevetables et dessins ou modèles susceptibles de dépôt qui pourraient être décrits dans le présent document; ceux-ci peuvent être librement utilisés par les instituts de recherche, les industriels et autres intéressés. Cependant, le CERN se réserve le droit de s'opposer à toute revendication qu'un usager pourrait faire de la propriété scientifique ou industrielle de toute invention et tout dessin ou modèle décrits dans le présent document.

Literary and scientific copyrights reserved in all countries of the world. This report, or any part of it, may not be reprinted or translated without written permission of the copyright holder, the Director-General of CERN. However, permission will be freely granted for appropriate non-commercial use.

If any patentable invention or registrable design is described in the report, CERN makes no claim to property rights in it but offers it for the free use of research institutions, manufacturers and others. CERN, however, may oppose any attempt by a user to claim any proprietary or patent rights in such inventions or designs as may be described in the present document.

CERN 70-2
9 janvier 1970

ORGANISATION EUROPÉENNE POUR LA RECHERCHE NUCLÉAIRE
CERN EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH

LA PLANIFICATION A PLUSIEURS NIVEAUX EN RECHERCHE FONDAMENTALE

Gabriel Minder

Ce rapport a fait l'objet d'une thèse, soutenue en septembre 1969
evant une Commission d'examen de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich

G E N E V E

1970

LA PLANIFICATION A PLUSIEURS NIVEAUX

EN RECHERCHE FONDAMENTALE

par Gabriel Minder

Sommaire

Cette étude décrit le processus de planification à moyen terme d'un grand Laboratoire de recherche fondamentale. Ce processus repose sur un système d'information qui utilise des présentations fonctionnelles des diverses activités et qui fournit les éléments de modèles analytiques. Il est montré que la planification du Centre de recherche s'intègre dans celle de la discipline scientifique et permet de coordonner les unités de recherche et de soutien. La physique des hautes énergies en Europe et le Centre de Genève-Meyrin de l'Organisation européenne pour la Recherche nucléaire (CERN) servent d'illustration.

Table des matières

	<u>Pages</u>
Introduction et perspectives	1
Chapitre 1 : <u>Contexte et cadre de cette étude</u>	
11. Caractéristiques principales de la recherche fondamentale	3
12. Caractéristiques principales de la planification à plusieurs niveaux	8
13. Délimitation du sujet de cette étude	12
Chapitre 2 : <u>La planification au niveau de la discipline scientifique et à l'échelle du continent</u>	
21. Le rôle de la planification en recherche fondamentale	14
22. La structure de l'effort de recherche fondamentale	15
23. Le cycle de la planification	18
Chapitre 3 : <u>Les activités au sein d'un grand centre de recherche fondamentale</u>	
31. Description sommaire du CERN (1969)	22
32. Classification fonctionnelle des activités	23
33. Mesure des activités	26
34. Constitution des activités	27
35. Tableaux synthétiques	29
36. Plan fonctionnel et plan comptable	33
Chapitre 4 : <u>Le processus de planification d'un grand centre de recherche fondamentale</u>	
41. Le schéma de la planification	39
42. Le déroulement annuel de la planification	43
43. Le flux des données	49
44. Construction et utilisation des modèles	57
Conclusions	69
Remerciements	71
Références	72
Annexes	75-87

Liste des figures, tableaux et annexes

<u>Figures</u>		<u>Pages</u>
1	Structure de l'effort global dans la discipline scientifique	17
2	Schéma du cycle de planification	19
3	Représentation de programmes	30
4	Représentations fonctionnelles des activités	32
5	Plan fonctionnel et plan comptable	34
6	Plan fonctionnel	35
7	Plan comptable	36
8	Schéma de planification	40
9	Déroulement annuel de la planification	44
10	Modèle du CERN sous l'angle de la demande	58
 <u>Tableaux</u>		
1	Dépenses annuelles consacrées à la recherche fondamentale	6
2	Programme européen 1966-1981 (modèle ECFA, 1967)	16
3	Représentation comptable des dépenses	33
4	Les Principaux Comités de Planification du Centre	68
 <u>Annexes</u>		
1	Description du CERN-Meyrin (1969)	75
2	Organigramme CERN (1969)	77
3	Table de conversion pour la transformation de la présentation comptable C en présentation fonctionnelle B	78
4	Table de conversion pour la transformation de la présentation fonctionnelle B en présentation fonctionnelle A	79
5	Représentation A agrégée	80
6	Représentation A détaillée	81
7	Représentation B	82
8	Déroulement de la planification (CERN, 1968)	83
9	Déroulement de la planification (CERN, 1969)	84
10	Sous-modèle dans le domaine du Soutien	85

Introduction et Perspectives

Depuis une dizaine d'années, la nécessité de prévoir et d'organiser s'est fait sentir avec une pression croissante en recherche fondamentale. Ceci a été dû à la rapide augmentation des moyens requis, et à une prise de conscience quant à la signification de la recherche fondamentale pour le développement culturel et social, économique et politique de chaque pays.

Il fut reconnu inopportun de simplement transposer les méthodes de planification mises au point par l'industrie et les grandes administrations pour leurs projets de développement ou de recherche appliquée. En effet, l'absence en recherche fondamentale, de mesure bien définie de la valeur des produits s'oppose à l'utilisation des procédés qui se basent essentiellement sur cette notion et auxquels la science paraît échapper au même titre que les lettres et les arts.

Grâce à des analyses poussées de l'activité scientifique (1) (2) et à des échanges de vue à haut niveau international (3) (4), la philosophie de la science a engendré une "science de la science" qui parvient progressivement à comprendre le phénomène scientifique. Cette étude voudrait contribuer à l'aspect méthodologique de ce domaine en présentant quelques bases de planification que l'auteur a pu élaborer dans un grand centre de recherche fondamentale : le CERN, à Genève-Meyrin.

La physique des particules, aussi appelée physique des hautes énergies, et l'Organisation européenne pour la Recherche nucléaire ont donc été choisies comme exemples encore très rares d'une collaboration internationale effective en science fondamentale. L'effort à la fois concerté et substantiel de l'Europe occidentale (13 Etats et 0,8 milliard de francs suisses en 1968) permet à 3 000 chercheurs européens de travailler à un niveau scientifique égal à celui des USA et de l'URSS et leur donne quelque assurance que ce niveau sera maintenu à long terme; c'est une

condition essentielle à l'échelle mondiale, autant pour la collaboration que pour la compétition, ces deux voies menant au progrès scientifique. Cette étude pourrait, par son caractère généralisé, contribuer à étendre cette expérience à d'autres disciplines et à d'autres centres de recherche. En outre, les bases proposées devraient servir à l'édification de modèles analytiques et à l'application des techniques modernes de gestion. Il est à prévoir que ces travaux se heurteront à maints problèmes puisque l'intégration de modèles s'avère même difficile dans des domaines étudiés de longue date déjà, comme l'économie politique ou la production industrielle (5). Et pourtant, il serait équitable et souhaitable que la gestion rende maintenant à la science les services qu'elle en a reçus dans les premières décennies de ce siècle ! Cette étude aurait largement atteint son but si elle servait de base à quelques efforts dans ce sens.

Chapitre 1 : Contexte et cadre de cette étude

11. Caractéristiques principales de la recherche fondamentale

111. Définition

On entend par recherche fondamentale aussi appelée recherche pure ou recherche de base, "les travaux entrepris essentiellement dans le but de reculer les limites des connaissances scientifiques sans avoir en vue aucune application pratique spécifique" ⁽⁶⁾ par opposition à la recherche appliquée et au développement technique. C'est à dessein que cette définition n'est pas très nette. Il devient en effet de plus en plus difficile de distinguer la limite entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée. En sciences physiques, par exemple, seules les disciplines qui explorent l'infiniment grand, comme l'astronomie, ou l'infiniment petit, comme la physique des particules élémentaires, tendent vers la découverte des lois fondamentales qui régissent l'espace, le temps, la matière, l'énergie ainsi que leurs rapports mutuels ⁽⁷⁾. Les autres appliquent à la matière les lois fondamentales admises comme connues et se rapprochent ainsi sensiblement des applications pratiques. Cette dernière remarque concerne aussi la biologie moléculaire, et la psychologie par exemple. En outre, un phénomène nouveau est apparu au cours de ces dernières années, particulièrement dans le domaine spatial : la recherche fondamentale "orientée" qui vise des connaissances nouvelles exigées par des fins pratiques et s'inscrit donc entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée ⁽⁸⁾. Ces considérations marquent bien la fin de l'isolement de la recherche fondamentale et son intégration dans la vie moderne.

112. Rôle

On s'accorde à reconnaître à la recherche fondamentale une triple importance ⁽⁹⁾ :

- 1° l'accroissement des connaissances pour elles-mêmes, pour satisfaire la curiosité innée de l'homme ;
- 2° l'influence réciproque de la recherche fondamentale et de l'enseignement ;
- 3° le rôle de la recherche fondamentale comme investissement à long terme. A ce sujet, il faut encore distinguer l'importance de cette évolution, d'une part pour l'économie de paix et de guerre, et d'autre part pour le progrès social ⁽¹⁰⁾.

Enfin, on doit souligner la place prépondérante de la collaboration internationale en recherche fondamentale : elle devient une nécessité pratique en "méga-science"⁽¹¹⁾ et constitue, en même temps, une occasion exceptionnellement favorable⁽¹²⁾ de rapprochement entre les nations sur un terrain relativement peu exposé aux harcèlements des intérêts politiques et économiques.

113. Exécution et financement

Le travail de recherche est poursuivi par deux types d'institutions :

- l'université qui lui offre traditionnellement une ambiance stimulante inter-disciplinaire ;
- les institutions non-universitaires, créées par l'Etat ou par des entreprises avec ou sans but lucratif, afin de mettre en oeuvre des moyens dont l'université ne dispose pas ("méga-science"). La recherche institutionnelle a connu une croissance remarquable depuis la deuxième guerre mondiale : les données rassemblées par l'OCDE pour l'Année Statistique Internationale sur la Recherche et le Développement montrent qu'en 1963/64 déjà la plupart des pays industrialisés consacraient plus de la moitié de leur fonds de recherche fondamentale à des institutions non-universitaires⁽¹³⁾. Ceci coïncide avec l'amplification de la "méga-science" et de la recherche "orientée". Il est toutefois

probable que dans plusieurs domaines cette croissance institutionnelle ne se poursuivra plus dans la même mesure, afin que soient maintenus le lien et l'équilibre entre recherche et enseignement supérieur.

La science étant généralement reconnue d'importance nationale, le financement dans ces secteurs d'exécution est principalement assuré par l'Etat, auquel l'industrie et les fondations privées apportent, aux Etats-Unis notamment, un complément appréciable. Ici encore, les anciennes limites s'estompent : au fur et à mesure que l'industrie se lance dans la recherche fondamentale "orientée" et que les chercheurs font appel à l'industrie pour développer leurs instruments, les intérêts des trois parties - pouvoirs publics, enseignement supérieur, entreprises privées - se rejoignent.

114. Politique scientifique

Etant donné le rôle prépondérant de l'Etat en matière de recherche fondamentale, il est compréhensible que les pouvoirs publics aient été amenés, quel que soit le régime économique et politique du pays, à formuler une politique scientifique. On entend par là, l'action délibérée d'un gouvernement en vue de financer, d'encourager et de développer les ressources scientifiques du pays : chercheurs qualifiés, laboratoires et équipement⁽¹⁴⁾. La difficulté de dégager les lignes de cette politique consiste principalement à trouver des critères pour fixer la mesure de l'effort total et les priorités entre disciplines rivales. Les solutions diffèrent évidemment de gouvernement à gouvernement.

L'ampleur de l'effort national a pu récemment être comparée pour divers pays, grâce aux définitions établies en 1964 par l'OCDE dans le "Manuel de Frascati"⁽¹⁵⁾. Le tableau ci-après montre que les Etats-Unis et les pays industriels d'Europe occidentale consacrent à la recherche fondamentale entre 12 et 27 % des montants destinés à la recherche et au développement, soit 1 à 5 % de leur produit national brut⁽¹⁶⁾.

Tableau 1 : Dépenses annuelles consacrées à la recherche fondamentale (16)

	En valeur absolue en millions de \$US	Par rapport aux dépenses totales pour la recherche et le développement en %	Par rapport au produit national brut (PNB) en ‰	Par habitant en \$US
Etats-Unis (1963/64)	2 610	12,4	4,2	13,7
Royaume-Uni (1964/65)	270	12,5	2,9	5,0
France (1963)	225	17,3	2,8	4,7
Italie (1963)	55	18,6	1,1	1,1
Belgique (1963)	30	20,9	2,1	3,1
Norvège (1963)	10	22,2	1,6	2,5
Autriche (1963)	5	22,6	0,7	0,7
Pays-Bas (1964)	90	27,1	5,2	7,4

115. Les chercheurs

Bien entendu, l'élément humain reste le facteur essentiel du progrès scientifique. Même en "méga-science", le coût annuel de construction des équipements est en général inférieur à celui du personnel scientifique, technique et administratif chargé de les concevoir et de les exploiter. Le problème majeur, responsabilité principalement des universités, consiste à repérer et à encourager les chercheurs de premier ordre : car il est bien connu qu'en recherche, le travail le meilleur vaut considérablement plus que le bon travail. Les études de ces dernières années sur la créativité scientifique ont montré qu'en-dehors de l'ambiance, du soutien et des moyens indispensables, des facteurs dépendant de la planification et de l'organisation exercent une influence considérable sur le travail du chercheur. Nous retiendrons quelques conclusions dont l'auteur a pu vérifier le bien-fondé :

- 1° La réussite d'un chercheur scientifique dépend en grande partie de son aptitude à modifier sa formulation des problèmes et sa méthode en fonction de l'accumulation des résultats de son propre travail et du travail des chercheurs qui sont souvent éloignés de lui ⁽¹⁷⁾. Le chercheur doit avoir la double conviction qu'il dispose d'une flexibilité maximum dans son programme et qu'il se trouve à l'abri des fluctuations capricieuses de la politique scientifique.
- 2° Le chercheur ne doit pas sentir le poids de l'administration, ni par le temps qu'on lui demande d'y consacrer, ni par des barrières ou voies de service compliquées. Par contre, il doit accepter, selon son niveau scientifique et hiérarchique, de participer dans une certaine mesure aux affaires administratives importantes.
- 3° Le chercheur ne doit pas se trouver choyé dans le confort. Les chercheurs et ingénieurs dont le travail fit l'objet d'une étude approfondie aux Etats-Unis ⁽¹⁸⁾, ont montré une efficacité

maximale dans des conditions qui "n'étaient pas entièrement confortables mais comportaient au contraire des tensions créatrices".

- 4° La recherche fondamentale doit être de plus en plus considérée comme travail d'équipe, même pour les chercheurs théoriciens.

12. Caractéristiques principales de la planification à plusieurs niveaux

121. Définitions et notions

Les dirigeants des Etats et des entreprises annoncent régulièrement les buts qu'ils se sont assignés : croissance, stabilité, réalisations, etc... Il convient de distinguer différents types de buts, suivant leur signification opérationnelle⁽¹⁹⁾.

Par fins, on entend ici des valeurs ultimes telles que l'élévation du niveau économique, culturel ou scientifique, auxquelles la collectivité aspire en s'organisant.

Ces fins étant définies, il faut adopter un ensemble de politiques visant à atteindre des objectifs plus spécifiques. Un objectif est une valeur instrumentale, qui n'est en définitive pas recherchée pour elle-même, mais pour la contribution qu'elle peut apporter à la réalisation d'une fin déterminée. Les objectifs se présentent sous un aspect plus ou moins concret et peuvent souvent mieux être définis en fonction des moyens utilisés plutôt que par les produits finals. Ils deviennent alors des objectifs quantifiés identiques aux moyens utilisés et représentés par le contenu des plans.

Il règne une certaine confusion concernant l'emploi des termes "plan", "programme" et "budget"⁽²⁰⁾. Dans cette étude, nous retiendrons les appellations suivantes :

	<u>Aspect global</u>	<u>Aspect financier</u>
Variante décrivant les étapes vers un objectif donné	plan	plan financier
Variante proposée pour approbation ou approuvée pour l'exécution	programme (proposé ou approuvé)	budget (proposé ou approuvé)

L'approbation de l'aspect financier ne va pas hélas toujours de pair avec celle de l'aspect global. Ainsi voit-on parfois des programmes à long terme "approuvés" sans que les budgets soient acceptés pour un horizon temporel correspondant.

Dans un processus idéal d'élaboration des décisions, les objectifs, et en particulier les objectifs quantifiés, devraient être formulés au moyen d'une fonction-objectif. Celle-ci peut être définie comme le repère gradué permettant de comparer les diverses valeurs des objectifs désirés lorsque ceux-ci varient quantitativement ou qualitativement. En pratique, le problème le plus ardu réside précisément dans l'obtention, la formulation, la communication et l'acceptation de la formule-objectif. Cela devient d'autant plus difficile que le nombre des participants à la décision augmente. On recourt alors au consensus qui exprime des valeurs moyennes admises par un groupe de personnes pour des objectifs situés dans des limites données.

Enfin, nous considérerons ici la planification dans son sens le plus large, qui comprend tout le processus d'établissement, de sélection et de révision des plans, programmes et budgets.

122. Evolution récente des procédés de planification

S'il est vrai que la planification est aussi vieille que l'homme lui-même, il n'en demeure pas moins que le progrès

et l'expansion de notre civilisation lui ont conféré une signification nouvelle. La complexité et les dimensions de nos entreprises et le rythme des réalisations ont conduit à trois développements marquants :

- 1° les horizons temporels s'étendent à tous les niveaux ;
- 2° le processus de planification tend à devenir un dialogue continu entre le Centre* et la Périphérie ;
- 3° des modes de communication sont développés pour faciliter ce dialogue ainsi que l'application des nouvelles techniques de prévision et de gestion.

L'exemple le plus remarquable de cette évolution est sans doute fourni par le PPBS, système de plans-programmes-budgets adopté par l'Administration américaine, d'abord au Département de la Défense en 1961, puis, depuis 1965, dans de nombreuses autres administrations fédérales et locales. A la fin de 1968, les plus importants des quelque 130 départements, agences et commissions dépendant de la Présidence des Etats-Unis avaient déjà adapté leurs méthodes au PPBS ou y procédaient⁽²¹⁾. Le système reflète bien les trois tendances relevées ci-dessous :

- les unités opérationnelles, constituant la Périphérie, sont tenues d'établir leurs plans sur cinq ans ; c'est en ces termes aussi que le Président des Etats-Unis présente son programme détaillé au Congrès ;
- les programmes proposés et les plans financiers (PFP), ainsi que les memoranda accompagnant les programmes (PM) ont pour but essentiel le dialogue constructif entre la Périphérie et le Centre représenté par le Bureau du Budget ;

* Nous écrivons "Centre" avec un C majuscule lorsqu'il signifie ici le contraire de "Périphérie"; et avec une minuscule lorsqu'il signifie "laboratoire de recherche".

- tous les documents sont rédigés en termes fonctionnels et se prêtent ainsi à diverses formes d'analyse.

123. Structures et modèles

A chaque niveau, le processus de planification consiste essentiellement en trois phases :

- 1° collecte et synthèse des éléments (buts, données)
- 2° établissement et évaluation des variantes (plans)
- 3° sélection et diffusion des résultantes (programmes et budgets).

A tous les niveaux et à chaque étape, des itérations sont usuelles et requièrent un feed-back adéquat. Ceci mène évidemment à la construction de modèles de décision, qui peuvent être classés suivant leur horizon temporel :

- modèles pour la gestion courante,
- modèles pour les plans à court terme : le court terme correspond à la période budgétaire, soit un ou deux ans,
- modèles pour les plans à moyen terme : le moyen terme exprime la période de gestation des principaux investissements "conventionnels", soit entre trois et sept ans,
- modèles pour les plans à long terme qui doivent couvrir la période maximale pour laquelle les responsables peuvent établir des projections valables ; cette période est très variable : elle se situe en général entre dix et vingt ans ; elle peut atteindre trente ans pour l'aménagement du territoire par exemple, mais rares sont les domaines où l'on a le besoin et la possibilité de prévoir à plus d'une génération.

Bien entendu, le même modèle peut couvrir des laps de temps différents, ce qui est souvent le cas pour la gestion courante et les plans à court terme, par exemple.

Un inventaire des types de modèles* connus de l'industrie et de l'économie dépasserait le cadre de cette étude : un récent colloque international à ce sujet⁽²²⁾ relevait que les

* aléatoires et déterministes, descriptifs et analytiques.

bases font encore défaut en gestion de la recherche pour l'application de ces modèles. Cette étude tente précisément d'en établir quelques-unes.

13. Délimitation du sujet de cette étude

La présente étude se propose de répondre à la question suivante : sur quelles bases la recherche fondamentale peut-elle être planifiée ?

La question peut être posée à trois niveaux de planification :

- celui de la politique nationale, internationale ou supranationale,
- celui des centres de recherche,
- celui des unités de recherche et de soutien.

Cette étude porte sur le niveau des centres de recherche (chapitres 3 et 4) et se limite à esquisser les contours des niveaux supérieur (chapitre 2) et inférieur (chapitre 4). En effet, il a déjà été mentionné plus haut que la politique scientifique nationale résulte d'un grand nombre de facteurs en partie d'ordre philosophique et exprimant un contexte culturel, social, économique et politique. A l'autre extrémité, le travail des unités de recherche ne doit pas faire l'objet d'une planification poussée puisque le succès dépend précisément de la continuelle et rapide modification des problèmes et des méthodes. Quant aux unités de soutien, leur planification individuelle est le problème classique de services en présence d'une demande aléatoire, en l'occurrence celle des groupes de recherche. Par contre, l'expérience des grands centres a démontré la nécessité et, dans le cas du CERN à Genève-Meyrin en tout cas, la possibilité d'établir à ce niveau un système de planification efficace. Le fait que le PPBS américain n'ait pas encore pu être utilisé par la recherche fondamentale⁽²³⁾ dénote qu'au CERN certaines difficultés ont pu être surmontées.

Il est intéressant de signaler que les présentations fonctionnelles des programmes (FPP) décrites plus loin et élaborées au CERN, tout à fait indépendamment du PPBS, révèlent une analogie frappante avec les documents (PFP) de ce dernier. Ceci mène à penser que la planification des grands centres de recherche fondamentale est non seulement intégrable verticalement dans le cadre de la discipline scientifique, mais encore horizontalement dans le tableau d'ensemble des plans nationaux.

D'autre part, l'élaboration des modèles suggérés ici n'a pour le moment été que très rudimentaire. On ne les décrira par conséquent qu'au moyen des principales variables et paramètres utilisés.

En somme, cette étude veut montrer que la planification des centres de recherche est possible à moyen terme, de manière à constituer une base valable à la fois : pour l'intégration au niveau supérieur, pour l'exécution aux niveaux inférieurs et pour le développement de modèles analytiques à tous les niveaux.

Chapitre 2 : La planification au niveau
de la discipline scientifique
et à l'échelle du continent

21. Le rôle de la planification en recherche fondamentale

On peut classer les théories émises sur la planification de la science en 4 catégories⁽²⁴⁾, suivant l'accent qu'elles mettent sur l'un ou l'autre des aspects cités dans la section 11.2. ci-dessus :

- 1° La science doit être planifiée comme une activité indépendante. Cette théorie, soutenue par POLANYI et PRICE⁽²⁵⁾ notamment, considère que la science poursuit son inexorable avance sur le plan mondial de manière autonome. Par conséquent la seule forme possible de planification consiste à orienter les efforts nationaux vers les schémas qui prévalent dans le monde.
- 2° La science est un coût indirect de caractère technique dont la société doit s'acquitter pour atteindre ses autres objectifs. Weinberg⁽²⁶⁾, l'éloquent avocat de cette thèse, voit une série de programmes scientifiques permettant la réalisation de missions définies et non pas un programme scientifique global.
- 3° La science doit être planifiée comme un investissement d'infrastructure sociale, comme l'enseignement notamment. L'influence réciproque entre la recherche et l'université constitue un argument important de cette théorie, soutenue par Bell⁽²⁷⁾ et Ben-David⁽²⁸⁾.
- 4° La science joue dans la société le rôle d'un bien de consommation, dont le coût devient progressivement celui d'un bien de luxe. La question de son financement se pose donc au même titre que pour les arts et les lettres. Cette conception, exposée par H. Johnson⁽²⁹⁾ par exemple, peut paraître dépassée

dans l'ère "scientifique" que nous vivons mais elle est néanmoins partagée par de nombreux hommes politiques et beaucoup de contribuables !

Faut-il donc planifier la science rigoureusement ou non, en tant qu'investissement spécifique ou général ? Est-elle nécessité ou luxe ? Ces questions ont récemment fait l'objet d'une confrontation au cours d'un colloque qui comptait quelques brillants avocats des différentes théories⁽³⁰⁾. On peut en conclure que la planification de la science est généralement acceptée comme nécessité nationale mais qu'on est encore loin d'un modèle de l'activité scientifique au sein de l'économie sociale. Dans l'absence d'un tel modèle et vu le modeste recul dont on dispose, on doit se borner à observer et à analyser les systèmes existants pour en déduire les effets que des changements pourraient provoquer. Ainsi, on débouche, suivant le contexte culturel, économique, politique et social de l'époque et du pays, sur une politique scientifique qui accorde plus ou moins explicitement des ressources à la recherche. Par contre, "ce qui est essentiel, c'est que, au sein de chaque discipline, puisqu'on ne peut tout faire, les groupes de recherche auxquels on donne des moyens importants fassent du travail internationalement significatif"⁽³¹⁾. Pour cela, chaque pays doit prévoir à long terme l'effectif de sa communauté scientifique et les moyens qu'il veut lui confier. Ceci est plus important que la connaissance des projets particuliers de recherche et constitue le point de départ de la planification visant à effectuer, avec les moyens disponibles, un maximum de travail d'intérêt scientifique très élevé. Pour être efficace, cette planification doit se faire pour chaque discipline à grande échelle géographique.

22. La structure de l'effort de recherche fondamentale

L'effort de recherche est mené par :

- les centres à l'échelle continentale ou internationale,
- les centres régionaux ou nationaux,
- les universités.

Dans le cas de la physique des particules en Europe, pratiquement tous les centres et universités dépendent de l'Etat. L'étroite collaboration entre les centres et les universités rend floues les limites entre les efforts des uns et des autres. Ceci fait précisément l'objet de la planification à cette échelle. La figure 1 montre ces structures schématiquement.

Pour la discipline étudiée, on a groupé ces efforts en trois classes⁽³²⁾ :

- A) L'effort international proprement dit qui comprend le travail des centres à l'échelle continentale.
- B₁) La contribution des efforts nationaux, régionaux et universitaires à l'effort international (tranches R₁ et U₁ de la figure 1).
- B₂) Les efforts nationaux, régionaux et universitaires proprement dits (tranches R₂, U_{2R} et U₂ de la figure 1).

En ces termes, la communauté scientifique a exprimé en 1967 ses propositions sur les programmes à long terme (15 ans) par l'intermédiaire de l'ECFA (European Committee for Future Accelerators) comme suit⁽³³⁾ :

Tableau 2 : Programme européen 1966-1981 (modèle ECFA, 1967)

	<u>Nombre de physiciens expérimentateurs *</u>			<u>Coût annuel en millions de francs suisses (prix 1967)</u>		
	<u>1966</u>	<u>1974</u>	<u>1981</u>	<u>1966</u>	<u>1974</u>	<u>1981</u>
<u>Total</u> (1966=1.0)	1436 * (1.0)	2090 (1.5)	2730 (1.9)	582 (1.0)	1410 (2.4)	1810 (3.1)
<u>Répartition</u> (A 1966=1.0)						
A	108 (1.0)	220 (2.1)	380 (3.5)	177 (1.0)	660 (3.8)	780 (4.4)
B ₁	685 (6.4)	1120 (10.4)	1500 (13.8)	85 (0.5)	200 (1.1)	380 (2.2)
B ₂	643 (6.0)	750 (7.0)	850 (7.9)	320 (1.8)	550 (3.1)	650 (3.7)

* En 1966, les 1436 expérimentateurs représentaient la moitié du nombre total de chercheurs, (physiciens-ingénieurs et théoriciens compris).

Figure 1

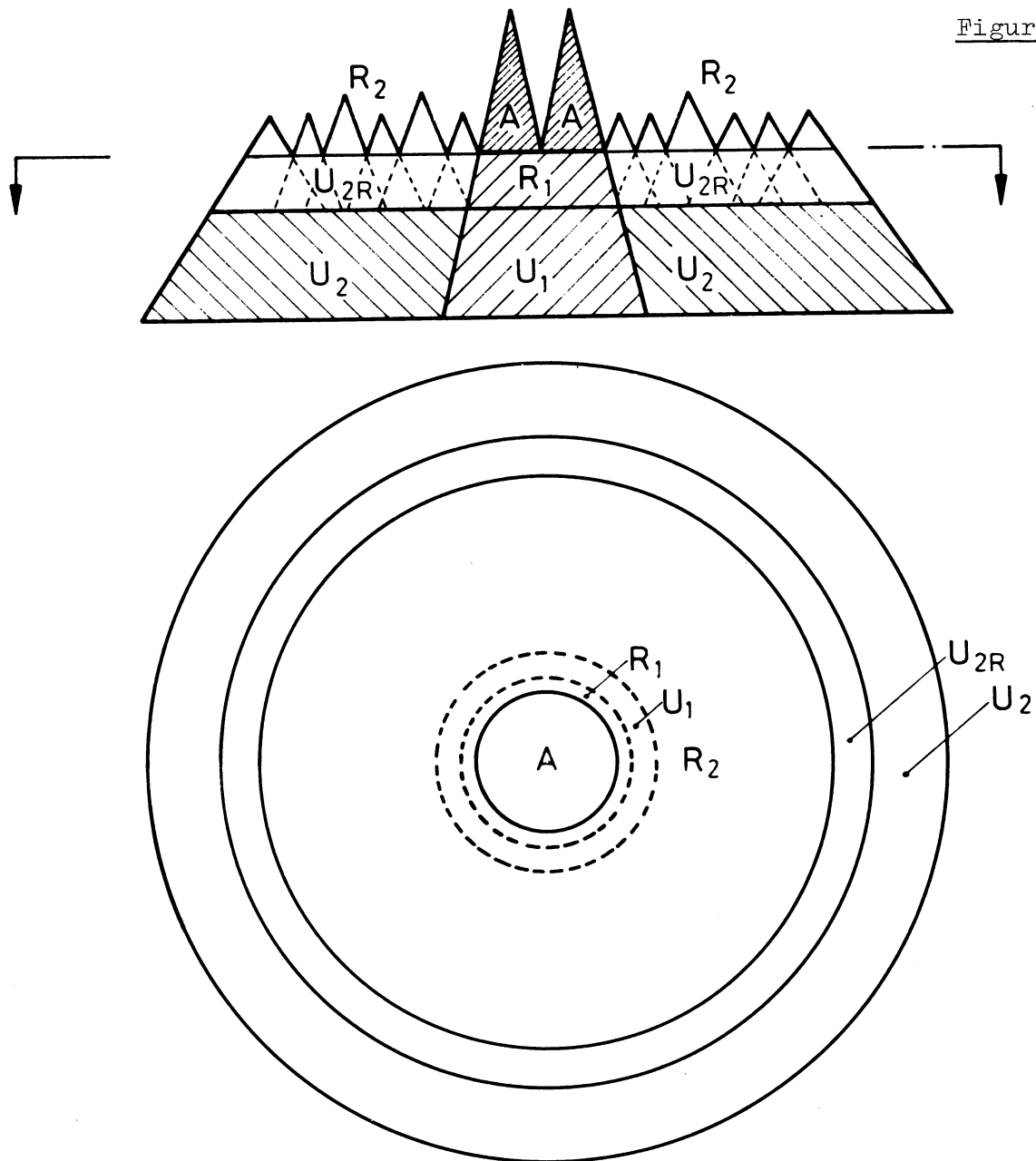


Fig. 1 : Structure de l'effort global dans la discipline scientifique

$B_1 = \begin{cases} A = \text{Effort international proprement dit (Centres internationaux)} \\ R_1 = \text{Contribution des centres régionaux à l'effort international} \\ U_1 = \text{Contribution des universités à l'effort international} \end{cases}$

$B_2 = \begin{cases} R_2 = \text{Effort des centres régionaux et nationaux} \\ U_{2R} = \text{Contribution des universités à l'effort des centres régionaux} \\ U_2 = \text{Effort universitaire proprement dit} \end{cases}$

Ces propositions sont fondées principalement sur des projets de nouveaux accélérateurs. Elles confirment la volonté de la communauté scientifique de concentrer ses efforts sur le plan international (A et B_1) sans pour autant négliger de développer le plan national (B_2). Sur cette base, chaque Etat évalue dans quelle mesure sa politique scientifique lui permet de souscrire aux efforts proposés. Ceci peut mener à la révision des propositions et à l'établissement de nouveaux programmes à long terme. C'est là le début du cycle de planification.

23. Le cycle de la planification

Le schéma indiqué en figure 2 montre cinq blocs d'éléments :

- les éléments de la politique scientifique,
- les considérations d'efficacité dont découlent les éléments pour la construction et l'exploitation des modèles à long, moyen et court terme ainsi que pour la gestion courante,
- les plans à long terme,
- les plans à moyen terme,
- et les activités des unités de recherche et de soutien ; ces activités peuvent elles-mêmes servir à des objectifs plus ou moins rapprochés.

Il convient à ce point d'esquisser globalement les méthodes de la physique des particules élémentaires. Les activités seront ensuite décrites au chapitre 3. La physique des particules élémentaires veut découvrir des lois fondamentales de la nature en étudiant les éléments qui forment la matière. On utilise à cette fin des énergies d'autant plus grandes que les particules sont petites et leur vie éphémère. Ainsi, certains objectifs consistent en paliers d'énergie dont on espère des révélations importantes, d'où la nécessité d'accélérer des faisceaux de particules à des intensités et des énergies élevées. Ce n'est qu'une fois ces conditions créées que le travail de recherche fondamentale peut en fait commencer : il consiste à évaluer

Figure 2

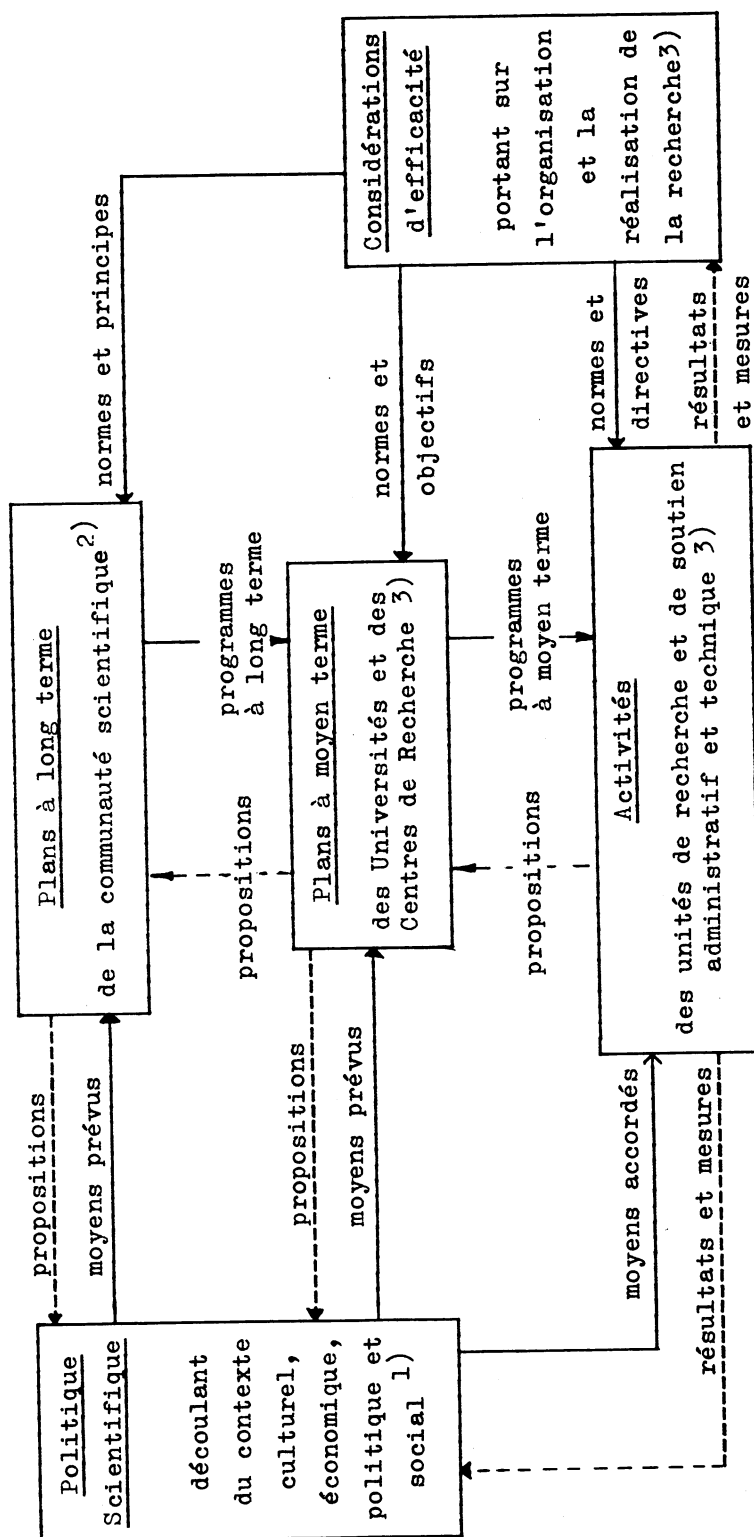


Fig. 2 : Schéma du cycle de la planification
vu sous l'angle de l'offre (traits pleins)
et de la demande (pointillés)

Organes compétents pour la physique des particules en Europe Occidentale :

- 1) Parlements et Gouvernements, à travers le Conseil de l'Organisation européenne pour la Recherche nucléaire
- 2) European Committee for Future Accelerators et Comités Nationaux
- 3) Direction des Centres et des Universités, les Facultés ainsi que les comités mixtes

et expliquer les effets des collisions des particules entre elles ou contre des cibles. Certaines techniques utilisées (détecteurs électroniques) requièrent la présence des expérimentateurs auprès de l'accélérateur. D'autres (émulsions, chambres à bulles), permettent à des universités de participer à des expériences sans prendre part elles-mêmes à la collecte des données.

Les programmes sont établis suivant un horizon prévisionnel mouvant, situé à environ 15 ans pour le long terme et à 4 ans pour le moyen terme. Le délai de 15 ans est nécessaire pour la mise en pleine exploitation du plus grand accélérateur; 4 ans correspondent d'une part au temps de gestation moyen des autres grands investissements et d'autre part à un horizon généralement accepté par les gouvernements. De par la nature de ses instruments de recherche, la physique à hautes énergies se trouve ainsi amenée à être planifiée à très long terme, ce qui constitue à la fois une difficulté et un avantage par rapport à d'autres disciplines scientifiques : une difficulté à cause des inconnues de la technologie future, un avantage à cause de la relative sécurité et continuité découlant de l'adoption de ces programmes.

Les plans à long terme sont élaborés par les membres de l'ECFA, secondés par des groupes d'étude nationaux et internationaux. Ces plans sont soumis aux gouvernements nationaux soit directement, s'il s'agit de plans nationaux, soit à travers le Conseil européen pour la Recherche nucléaire (CERN), s'il s'agit de plans internationaux. Il y a donc coordination aux deux niveaux mais aussi compétition puisque les ressources disponibles sont limitées. Les gouvernements utilisent les canaux du CERN et en particulier son Comité des Directives Scientifiques pour le consulter sur les priorités à accorder aux divers projets. Il faut souligner qu'à long terme, les programmes consistent uniquement en projets d'équipement et en estimations des méthodes et niveaux d'exploitation correspondants. Les propositions de recherche n'interviennent que dans les plans à court terme et, à la rigueur, à moyen terme. Pour les projets de gros équipements, on a recours au consensus de la

communauté scientifique. Celle-ci est guidée par des considérations d'efficacité classiques faisant intervenir l'intérêt scientifique du projet, le nombre de chercheurs potentiellement intéressés, le coût et le temps de réalisation. Le coût initial de l'exploitation est d'habitude voisin de celui de la dernière année de construction.

Le schéma de la figure 2 place les plans à moyen terme au centre du cycle de planification. Avant de passer à leur élaboration au chapitre 4, le chapitre 3 décrira les activités au sein d'un grand centre de recherche.

Chapitre 3 : Les activités au sein d'un grand
centre de recherche fondamentale

31. Description sommaire du CERN (1969) (cf. Annexe 1)

Alors que la plupart des grands centres de recherche se consacrent à plusieurs disciplines, le CERN à Meyrin-Genève sert entièrement les fins de la physique des hautes énergies. Il accomplit dans ce sens une double mission :

- a) construction et exploitation d'accélérateurs et d'autres grands instruments à l'usage des expérimentateurs européens (actuellement, près de 60 % de ceux-ci dépendent du CERN pour leurs recherches); développement, s'il y a lieu, des techniques de pointe nécessaires.
- b) conduite d'un effort interne de recherches très avancées, lié à un programme de perfectionnement pour boursiers et savants visiteurs.

Ainsi le CERN ne rémunère que 7 % des expérimentateurs et théoriciens européens mais en accueille chaque année cinq à six fois plus. A ceux-ci, il faut ajouter un petit nombre de physiciens non-européens venant du monde entier. Aussi, la durée des séjours varie-t-elle entre quelques semaines et plusieurs années.

Le CERN exploite deux accélérateurs : un synchrocyclotron (SC) en fonction depuis 1957, de 600 MeV (millions d'électron-volts) et un synchrotron à protons (PS) de 28 GeV (milliards d'électron-volts) achevé en 1959. Le CERN construit actuellement deux autres machines liées au PS : un injecteur de 600 MeV (Booster) et des anneaux de collision et de stockage (ISR). Ces deux installations seront mises en exploitation en 1971/72 et on espère qu'elles prolongeront la signification du PS sur le plan mondial pendant la prochaine décennie. Le PS est aujourd'hui l'un des plus puissants

et meilleurs accélérateurs à protons au monde. Le SC sera aussi perfectionné en 1971.

Etabli à Meyrin-Genève en 1955, le CERN s'étend depuis 1966 sur 80 hectares par-dessus la frontière franco-suisse. L'effectif du personnel engagé par le CERN atteint actuellement 3 200 personnes auxquelles il faut ajouter 1 500 personnes rémunérées par les universités ou par les entreprises de services et de construction. Ce total comprend 900 physiciens et ingénieurs dont la moitié sont des chercheurs proprement dits. Les dépenses de 1968 ont atteint près de 280 millions de francs suisses versés par les treize Etats Membres de l'Organisation européenne pour la Recherche nucléaire, en général au prorata de leur PNB. La moitié de ce budget est actuellement destinée à la construction et au développement des grands instruments de recherche. L'autre moitié va à leur exploitation scientifique et aux services et travaux généraux.

Les Etats Membres sont chacun représentés par deux délégués formant le Conseil de l'Organisation. Celui-ci nomme un Directeur-Général pour 5 ans, qui peut adopter la structure organique qu'il juge adéquate. Actuellement celle-ci se compose de 7 départements formés eux-mêmes de divisions (Annexe 2).

Les produits les plus tangibles des travaux du CERN, les résultats et rapports de recherche et de développement technique, sont tous publiés et mis gratuitement à disposition des universités et de l'industrie.

32. Classification fonctionnelle des activités

Pour décrire le centre et pour le planifier, il a été jugé nécessaire de définir une classification fonctionnelle de ses activités. Celle-ci vise trois buts :

1° Représenter la structure de l'effort du Centre, de telle sorte

qu'elle corresponde aux buts dans le temps, c'est-à-dire assurer la cohérence programme-ressources.

- 2° Permettre la planification indépendamment de la structure organique du personnel ou de la codification imposée par les exigences budgétaires et comptables.
- 3° Planifier avec la participation d'un grand nombre de responsables scientifiques, techniques et administratifs, aux divers niveaux hiérarchiques.

Une Activité CERN est un effort significatif du Centre, effort d'un type déterminé dans un domaine déterminé. C'est la "molécule" de l'effort global. Les activités CERN sont définies de manière à conserver leur signification au moins dans le moyen terme, et à grouper les travaux qui doivent être analysés conjointement au niveau du centre.

Le type d'activité est caractérisé par le délai des réalisations en vue. La première distinction se fait suivant le critère : exploitation ou investissement ? Pour constituer un investissement une activité doit être telle que si elle cessait, seule la recherche future, mais non la recherche courante, serait affectée. La recherche courante comprend, elle aussi, des immobilisations comme l'achat de pièces de rechange et d'équipements spécifiques ; ces immobilisations ad hoc font, dans ce sens, partie des activités d'exploitation. Inversement, les activités d'investissement peuvent inclure le fonctionnement de prototypes pour de futures installations. Si ces prototypes étaient mis hors de service, seules les futures installations et, par conséquent, le futur programme de recherche s'en ressentiraient. Ce fonctionnement est donc considéré comme investissement. Une activité d'investissement correspond souvent à un projet, notamment lorsque ses objectifs sont nettement définissables.

Le domaine d'activité correspond à une étape vers le produit essentiel de la recherche fondamentale qui est l'information scientifique. Ici une distinction peut être faite d'emblée entre

les domaines scientifiques et techniques d'une part, et ceux qui constituent le soutien général de la recherche d'autre part.

La classification fonctionnelle la plus grossière se présente donc ainsi :

Par domaine : Par type :	Scientifique et technique	Soutien général
	Activités R	Activités S
Exploitation		
Investissement	Activités E, I, X, Z	Activités B

Activités R : Recherches et opérations : fonctionnement, entretien et modifications mineures en connexion avec les programmes de recherche. Appareillages à but unique.

Activités E : Equipement et développement à court terme (1 à 2 ans). Conception, construction et modifications majeures des équipements pour les programmes de recherche. Développement de techniques nouvelles.

Activités I et X : Projets à moyen terme (3 à 6 ans).

Activités Z : Projets à long terme.

Activités S : Services administratifs et techniques. Alimentations en énergie et eau.

Activités B : Construction de bâtiments, d'installations et d'aménagements généraux. Equipements pour les services.

Les domaines d'activités scientifiques et techniques reflètent les aspects du travail de recherche fondamentale en général :

<u>Aspect général en</u> <u>recherche fondamentale</u>	<u>Domaine d'activité</u> <u>CERN</u>	<u>Code</u> <u>CERN</u>
- Création et maintien des conditions caractéristiques	Accélérateurs, injecteurs et anneaux de collision	ACCEL
- Ajustement des conditions d'observation aux phénomènes étudiés	Faisceaux de particules et halles expérimentales	BEAMS
- Acquisition des données scientifiques	Détecteurs	DETEC
- Sélection et évaluation des données	Traitement des données (analyse et calcul)	DATAH
- Théorie de la discipline	Etudes théoriques	THEOR
- Diffusion de l'information scientifique	Cet aspect est compris, au CERN, dans le domaine de soutien général	

33. Mesure des activités

Les activités sont évaluées en trois classes de mesure :

- les paramètres, (cf. section 432)
- les effectifs, (cf. section 433)
- les coûts, (cf. section 434).

Les paramètres désignent en général la production de l'activité ; dans certains cas, ils sont presque évidents : heures d'exploitation par année, photographies prises, surfaces à nettoyer, valeur ou nombre des instruments en stock, etc... Dans d'autres cas, on se heurte aux difficultés intrinsèques d'évaluation de la productivité scientifique : il est, par exemple, reconnu que le nombre ou le poids des publications est rarement un paramètre utilisable dans le domaine de la théorie !

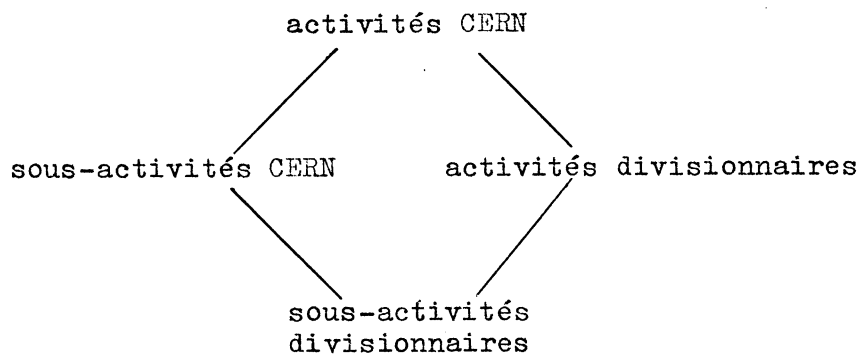
Les effectifs (sigle CERN : N) peuvent se rapporter au type de contrat, à la fonction ou à la source de rémunération du personnel. Ce dernier aspect est très important dans un Centre qui ne rémunère lui-même qu'une minorité des chercheurs qu'il accueille. Les unités peuvent être les personnes présentes, en fin d'année notamment, ou des hommes-année.

Les coûts se rapportent soit au personnel (sigle CERN : P), soit aux matériels et services (sigle CERN : M). Les coûts annuels sont en général corrigés par l'ajustement des variations de prix selon les indices économiques.

Les paramètres permettent d'exprimer les objectifs et de mesurer l'avancement de l'activité par rapport aux objectifs. Les effectifs et les coûts permettent d'effectuer des synthèses et des analyses quant à l'effort correspondant. L'utilisation simultanée des différentes classes de mesure donne la plupart des ratios communément utilisés comme indicateurs. Le temps intervient enfin d'une part dans la définition des types d'activité, d'autre part dans les présentations chronologiques à l'aide des mesures ci-dessus.

34. Constitution des activités

341. Les activités CERN sont constituées de sous-activités CERN ou d'activités divisionnaires. Celles-ci sont elles-mêmes composées de sous-activités divisionnaires qui représentent les "atomes" de l'effort global en termes fonctionnels.



Cette décomposition peut être nécessaire pour l'une ou plusieurs des raisons suivantes :

- a) identifier l'effort avec une précision accrue ;
- b) trouver des paramètres valables ;
- c) transformer les données comptables en données fonctionnelles.

La structure hiérarchique étant du haut vers le bas :

Département
Division
Groupe (ou Service)
Section (ou Bureau)

la sous-activité divisionnaire correspond alors au travail d'un ou de plusieurs groupes. Le groupe (ou service) est la plus petite unité autonome de recherche (ou de soutien), pouvant disposer d'un programme indépendant et de ses propres crédits.

342. La transformation des données comptables s'effectue à partir du niveau de la section en collaboration avec le chef de groupe. Celui-ci indique les correspondances entre les codes comptables et les codes des sous-activités fonctionnelles. Dans ~80 % des cas, il s'agit là de correspondances directes mais dans

~ 20 % des cas le chef de groupe indique des ventilations, un code comptable pouvant se rapporter à plus d'un code fonctionnel à la fois. Les clefs de conversion sont revues une à deux fois par an dans le cadre de chaque division. Pour les nombres de personnes, la répartition peut également être soit globale pour l'ensemble du groupe ou de la section, soit au prorata des travaux effectués. Pour ce cas, on ne demande pas à tout le personnel de remplir hebdomadairement des fiches de travail, afin d'éviter les formalités administratives. Il est suffisant de réviser les clefs de répartition périodiquement avec le chef de groupe. Le 20 % mentionné plus haut provient surtout de groupes chargés à la fois du fonctionnement et du développement d'un appareillage important. Ceci se produit particulièrement dans le cas des accélérateurs et des grands détecteurs. Nous reviendrons sur cet aspect à la section 363.

35. Tableaux synthétiques

351. Des activités ou projets contribuant à un même but peuvent constituer un programme d'activité. S'il ne s'agit que de projets, c'est-à-dire d'activités du type "investissement", le programme ainsi formé peut lui-même s'appeler Grand Projet. La figure 3 montre la représentation de programmes dans le plan des types et des domaines d'activité. Les mesures d'activité peuvent s'appliquer à tous ces ensembles comme aux activités elles-mêmes.

352. Les tableaux synthétiques des activités sont des bases pour la planification et pour la construction de modèles. L'agrégation doit donc se faire à chaque étape de planification suivant les questions les plus pressantes à l'horizon temporel correspondant. Ces questions - pourquoi ? par qui ? pour où ? pour quand ? - se rapportent à l'exécution des activités ou ensembles considérés et s'expriment dans les classes de mesures indiquées. Leur ordre d'importance a été établi comme suit :

Figure 3

Mesures des activités et programmes, à l'aide de paramètres, d'effectifs (N)
et de coûts (P,M,T)

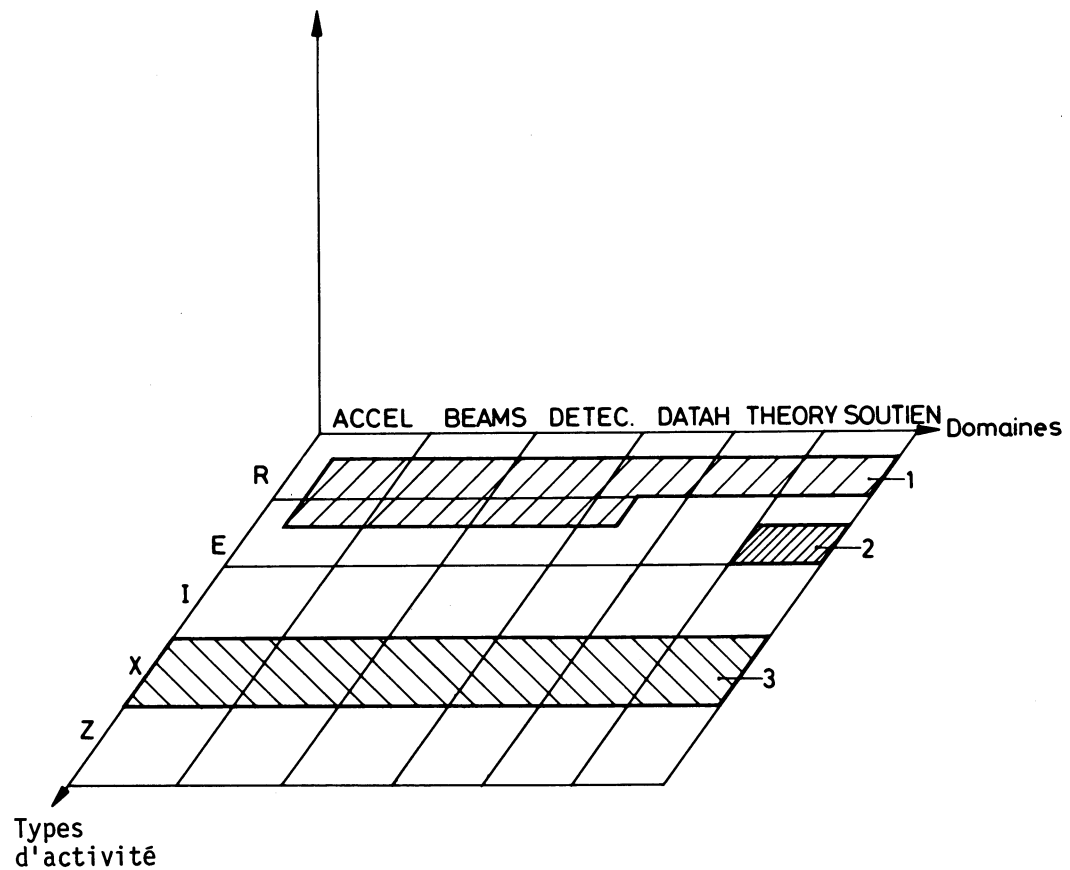


Fig. 3 : Représentation de programmes

Exemples: 1:Programme d'exploitation et de développement
2:Programme de construction
3:Grand projet

<u>Question*</u>	<u>Réponse*</u>	<u>Rang d'importance</u>	
		<u>Long et moyen terme</u>	<u>Court terme et gestion courante</u>
Pour quoi ?	Le Programme	1°	4°
Pour quand ?	Le type d'activité	2°	3°
Pour où ?	Le domaine	3°	2°
Par qui ?	L'unité organique	4°	1°

* exprimées dans la même classe de mesure

Ce qui est donc essentiel dans les vues à long terme, à savoir les programmes et les types, l'est moins à court terme et vice-versa. En pratique, on trouve ainsi que trois synthèses d'activité sont nécessaires. Elles se recouvrent partiellement pour permettre les transformations de l'une à l'autre.

- A) Tableaux pour long et moyen terme : Présentation par programmes avec activités suivant leur type, le domaine et enfin l'unité organique.
- B) Tableaux pour moyen et court terme : Présentation par unités organiques avec activités suivant le domaine, le type et le programme qu'elles concernent.

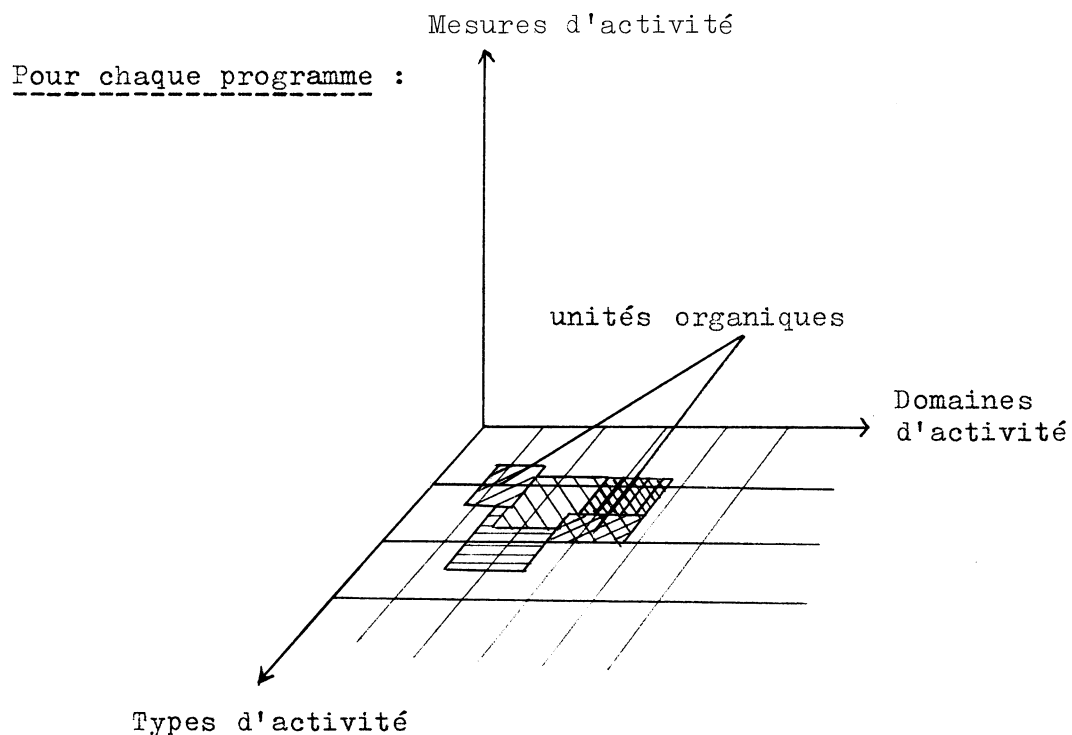
La figure 4 montre ces deux représentations schématiquement.

- C) Tableaux pour le court terme et la gestion courante : Présentation usuelle, budgétaire et comptable, par unité organique (Tableau 3).

La section suivante concernera les relations entre ces trois présentations.

Figure 4

A) Représentation à long et moyen terme (par programmes)



B) Représentations pour moyen et court terme (par unités organiques)

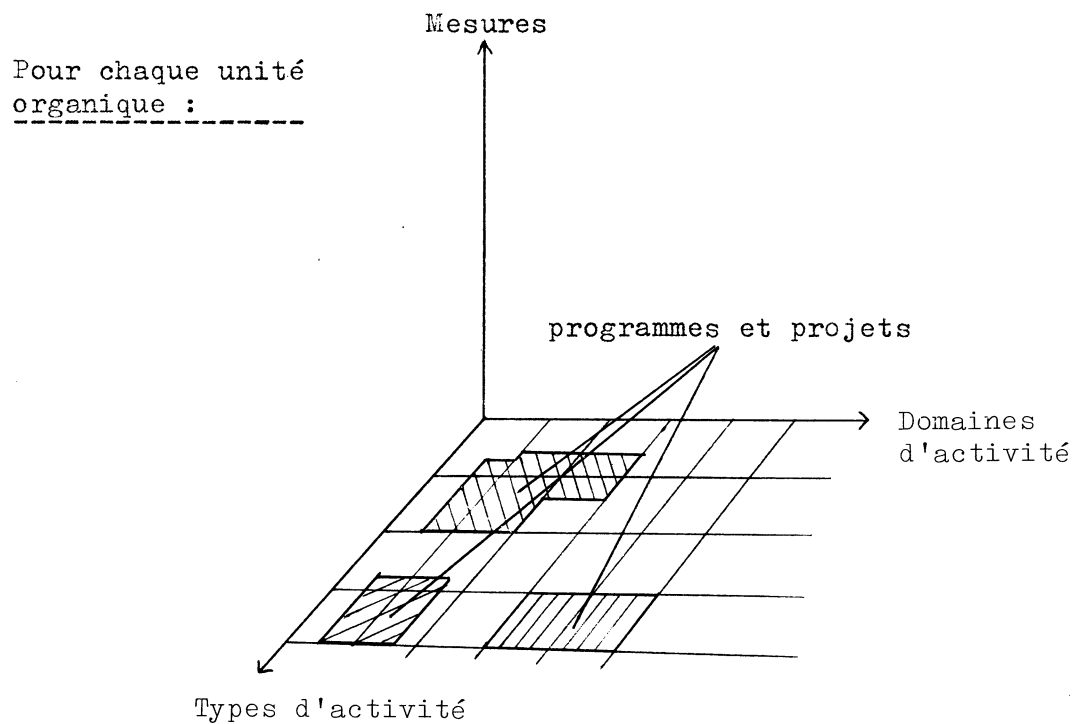


Fig. 4 Représentations fonctionnelles des activités

36. Plan fonctionnel et plan comptable

361. Il a déjà été mentionné à la section 342 que les coûts des activités sont constitués, pour les années écoulées, d'éléments comptables assemblés au moyen de clefs de conversion révisées périodiquement. Il convient encore de montrer la relation entre le plan fonctionnel des représentations A et B et le plan budgétaire et comptable. Celui-ci se présente comme suit :

Unités organiques Chapitres budgétaires	Division		
	(par groupes et sections)		
1. <u>Personnel</u> (par genre de contrat)			
2. <u>Fonctionnement</u> (par domaines)			
3. <u>Immobilisations</u> (par domaines)			

Tableau 3 : Représentation comptable des dépenses
(Représentation C)

Les rubriques sous les chapitres 2 et 3 ont été choisies de manière à ce qu'il y ait correspondance par domaine. Par exemple :

22 = Frais de fonctionnement des accélérateurs

32 = Frais d'immobilisation par accélérateur

Cette classification par domaines permet aisément la conversion du plan comptable en plan fonctionnel. En effet, le

système de coordonnées résultant de la combinaison de ces deux plans peut être représenté ainsi :

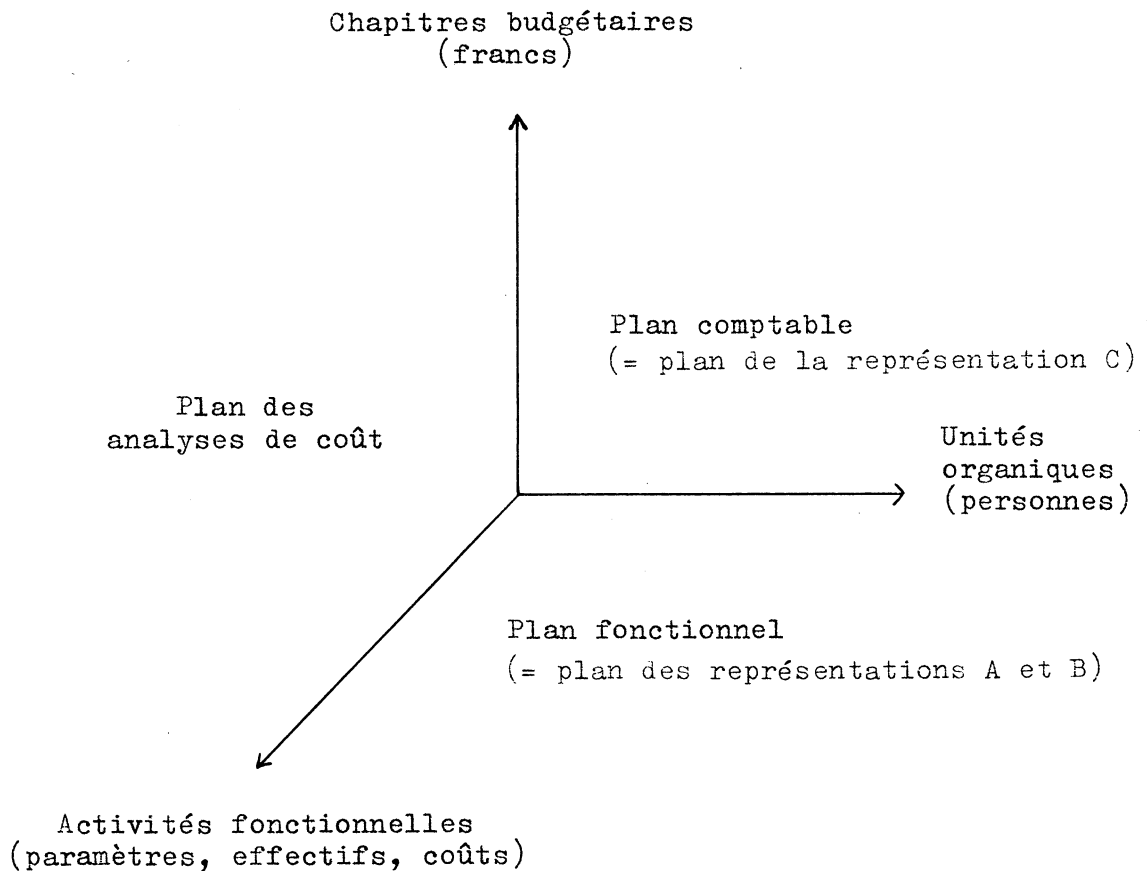


Fig. 5 Plan fonctionnel et plan comptable

Le troisième plan constitue le terrain des analyses de coût, généralement par domaine.

362. Essayons d'illustrer cette structure en expliquant les diverses significations du terme "traitement des données" suivant l'axe sur lequel on le rencontre.

Figure 6

Domaine Type	ACCEL	BEAMS	DETEC	DATAH	THEORY	SOUTIEN
Courtant (R,S)	R11 Exploitation Machine PS	R12 Exploitation Aires PS	R13a Expériences électroniques R14a Exploitation chambres à traces R22 Expériences SC	R13b Analyses autour des détecteurs électroniques R14b Analyses autour des chambres à traces R4 Traitement central des données	R3 Etudes théoriques	S1 Administration S2 Services admin. S3 Services techniques S4 Exploitation du site S5 Alimentations
	R21 Exploitation SC					
Court terme (E,B)	E11 Développement PS	E12 Développement Aires PS	E13 Développement des détecteurs électroniques E14 Développement des chambres à traces	E16 Développement des installations centrales		B1 Construction B2 Equipement pour services
	E21 Développement SC	E17 Développement Serpukhov E19 Développements cryogéniques, etc				
Moyen terme (I) (X)	I1 Améliorations PS (phase I) I5 Améliorations PS (phase II) X51 Projet machine ISR	I2a Faisceau neutrino I6 Faisceau Zone Ouest X52 Zones ISR X54 Zone Ouest	I3a Projet Omega I2b Projet Gargamelle I4 Projet BEBC X53 Détecteurs ISR	I3b Projet Omega (Analyses)		(X55) Services pour projet ISR
Long terme (Z)	Z1 Etudes 300 GeV					(Z2) Services pour études 300 GeV

Figure 6 Plan fonctionnel : activités et sous-activités CERN

Figure 7

DIVISION DONNEES ET DOCUMENTS (DD)

(en milliers de francs)

Unités organiques

Budget 1968	Dépenses probables 1968	Chapitres et rubriques	Budget 1969	Direction	Ordinateurs centraux	Analyse des données	Information scientifique
21'808 =====	25'770 =====	TOTAL =====	22'410 =====	695 ===	12'980 =====	5'645 =====	3'090 =====
8'078	8'180	1. Personnel	9'730	350	4'480	3'030	1'870
7'750 17	7'805 70	10) Titularisé	9'300 90	345 5	4'325 -	2'830 15	1'800 70
213	195	11) Auxiliaire	230	-	100	130	-
98	110	12) Laboratoire	110	-	55	55	-
		14) Consultants et visiteurs					
5'180	5'810	2. Fonctionnement	5'400	290	3'715	535	860
200	215	20) Terrains et bâtiments	185	40	90	25	30
560	950	21) Equipement technique	925	10	45	60	810
10	5	23) Equipement pour expériences	5	-	-	5	-
4'055	4'350	25) Traitement des données	3'990	-	3'550	440	-
355	290	28) Administration	295	240	30	5	20
8'550	11'780	3. Immobilisations (cf § 362)	7'280	55	4'785	2'080	360
525	550	31) Equipement technique	580	55	80	85	360
10	-	33) Equipement pour expériences	5	-	-	5	-
8'015	11'230	35) Traitement des données	6'695	-	4'705	1'990	-

Le "Traitement des données" se rapporte :

- sur l'axe des unités organiques :
 - à une Division spécialisée (DD), (Figure 7)
 - à divers groupes dans d'autres Divisions ;
- sur l'axe des activités fonctionnelles : (Figure 6)
 - à un domaine contenant des activités d'exploitation (R4), (R13b), (R14b), et d'investissement (E16), (I3b) ;
- sur l'axe des chapitres budgétaires : (Figure 7)
 - à une rubrique de fonctionnement (25),
 - à une rubrique d'immobilisations (35).

En d'autres termes, le plan comptable indiquera quelles unités et quels moyens financiers sont engagés spécifiquement dans un travail de traitement de données, tandis que le plan fonctionnel montrera le cumul de tous les efforts dans ce domaine, directs et indirects.

363. Cette différenciation entre l'aspect comptable et l'aspect fonctionnel assure, en outre, une grande flexibilité, condition essentielle posée à la gestion du Centre : l'acquisition d'un ordinateur, par exemple, constitue évidemment une immobilisation (chapitre budgétaire n° 3), mais elle peut être considérée comme coût d'exploitation (R4) sur le plan fonctionnel, parce que son mode de paiement annuel est assimilé à une location. L'aspect de flexibilité est encore plus important pour l'emploi du temps de personnel. Grâce aux coefficients indiqués par les chefs de groupes eux-mêmes (cf. section 342), le travail des groupes est imputé aux activités effectives et non à l'activité "nominale" de groupe : ceci est très important lorsqu'un groupe dit "de recherche courante" (type R) se consacre en grande partie au développement de ses outils de recherche, et lors d'un changement de structure organique. Ces changements sont très fréquents en raison du mouvement des chercheurs et de la croissance du Laboratoire.

364. Les clefs de conversion peuvent donc toucher :

- le personnel (chapitre budgétaire 1, mesure fonctionnelle P),
- le matériel (chapitres 2 et 3, mesure fonctionnelle M).

Des exemples de ces clefs sont donnés à l'annexe 3.

En outre, des clefs de ventilation sont appliquées, sur le plan fonctionnel, à l'intérieur de chaque Division, pour répartir des "activités générales" telles que :

- n° 9 : Direction de la Division,
- n° 11 : Personnel surnuméraire de laboratoire,
- n° 12 : Boursiers et visiteurs,

sur les activités "productives" n° 1 à 8 de la Division ; ces ventilations doivent se faire à chaque transformation de présentation B en présentation A (Annexe 4).

365. L'ordinateur administratif du centre a été programmé pour manier le grand nombre d'éléments inclus dans chaque présentation A, B et C avec les clefs de conversion et de ventilation mentionnées. Il s'agit, en fait, de réduire 2 000 comptes comptables de dépense (présentation C) à 150 activités divisionnaires (présentation B) et finalement à 30 activités CERN (présentation A). Le rapport d'agrégation $\frac{C}{B}$ est inférieur pour les effectifs (200 sections organiques en présentation C).

Des annexes donnent des exemples des représentations A agrégée (Annexe 5), A détaillée (Annexe 6) et B (Annexe 7).

Chapitre 4 : Le processus de planification d'un grand centre de recherche fondamentale

Par processus de planification, il faut entendre l'évolution d'un système qui présente un aspect logique, c'est-à-dire la structure de la planification et un aspect formel, c'est-à-dire l'organisation de la planification. Ces deux aspects peuvent être esquissés respectivement par un schéma (figure 8) et par un cycle annuel (figure 9). Nous décrirons ces figures dans les sections 41 et 42, puis nous les compléterons par quelques exemples tirés du CERN et suggérerons les développements qui paraissent les plus prometteurs.

41. Le schéma de la planification

411. La figure 8 montre les fonctions logiques liées entre elles par des flux de données. Le schéma s'articule à trois niveaux :

- supérieur, où s'élabore la politique scientifique ;
- central, concernant les activités agrégées du Laboratoire ;
- périphérique, comprenant les activités des unités organiques.

Les fonctions peuvent être groupées en :

- modèles et jugements ; (cf. section 413)
- prévisions et contrôle. (cf. section 414)

412. Le modèle principal du centre de recherche est la plaque tournante du système de planification.

Les éléments d'entrée sont :

- les variables exogènes émanant de la politique scientifique : contraintes et demandes comme la disponibilité de chercheurs, le progrès scientifique, l'enveloppe financière globale ;

Figure 8

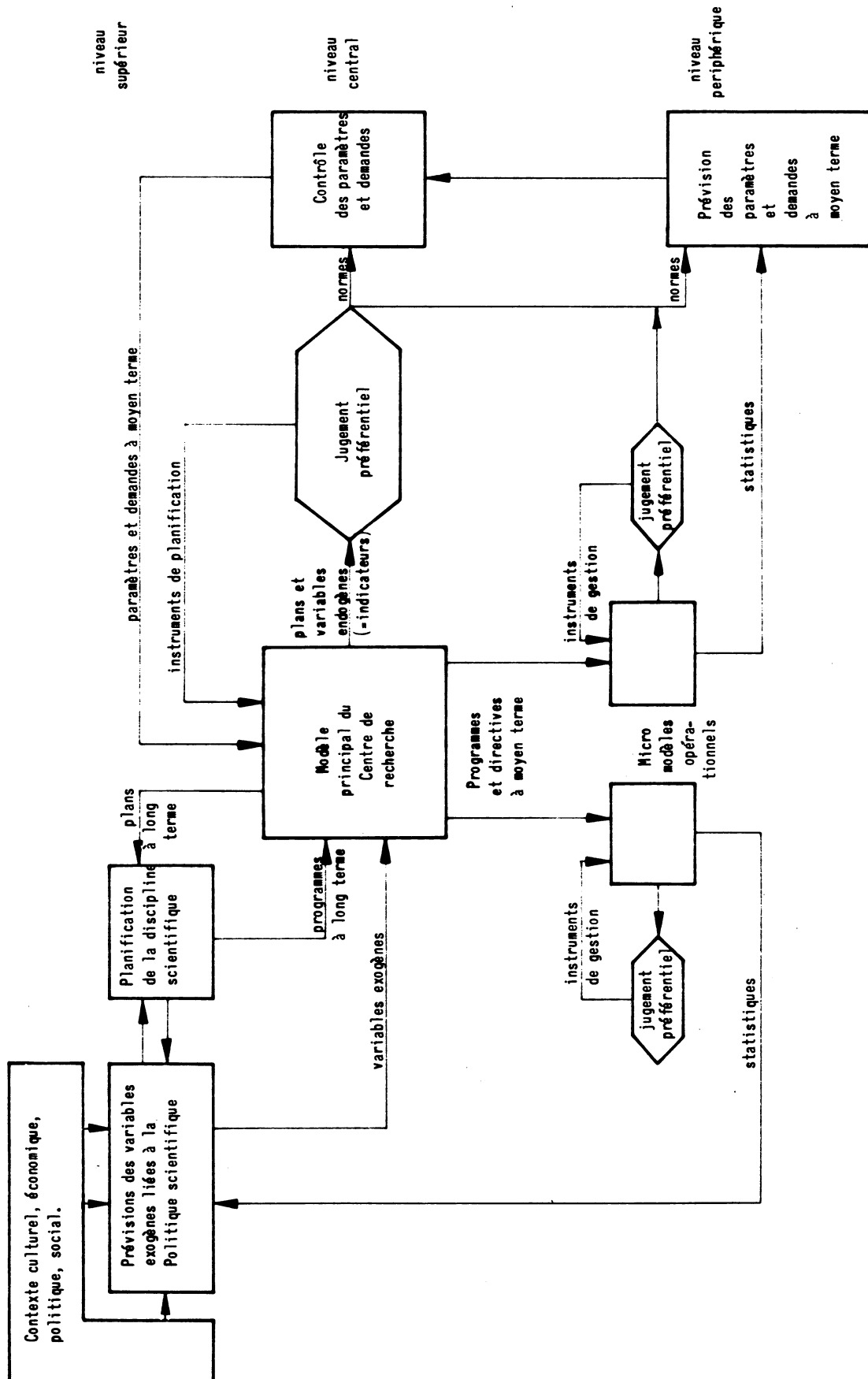


Fig. 8 : Schéma de planification du Centre de recherche

- les programmes à long terme élaborés dans le cadre de la discipline scientifique. Ceux-ci se traduisent, en méga-science, principalement par des demandes de gros équipements et par des objectifs quantifiés, dans le sens de la définition donnée à la section 121 ;
- les paramètres et demandes internes qui reposent sur des normes et des séries statistiques ;
- les instruments de planification utilisés par le jugement préférentiel ; les instruments peuvent être directs s'ils se rapportent explicitement à une activité, indirects dans la mesure où ils touchent toutes les activités possédant certaines propriétés.

Les éléments de sortie sont :

- des propositions et justifications constituant les plans envisagés à long terme par le centre de recherche ;
- les variables endogènes ou indicateurs soumis pour itération au jugement préférentiel ;
- les programmes et directives à moyen terme qui constituent les éléments d'entrée des sous-modèles opérationnels des unités organiques et ceux des comités de planification et de coordination.

Les statistiques provenant de ces unités servent à formuler les prévisions à moyen terme pour le Laboratoire de recherche, et à long terme, dans le contexte de la Politique scientifique. Pour le reste, les sous-modèles fonctionnent de manière analogue au modèle principal, conjointement avec leur fonction jugement. Toutes les données sont exprimées en mesures d'activités et de sous-activités.

413. Les modèles et les fonctions "jugement préférentiel" sont étroitement apparentés. En effet, le système doit fournir les informations nécessaires à ceux qui doivent porter le jugement. Il s'agit, en premier lieu, de suppléer par un jugement personnel aux nombreuses situations où une fonction-objectif n'est pas définissa-

ble et à intégrer ces jugements à chaque niveau du système de planification. Ceci est particulièrement valable en recherche fondamentale où les décisions importantes dépendent en grande partie de l'orientation momentanée de la pensée scientifique et de la personnalité des savants. Les modèles doivent ainsi produire des indicateurs auxquels le consensus scientifique attribue des valeurs. Ces indicateurs actionnent, à travers le jugement, des "instruments de planification" immédiatement utilisables dans le modèle, et permettent d'établir des normes pour les prévisions et demandes internes.

414. Les prévisions et demandes exprimées par les unités du Laboratoire reposent sur les trends de leurs activités, sur les projets spécifiques, les normes et facteurs provenant du niveau central, ainsi que sur les demandes exercées de l'extérieur directement sur chaque unité. La fonction "contrôle" associée à ces prévisions comporte la vérification de l'application des normes et facteurs élaborés pour tout le Laboratoire et, le cas échéant, la mise en question de l'évaluation des projets proposés.

Idéalement, on disposerait de coefficients correctifs pour chaque auteur de projet. Ces coefficients seraient appliqués aux estimations des projets. Il est en effet connu dans chaque laboratoire que certains chercheurs et ingénieurs surestiment et d'autres sous-estiment systématiquement les travaux envisagés. En pratique, ces coefficients existent à divers échelons, dans l'esprit des Directeurs et Chefs de Division, mais il serait évidemment délicat et même vain de les incorporer explicitement dans un système de planification.

415. Il faut mentionner que ce contrôle de planification se superpose au contrôle de gestion qui intervient tant au niveau central (cf. Annexe 2) qu'au niveau périphérique. Pour le contrôle d'avancement et de coût des projets, les unités utilisent la méthode du chemin critique à une estimation (CPM). Le CPM/PERT est également appliqué pour niveler l'utilisation de main-d'œuvre technique. Le suivi des coûts se fait en extrayant des rapports

comptables les données qui se rapportent à des sous-systèmes du réseau CPM. La prévision des coûts se fait également par sous-systèmes. Dans le cas de projets importants, leurs sous-systèmes sont traités comme sous-activités divisionnaires.

42. Le déroulement annuel de la planification

421. Les programmes à moyen terme portent sur les quatre ans à venir. A étant l'année en cours, la procédure annuelle vise à :

- prolonger d'un an ($A + 4$) le programme à moyen terme existant,
- réviser le programme pour $A + 3$ et $A + 2$,
- établir le programme à court terme auquel correspond le budget pour $A + 1$.

On obtiendra ainsi :

- a) Un jeu de plans avec plans financiers constituant les "estimations" pour $A + 3$ et $A + 4$.
- b) Un programme autorisé avec budget "ferme" mais sujet à confirmation pour $A + 2$.
- c) Un programme autorisé avec budget alloué pour $A + 1$.

422. Ces buts sont pris en considération dès l'établissement du calendrier annuel de planification par le bureau central du Programme. Ce dernier prévoit, en général, trois phases (figure 9) :

- la première sonde et expose les plans du Centre de recherche pour $A + 1$ à $A + 4$;
- la deuxième fixe ou confirme l'enveloppe des divers programmes pour $A + 1$ à $A + 4$;
- la troisième précise $A + 1$. Ce cas général sera décrit dans les sections 424 - 426 et l'annexe 8 en montre un exemple au CERN pour 1968.

Figure 9

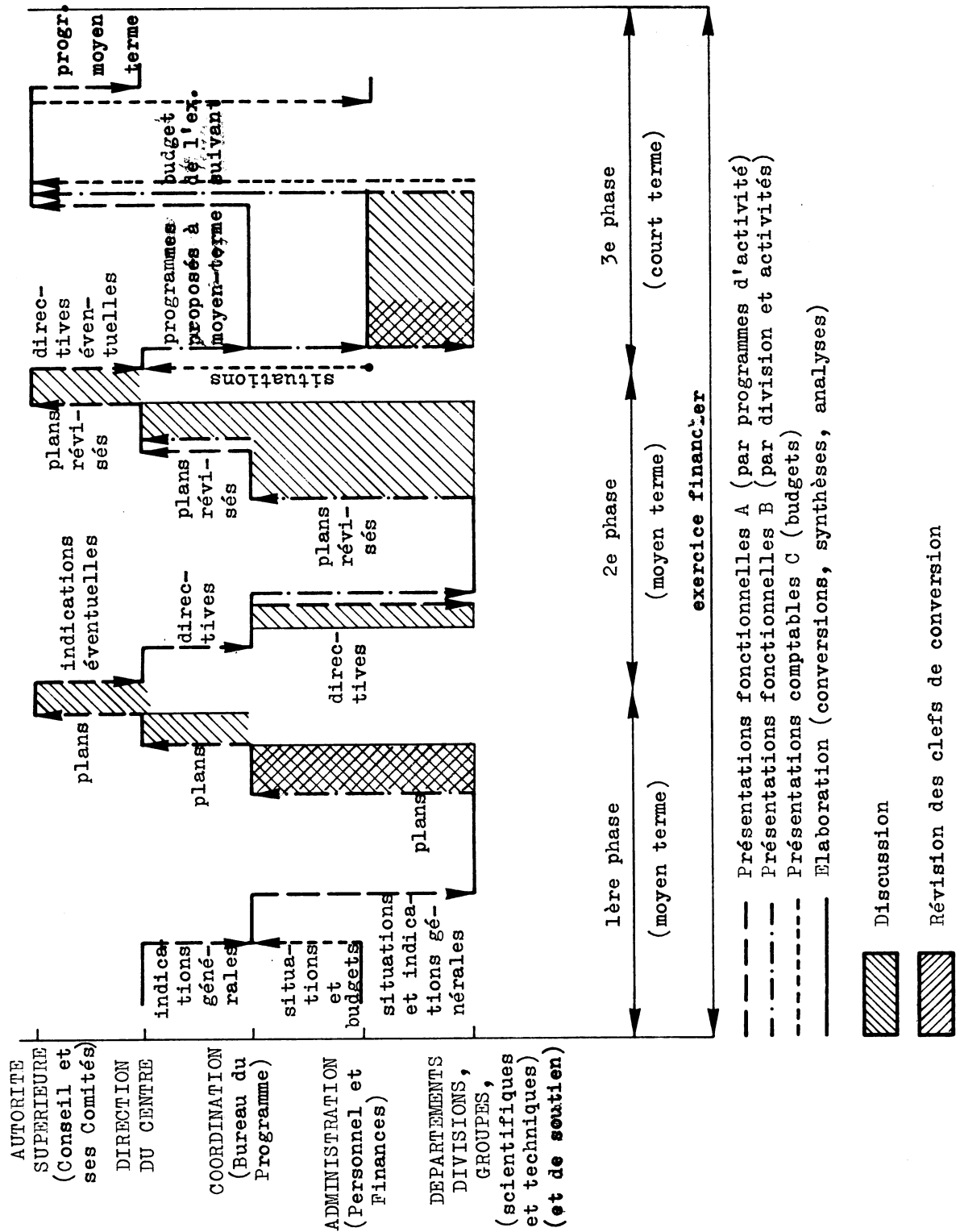


Fig. 9 : Déroulement annuel de la planification

Dans le cas du passage d'un régime à prédominance d'investissements à un régime d'exploitation,

- la première phase se limitera préférentiellement aux années d'investissements, par exemple A + 1 et A + 2 ;
- la deuxième phase établira A + 3 et A + 4, après avoir confirmé la première ;
- et la troisième phase précisera A + 1 comme auparavant. Ce cas particulier est illustré par l'annexe 9 pour le CERN en 1969.

423. Ces phases doivent permettre l'orchestration de la planification entre les participants suivants :

Pour le CERN

- | | |
|-------------------------|--|
| - autorité supérieure : | Conseil, Comités des Directives Scientifiques et des Finances |
| - direction : | Comité de Direction |
| - coordination : | Bureau du Programme |
| - administration : | Divisions du Personnel et des Finances |
| - exécution : | Départements, Divisions et Groupes, Comités permanents ou ad hoc |

Il ne doit pas s'agir d'une simple consultation du haut vers le bas mais d'un véritable colloque, dirigé d'abord par l'organe de coordination pour les phases I et II, puis par l'administration pour la phase III. Ce calendrier doit être établi de manière à ce que chacun sache quels contacts prendre et quelles informations fournir à quelle date.

424. Première phase

Le Bureau du Programme demande aux Divisions de soumettre leurs plans pour A + 1 à A + 4. Pour cela, elles reçoivent à leur disposition :

- les chiffres de A - 3 et A - 2 ; on applique ici le principe de symétrie temporelle ⁽³⁴⁾ selon lequel le planificateur doit disposer d'éléments rétrospectifs pour le même ordre de durée que la période à planifier ;
- les résultats provisoires de A - 1 dans leur présentation fonctionnelle ;
- les chiffres autorisés pour le budget de A ;
- les chiffres établis en A - 1 pour A + 1, A + 2 et A + 3 mais corrigés par l'application de la variation des prix (indices).

Ces indices sont appliqués globalement aux quatre secteurs de coûts suivants :

- salaires et allocations,
- bâtiments et installations s'y rapportant,
- équipement scientifique et technique,
- postes non affectés par la variation des prix, tels certains contrats d'électricité, les commandes de matériel à prix fixe, des indemnités forfaitaires, etc...

Sans entrer ici dans les diverses techniques d'indexation, on soulignera cependant la signification de cette mise à jour des prix, afin que les séries chronologiques contiennent des coûts actualisés.

Le document le plus important de cet envoi est constitué par les indications générales de la Direction concernant les réalisations de l'année écoulée comparées au programme, les objectifs globaux et les problèmes identifiables dans les années envisagées, en particulier dans l'année A + 4 étudiée pour la première fois. Ce document doit se borner à rappeler les buts déjà fixés au cours de l'exercice précédent et les facteurs de coût prévisibles, comme p.ex. le salaire moyen de chaque division. Pour le reste, ces indications

doivent décrire les problèmes et peuvent tout au plus suggérer des solutions, par souci de préserver l'initiative et la liberté d'action de tous les responsables. En fait, l'addition des montants annuels ainsi suggérés doit dépasser, de quelques pour-cents, les totaux disponibles selon l'enveloppe à moyen terme, de manière à laisser à la dernière étape de planification le soin d'ajuster les demandes internes au budget présenté pour A + 1.

Les indications sont rédigées conformément à la présentation A de la figure 4, c'est-à-dire en premier lieu par type et domaine d'activité, et, secondairement, par Division. Lorsque cela est nécessaire, les Divisions sont ainsi amenées à constituer d'elles-mêmes des groupes de travail ad hoc pour délimiter leurs responsabilités respectives. Ceci est l'un des aspects essentiels de la collaboration : réduire au minimum le nombre de cas où la Direction doit arbitrer entre Divisions, soit pour combler des lacunes, soit pour éviter des duplications. Il faut cependant souligner que contrairement aux principes industriels, la recherche scientifique admet souvent que des groupes intéressés aux mêmes travaux les poursuivent parallèlement. La limite de ces doubles efforts est donnée par l'enveloppe "suggérée" pour l'activité correspondante.

Pour définir leurs plans, les Départements et Divisions entament une procédure semblable avec les groupes de recherche. Les plans ainsi formulés sont renvoyés au Bureau du Programme sous forme fonctionnelle B. Ces plans doivent contenir les paramètres, les effectifs et les coûts par sous-activité divisionnaire, accompagnés de commentaires adéquats.

Avant d'en effectuer la synthèse, le Bureau du Programme analyse ces plans et contrôle l'application des normes admises : F/année-homme, m²/personne, Dépenses de personnel/Dépenses de matériel, etc... En outre, il révisé les clefs de conversion et de ventilation avec les Divisions.

La synthèse est discutée sous forme A avec la Direction qui la soumet elle-même pour commentaires aux organes du Conseil.

425. Deuxième phase

Dans la mesure où les nouveaux plans respectent les totaux des programmes précédemment approuvés pour les trois premières années considérées, seule l'année A + 4 devrait pouvoir susciter des oppositions au niveau supérieur. Si tel est le cas, la discussion portera toutefois sur l'ensemble des années A + 1 à A + 4 et des indications seront recueillies par la Direction qui s'en servira pour ses propres directives. Celles-ci seront distribuées après discussion, sous forme A et B, c'est-à-dire qu'elles seront beaucoup plus spécifiques que les premières indications. Elles contiennent, en fait, la charpente de tous les programmes pour A + 1 à A + 4.

Après révision des plans par les divisions, cette deuxième phase se poursuit comme la première par la synthèse A. A noter, toutefois, qu'à ce stade les plans spécifiques B sont remis conjointement avec la présentation A, de manière à permettre une double analyse de la part de la Direction : sous l'angle des programmes et sous l'angle des unités organiques. Les plans financiers ainsi soumis aux autorités supérieures se montent à des totaux qu'elles pourront accepter avec très grande probabilité ; cette procédure a surtout pour but de convaincre le Conseil qu'un programme est en voie d'élaboration pour A + 4 dans le cadre indiqué lors de la première phase.

426. Troisième phase

Elle débute avec les éventuelles directives du niveau supérieur. Cette base, ainsi que les situations du personnel et des finances pour l'année en cours, permettent à la Direction d'établir une proposition ferme pour A + 1. A ce stade, l'Administration prend la relève du Bureau du Programme pour résoudre tous les problèmes de détail pour A + 1 et établir, avec les Divisions, les budgets correspondants. Etant donné que ces budgets seront présentés sous formes B et C, la révision des clefs s'impose dès le début de cette phase. L'Administration établira en même temps les situations probables pour A.

Ainsi le Centre de recherche transmettra à la fois, pour approbation par le Conseil, les documents suivants :

- situation probable à fin A (sous forme C) ;
- budget pour A + 1 (sous formes B et C) ;
- programme à moyen terme montrant A - 3 à A + 4 et demandant la confirmation "ferme" de A + 2, la confirmation de l' "estimation" pour A + 3 et l'inscription de A + 4 comme nouvelle "estimation".

43. Le flux des données

Les données utilisées dans la planification sont décrites dans les sections suivantes par des exemples du CERN.

431. Les variables exogènes reflètent la démographie et l'enseignement supérieur, par exemple :

- nombre d'étudiants en physique ou, à défaut de ce nombre, celui des étudiants en sciences naturelles ;
- nombre de physiciens diplômés en physique des particules ;
- nombre d'universités ayant une faculté de physique et nombre de centres régionaux de physique des hautes énergies.

En outre, le coût de la recherche par homme-année figure comme variable à caractère technico-économique. Ce ratio peut être considéré comme une unité valable de mesure de l'activité scientifique en Europe ^{(35) (36)}.

La prévision de ces données est effectuée au niveau de la discipline scientifique. Dans le cas du CERN, ces travaux sont effectués par l'ECFA et le CERN lui-même, qui agit alors en tant qu'organisation faîtière et s'appuie sur les travaux de l'OCDE, de l'UNESCO et de leurs correspondants nationaux.

432. Les paramètres physiques décrivent de manière immédiate les objectifs et les produits des activités. Le tableau suivant montre comme exemples les paramètres principaux considérés au CERN, par domaine d'activité, pour les types R et S (Entre parenthèses les codes du domaine et des activités).

<u>Accélérateurs</u> :	heures d'exploitation par an
(ACCEL : R11, R21)	nombre de cibles en fonction
	nombre d'éjections de faisceau
	intensité et énergie moyennes
	taux de répétition
<u>Faisceaux</u> :	nombre de faisceaux installés
(BEAMS : R12)	nombre de faisceaux fonctionnant simultanément
	nombre d'aimants disponibles
	puissance électrique installée
	tonnage de blindage disponible
<u>Détecteurs</u> :	nombre de groupes présents au CERN (groupes
(DETEC : R13a, R14a,	internes, externes et mixtes)
R22)	nombre de groupes auprès des détecteurs
	nombre de détecteurs installés
	heures d'exploitation par an
	déclenchements, photos, événements par an
	durée moyenne d'une expérience
<u>Traitement des données</u> :	nombre de machines à mesurer les films
(DATAH : R13b, R14b,	(manuelles et automatiques)
R4)	nombre de photos mesurées
	nombre d'événements mesurés
	nombre d'ordinateurs <u>périphériques</u> utilisés
	capacité des ordinateurs <u>centraux</u>
	nombre de travaux par semaine
	nombre d'utilisateurs par semaine
	nombre de cartes lues
	nombre de pages imprimées

<u>Services</u> :	nombre de personnes employées
(SOUTIEN : S1, S2,	nombre de visiteurs scientifiques
S3, S4, S5)	nombre de rapports publiés
	nombre de commandes placées
	nombre de travaux d'ateliers
	nombre de retraits des magasins
	surfaces à entretenir
	puissance d'énergie consommée, etc...

Les activités et sous-activités divisionnaires reprennent et détaillent ces paramètres. Pour les types d'activité d'investissement E et B, les accroissements annuels de ces grandeurs constituent le plus souvent les paramètres ; dans le cas de projets (I, X, Z), ce sont les calendriers eux-mêmes qui tiennent généralement lieu de paramètre.

En outre, la valeur des équipements disponibles représente un paramètre essentiel. Il permet de lier entre elles, soit les mesures d'une même activité, soit les activités d'un même domaine. La valeur choisie est celle d'acquisition, plutôt que la valeur vénale, précisément afin de pouvoir exprimer les investissements à court terme en fonction d'une valeur d'origine connue. Cet aspect fera l'objet de la section 445. Il faut mentionner une difficulté à cet égard : celle de connaître le prix de revient des instruments fabriqués dans le centre lui-même sans recourir aux méthodes comptables industrielles, jugées trop onéreuses pour l'usage qu'en fait la recherche fondamentale. On admet, toutefois, que le traitement électronique des données comptables va permettre d'obtenir ces informations avec la précision et dans les délais voulus.

433. Les effectifs du personnel (N) sont considérés d'après trois critères :

- le type de contrat : personnel titularisé avec contrats à moyen et long terme
- personnel surnuméraire avec contrats à court terme

boursiers et visiteurs avec contrats à court terme.

- la rémunération :
 - grades supérieurs
 - grades moyens
 - grades inférieurs
 - visiteurs non rémunérés par le Centre
- la fonction :
 - scientifiques
 - ingénieurs
 - techniciens et spécialistes
 - personnel administratif
 - personnel non spécialisé et des services généraux.

L'unité utilisée dans les modèles est en général l'homme-année. Toutefois, les demandes et directives s'expriment aussi en effectifs à fin de l'année.

434. Tous les coûts (T) s'entendent par année budgétaire. Celle-ci correspond, au CERN, à l'année du calendrier. Les coûts du personnel (P) sont établis sur la base des hommes-année et ceux du matériel (M) sont étalés dans le temps suivant les échéances de paiement. L'application de la variation des prix se fait suivant les catégories mentionnées à la section 424. A eux deux, les effectifs et les coûts déterminent les niveaux d'activité.

435. Les variables endogènes ou indicateurs sont d'une importance capitale pour décrire le comportement du centre. De leur choix dépend en grande partie la planification. Selon STOKES ⁽³⁷⁾, les indicateurs doivent remplir les conditions suivantes. Ils doivent :

- a) être significatifs sur un laps de temps au moins égal au double du moyen terme, c'est-à-dire par exemple sur 4 ans écoulés + 4 ans à venir.

- b) découler aisément du modèle de l'entreprise ;
- c) se comparer à des normes ou objectifs. En outre, ils doivent être aussi peu nombreux que possible ; cette remarque est d'une utilité pratique évidente.

Suivant leur constitution, les indicateurs peuvent être homogènes ou hétérogènes.

Les indicateurs homogènes font intervenir une seule classe de mesure, c'est-à-dire les paramètres physiques ou les effectifs ou les coûts.

Les indicateurs hétérogènes utilisent plus d'une classe de mesure.

Exemples :

- homogènes : $\frac{\text{surface laboratoires}}{\text{surface totale}}$;
 $\frac{\text{effectif des domaines scientifiques}}{\text{effectif de soutien}}$;
 $\frac{\text{coût du personnel}}{\text{coût total}}$;
- hétérogènes : $\frac{\text{surfaces}}{\text{personnel}}$; $\frac{\text{dépenses totales}}{\text{personnel}}$;
 $\frac{\text{coût d'analyse}}{\text{événement enregistré}}$

D'autre part, les indicateurs peuvent exprimer soit des performances, lorsque le produit des activités est mesurable, soit des degrés de satisfaction lorsqu'ils dépendent essentiellement de l'appréciation de la communauté scientifique.

Les indicateurs se rapportent enfin soit à un seul ensemble d'activité (type, domaine ou programme), soit à plusieurs ensembles cumulés ou comparés entre eux.

Les indicateurs doivent être cherchés parmi les possibilités pratiques suivantes :

<u>Objet de la comparaison</u> (les activités comparées peuvent être intérieures ou extérieures au Centre)	<u>Indicateurs homogènes</u>			<u>Indicateurs hétérogènes</u>		
	Param	N	T	N	T	T
	Param	Param	Param	Param	Param	N
Activités au sein d'un même domaine	x	x	x	x	x	x
Activités d'un même type	x	x	x			x
Activités au sein d'un même programme		x	x			x
Domaines entre eux		x	x			x
Types entre eux		x	x			x
Programmes entre eux	x	x	x	x	x	x

La liste ci-après est représentative des indicateurs retenus au niveau du centre :

<u>Objectifs du Centre</u>	<u>Indicateurs</u> (p = performance) (ds = degré de satisfaction)
a) Servir les physiciens européens.	- Fraction des physiciens européens dépendant du CERN (ds) en particulier pour les thèses de doctorat
b) Assurer un niveau élevé de recherches intra muros	- Participation du CERN aux grandes conférences internationales, en fraction du nombre des communications acceptées (subdivisées en théoriques et expérimentales) (p) - Nombre d'expériences importantes réalisées au CERN par rapport aux Laboratoires américains (p)
c) Proportionner les efforts servant les objectifs a) et b)	- Fraction des chercheurs au CERN rémunérés par le CERN (ds)

- Ratios des groupes internes, externes et mixtes (ds)
- Fraction des photos CERN expédiées pour évaluation à l'extérieur du CERN (p)
- d) Assurer l'avenir du centre
 - à court terme : $\frac{T(E+B)}{T_{TOT}}$ (ds)
 - à moyen terme : $\frac{T_I}{T_{TOT}}$ (ds)
 - à long terme : $\frac{T_X}{T_{TOT}}$ (ds)
- e) Exploiter efficacement les installations (trends et comparaisons avec un grand centre américain)
 - $\frac{\text{Heures d'ordinateur central}}{\text{Millions de photos ou d'événements traités}}$ (p)
 - $\frac{\text{Heures de panne}}{\text{Heures de fonctionnement}}$ (p)
pour les accélérateurs, les détecteurs et les ordinateurs centraux
- f) Accorder un soutien raisonnable et des moyens adéquats aux chercheurs (trends et comparaisons avec un grand centre américain)
 - $\frac{N \text{ techniciens}}{N \text{ chercheurs}}$ (ds)
 - $\frac{\text{surface bureau + laboratoire}}{\text{groupe de recherche}}$ (ds)
 - $\frac{N_S}{N_R}$ (ds)
 - $\frac{M_R}{P_R}$ (ds)
- g) En outre, les mesures d'activité principales de chaque domaine peuvent être considérées comme indicateurs de la production ou du niveau d'activité de ce domaine. Les ratios des coûts entre un domaine et un autre constituent ainsi des indicateurs importants.

436. Les instruments de planification sont de deux sortes : certaines variables endogènes auxquelles des valeurs ont été attribuées par les organes directeurs du Centre et les coefficients de planification propres au modèle principal. Cette phase sera mentionnée à la section 447. Au niveau périphérique, ces instruments sont en général les mêmes que ceux utilisés pour la gestion courante.

437. Les normes au niveau central se limitent actuellement aux ratios suivants :

$\frac{P}{N}$: évolution du grade moyen par Division ;

$\frac{M}{P}$: dépenses pour matériel et services par rapport au coût du personnel, par type d'activité. Ces ratios peuvent être appliqués :

- Types X et Z:)
- Type I:) aux phases "études" et "construction",
 selon les projets
- Type E: 1 à 2 par domaine
- Type R: 0,1 à 1 selon études théoriques ou travaux
 expérimentaux
- Type S: 0,1 à 1 selon les contrats extérieurs
 (S5 exclus)

$\frac{Param}{N}$: surfaces pour laboratoires et bureaux, par occupant.

Ces normes sont actuellement :

- 9 m² nets par occupant de bureau seulement
- 12 m² nets par occupant de laboratoire seulement
- 17 m² nets par occupant d'un bureau et d'un laboratoire

Au niveau périphérique, ces normes sont complétées par des normes similaires permettant d'établir les prévisions de paramètres.

438. Les demandes formulées par les Divisions, les plans issus du modèle et les programmes fixés par la Direction, sont représentés, aux divers niveaux d'agrégation, par les mesures :

$$N, P, M, T \quad (T_i = P_i + M_i)$$

Les annexes 5, 6 et 7 ont montré quelques exemples de documents internes obtenus à partir de l'ordinateur administratif, comme décrit au chapitre 3 ; les documents soumis au Conseil ne font, en général, usage que de N et de T, et se présentent bien entendu sous la forme la plus agrégée.

44. Construction et utilisation des modèles

441. C'est au modèle principal qu'incombe la tâche d'assurer la cohérence des plans et des programmes à l'aide de relations causales et logiques entre les variables exogènes, les paramètres et instruments d'une part et les niveaux d'activité d'autre part. Le modèle déterminera donc ces niveaux d'activité en effectifs et en coûts, pour chaque plan défini à l'aide des données d'entrée mentionnées. Le travail effectué au CERN au niveau central n'a pas encore mené à un modèle complet. Par contre, des sous-modèles ont été élaborés. Il n'est pas encore clair si le modèle principal équivaudra finalement à une agrégation de sous-modèles ou s'il pourra être réalisé de manière simple, indépendamment des sous-modèles. Ce qui paraît certain, c'est que la méthode la plus efficace consistera à entreprendre à la fois l'approche globale et l'approche d'agrégation de sous-ensembles. En outre, l'aspect du modèle du Laboratoire dépendra de son intégration dans le modèle global de la discipline scientifique, esquissé dans la Figure 1.

442. Une représentation générale de ces deux versions peut être donnée par la figure 10. Si l'on considère le centre sous l'angle de la demande, à l'origine de laquelle se trouvent les physiciens européens, la version globale du modèle pourrait se borner à considérer les variables suivantes :

N_1 = nombre de physiciens travaillant au centre (hommes-année).

N_2 = nombre de physiciens dépendant du centre (hommes-année) mais travaillant dans leur Université ou institution.

Figure 10

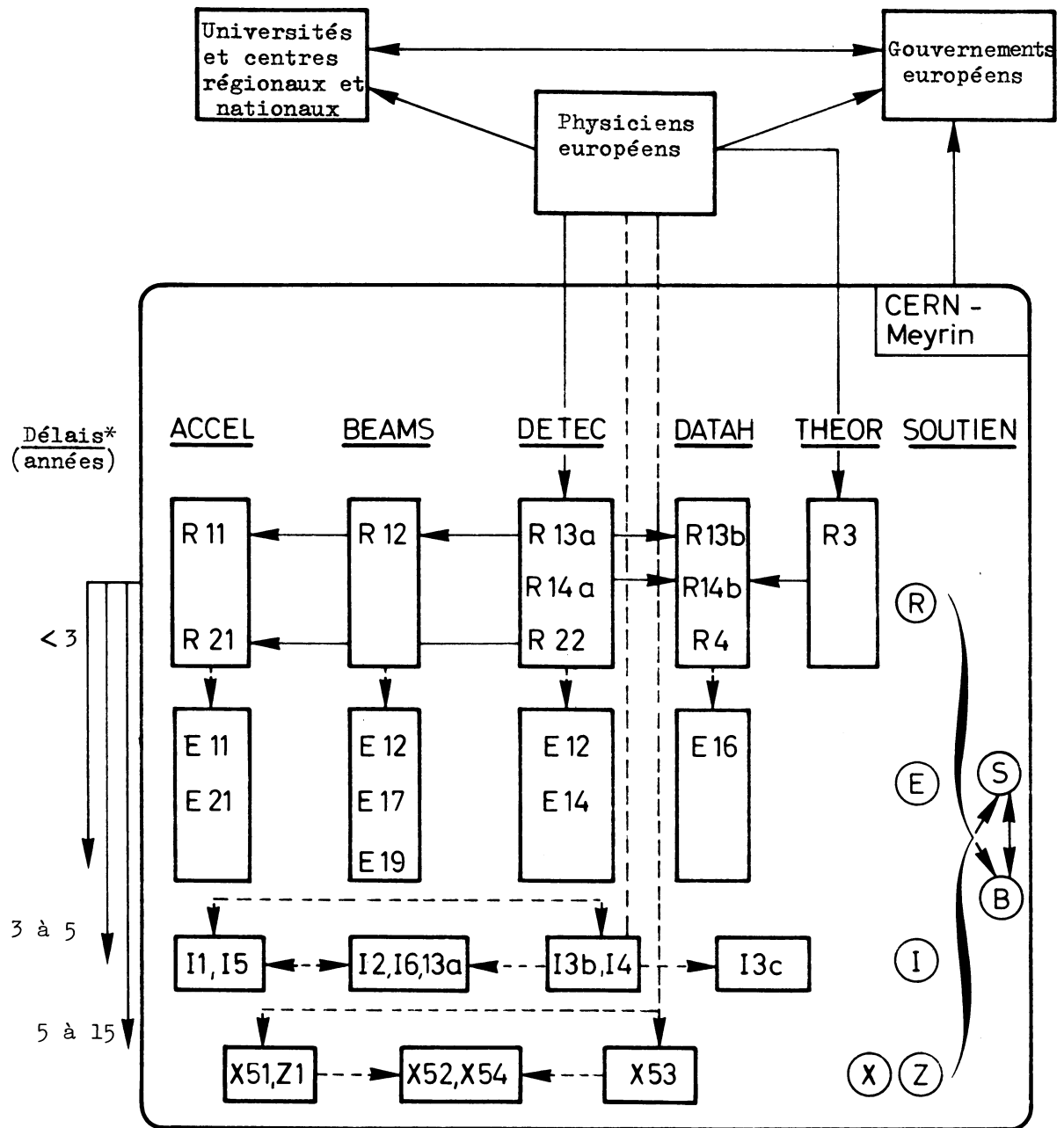


Fig. 10 : Modèle du CERN sous l'angle de la demande
(pour la signification des sigles, cf. fig. 6, p. 35)

Les flèches indiquent le sens dans lequel s'exerce la demande.
Les pointillés concernent les activités d'investissement.

* Les délais s'entendent entre la présentation des demandes et l'achèvement des projets.

T_{EXP} = dépenses annuelles d'exploitation (types R + S)

T_{INV} = dépenses annuelles d'investissement (types E + B + I + X + Z)

Le modèle pourrait d'abord déterminer $T_{EXP} = f(\alpha_{N_1}, \beta_{N_2}, t, T_{INV}(T))$ pour $(T_{EXP} + T_{INV})$ et $(N_1 + N_2)$ donnés, $\alpha(t)$ et $\beta(t)$ représentant les coûts spécifiques admis. On obtiendrait alors les enveloppes T_{EXP} et T_{INV} pour toute politique N_1, N_2 envisagée.

443. La version agrégée du modèle partirait des relations entre paramètres, effectifs et coûts pour chaque activité, pour définir T et N par domaine et par type. Ces relations apparaissent elles-mêmes très différentes selon qu'elles se rapportent à T_{EXP} ou à T_{INV} .

En effet, les relations entre activités d'exploitation peuvent s'exprimer par des approximations relativement simples, de la forme classique :

$$R_i = F_i + \sum_{j=1}^n g_{ij} p_{ij}$$

où :

$g_{ij}(t)$ = relation linéaire ou différentielle entre paramètres,
et/ou coûts

p_{ij} = demande à satisfaire, généralement sous forme de paramètres j
(n = nombre de ces demandes)

F_i = part fixe de l'activité R_i

R_i = mesure d'activité de type R

Exemples :

- exploitation d'une chambre à trace (DETEC, R_{14a}) :

coût annuel (R_{14a}) = Frais fixes + (coût par heure x heures d'exploitation nécessaires)
+ (coût par photo x photos demandées)

- exploitation d'un accélérateur (ACCEL, R11) : (hommes-année)

effectif annuel (R11) = Personnel minimum + (personnel par équipe x nombre d'équipes) + (personnel supplémentaire par arrêt périodique x nombre d'arrêts périodiques) + (personnel par extraction de faisceau x extractions)

Ces relations sont influencées, dans le temps, par des facteurs tels que le niveau de radioactivité, la complexité technique et l'obtention de pièces de rechange sur le marché industriel. Ce dernier facteur est important lorsqu'on peut remplacer les prototypes originels par des matériels de série industrielle.

444. Les activités d'investissement à moyen et à long terme (I, X, Z) peuvent aussi s'exprimer facilement parce qu'elles sont en grande partie indépendantes des opérations courantes et des investissements à court terme. Il s'agit en général de grands projets qui doivent être physiquement décrits et évalués en détail et non par des relations générales entre paramètres, effectifs et coûts. Ces projets sont planifiés et suivis à l'aide des réseaux graphiques (CPM) et ils ont une incidence sur les niveaux futurs d'exploitation et sur les services demandés en cours de réalisation. Il faut encore noter que ces activités comprennent une phase d'études préliminaires, ressemblant à une activité d'exploitation, suivie d'une phase de construction proprement dite.

445. Deux raisons principales font que les activités d'investissement à court terme sont les plus difficiles à intégrer dans le modèle :

- 1° l'impossibilité de prévoir trois ou quatre années à l'avance les investissements à court terme qui seront alors nécessaires ;
- 2° ces investissements varient considérablement suivant le motif qui les entraîne.

La première raison citée conduit à planifier en coûts plutôt qu'en objets. Même dans le cas du génie civil, où l'on peut pourtant calculer les surfaces nécessaires dans quatre ans, on ne peut souvent en prévoir l'affectation exacte. Les bâtiments présentent dans ce sens tantôt un aspect "projet", tantôt un aspect "activité à court terme". L'annexe 10 montre le sous-modèle correspondant à la planification des surfaces de bâtiment. Dans les domaines scientifiques, on ne peut par contre que demander ou prévoir la mise à disposition de telle valeur d'équipements pour telle date. Puisqu'on ne connaît pas les équipements en question, on tente d'en exprimer les coûts en fonction de la valeur de l'équipement existant dans ce domaine. Si l'on connaît cette valeur V actuelle suivant les considérations de la section 432, on cherchera à déterminer les taux correspondant à chaque catégorie de ces investissements, selon des considérations dont les hypothèses suivantes constituent une simplification extrême.

Ces catégories correspondent à quatre motifs d'investissement :

- a) L'expansion : il s'agit du matériel nécessaire dans chaque domaine au fur et à mesure que le centre s'étend ; aimants, pompes, alimentations, ordinateurs, ensembles électroniques. Bien que la nature de ces appareils soit connue, il est vain d'en prévoir la spécification plusieurs années à l'avance, étant donné qu'on utilisera toujours les prototypes et modèles les plus perfectionnés. En admettant un taux a d'expansion annuelle, on aurait donc :

$$E_{a_i} = \sum_{j=1}^n a_i \frac{dV_{ij}}{dt}$$

où : E_{a_i} est le coût d'expansion du domaine i ,
 a_i est un facteur d'expansion admis pour le domaine i ,
et V_{ij} est la valeur de l'équipement utilisé et en stock,
pour la catégorie j .

- b) Le développement proprement dit : la plupart des équipements utilisés en recherche scientifique doivent continuellement être améliorés et développés pour rester à l'avant-garde de l'instrumentation : adaptation aux besoins particuliers des utilisateurs, adjonction de fonctions nouvelles, etc... Ceci est surtout le cas

des grands appareils comme les accélérateurs et les détecteurs pour lesquels on compte un coût de développement, réparti sur leur durée de vie utile, du même ordre que leur coût de construction.

Donc : $E_{bi} = b_i V_i$,

où : $b_i(t)$ est un taux de développement de l'équipement i .

Ce taux peut ainsi atteindre 10 % pour certains grands détecteurs ! Les appareils moins conséquents, tels que les ensembles électroniques ne sont d'habitude pas "développés" de cette manière ; ils sont remplacés par des constructions nouvelles.

- c) Le remplacement : il ne faut pas entendre le renouvellement de composants, qui fait partie soit de l'entretien, activité courante, soit du développement ci-dessus s'il y a amélioration notoire. Il faut penser ici au remplacement de tout un ensemble ou pour prendre les exemples précédents, la mise hors service d'un accélérateur après quelque 15 ans d'utilité, d'éléments de faisceau (10 ans), d'ordinateurs (5 ans) ou d'ensembles électroniques (3 ans). Pour tous ces instruments, le remplacement se fait surtout sous la pression du progrès scientifique, tandis que l'usure et le vieillissement sont la cause du remplacement des matériels conventionnels tels que les machines-outils, les véhicules, etc... Si l'on considère les remplacements des grands appareils comme des projets spécifiques à moyen ou à long terme, et que l'on admet simplement l'amortissement linéaire des instruments scientifiques et des machines conventionnelles, on pourra leur appliquer la même formule que pour b) :

$$E_{ci} = c_i V_i$$

où : c_i = taux de remplacement de l'équipement i .

Ce taux n'est pas applicable aux grands projets.

Les coefficients b) et c) réunis sont les premiers responsables du facteur global dit de "sophistication" de la recherche. Ce facteur mesure l'accroissement du coût de l'équipement par chercheur. Il se chiffrait par exemple à 2,5 % en prix actualisés pour les années 1960 dans les grands centres britanniques (38).

- d) La diversification : ce quatrième motif d'investissement à court terme est justifié par la nécessité de prévoir des efforts et des moyens pour développer en plus du matériel connu des nouveaux instruments et des techniques nouvelles. Dans ce sens, la recherche fondamentale doit inventer ses propres outils et on peut dire que l'effort de diversification d'équipement est à la recherche fondamentale ce que la recherche est à la production industrielle. Il est en effet aussi difficile de déterminer cet effort en recherche que de décider, dans l'industrie, si une recherche doit être poursuivie intra muros ou si des brevets doivent être acquis ou des contrats de recherche placés à l'extérieur.

On peut exprimer cette diversification soit comme une activité particulière, c'est-à-dire comme un projet, soit comme un coefficient (d) affectant le reste des investissements à court terme :

$$E_d = d \cdot \sum_{i=1}^n (E_{a_i} + E_{b_i} + E_{c_i})$$

Le total des activités d'investissement à court terme (E) prendrait ainsi la forme :

$$E = \left(\sum a_i \frac{dV_i}{dt} + \sum b_i V_i + \sum c_i V_i \right) (1 + d)$$

pour des taux d'expansion a_i constants sur la période étudiée.

Cette dernière hypothèse est raisonnable en pratique : en effet, puisqu'on a d'emblée séparé les projets à moyen et à long terme, le taux d'expansion des activités à court terme peut être différent de la croissance globale du Centre. Au CERN, ce taux est bien plus faible actuellement que la croissance annuelle du Centre.

La différence est précisément due aux grands projets.

Si l'on cherche enfin à intégrer les activités E dans le modèle, on peut partir de V, la valeur des équipements, pour exprimer E en fonction des activités courantes R, à l'aide d'un coefficient d'utilisation u de ces équipements :

Pour chaque domaine i, on aurait donc $u_i = \frac{R_i}{V_i}$

Dans ce cas, E_i deviendrait :

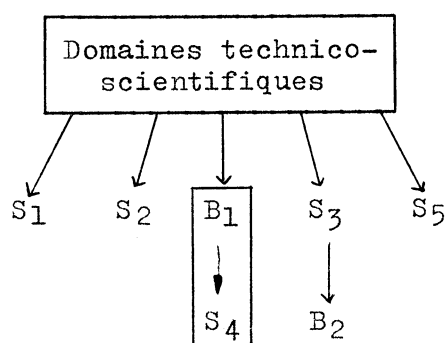
$$E_i = \left(\frac{1+d_i}{u_i} \right) \left(a_i \frac{dR_i}{dt} + (b_i+c_i) R_i \right)$$

On pourrait ainsi exprimer l'effort total dans chaque domaine technico-scientifique, en coûts annuels, au moyen des coefficients de planification a, b, c, d, u, de l'effort R, lui-même fonction des paramètres essentiels du domaine, et des efforts I, X et Z sur les grands projets.

446. Le domaine du soutien n'est pas assez différent dans un centre de recherche par rapport à une entreprise industrielle ou de service pour qu'une étude comme celle-ci s'y attache particulièrement. Le soutien est en première ligne, fonction de l'effort prévu dans les domaines technico-scientifiques et de la politique de soutien adoptée. Il se compose des activités fonctionnelles suivantes :

	<u>Soutien administratif</u>	<u>Soutien technique</u>
exploitation	$S_1 =$ Administration $S_2 =$ Services administratifs	$S_3 =$ Services techniques $S_4 =$ Services du site $S_5 =$ Alimentations
investissement	(compris ci-dessus)	$B_1 =$ Constructions $B_2 =$ Equipement pour les services techniques

Dans sa plus simple approximation, la demande sur ces activités s'articule comme suit :



L'annexe 10, déjà mentionnée, tente de montrer un sous-modèle B₁-S₄.

Quelques relations entre les domaines technico-scientifiques et les activités de soutien contiennent des normes du type m²/personne. Cependant, les niveaux de ces activités sont en général encore établis sur la base des indicateurs globaux mentionnés à la section 437 f).

447. Le modèle agrégé s'exprimerait en définitive sous la forme :

$$f_1 (V_i, \text{Grands Projets}) + f_2 (f_1)$$

$$\text{où } f_1 = \left\{ R_i (u_i V_i), E_i (a_i, b_i, c_i, d_i, V_i), \text{Grands Projets} \right\}$$

$$\text{et } f_2 = \left\{ B, S \right\}$$

La fonction du jugement préférentiel consiste dès lors à attribuer, par domaine, des valeurs aux coefficients de planification* et aux normes, de telle manière que les indicateurs résultants obtiennent le consensus des organes directeurs et consultatifs du Centre.

* les coefficients a, b, c, d, u décrits dans la section 445.

Ces coefficients constituent ainsi des instruments de planification par excellence. En outre, les ratios de certains indicateurs pourront s'intégrer eux-mêmes dans le modèle : par exemple les ratios d'affectation des ressources entre domaines voisins et ceux ayant trait à la demande extérieure. Le jugement préférentiel jusqu'ici exercé empiriquement d'une part sur les indicateurs et d'autre part sur les instruments de planification et les normes, pourra donc contribuer à développer le modèle en alignant ces valeurs. Il faut voir dans ces fonctions de jugement, à chaque niveau, les moteurs de l'évolution du système. Il s'agit de chercher pragmatiquement de nouveaux indicateurs qui se prêtent comme instruments de planification ou même comme normes. Cette tâche est d'autant plus difficile que le domaine concerné est proche de l'acquisition des données (DETEC). Ce travail fait partie intégrante du processus de planification annuelle et sera probablement "inachevable" puisque de nouveaux éléments d'entrée se présenteront sans cesse, conformément à l'essence même de la recherche. C'est pourquoi l'aspect mathématique du modèle devra être maintenu aussi simple que possible, afin d'en permettre aisément une continuelle adaptation.

448. Comme on l'a vu, les deux versions du modèle principal du centre de Meyrin-Genève ne sont encore qu'à un stade embryonnaire. On sait qu'il faudra une longue routine de planification avant même que les variables et relations essentielles puissent être définies avec suffisamment de rigueur pour se prêter à un modèle programmé et simulé sur ordinateur. Mais le processus de planification déjà établi fournit continuellement des indications dans ce sens et la grande majorité des chercheurs et administrateurs concernés contribue plus ou moins explicitement au développement des modèles et sous-modèles. Des calculs de régression ainsi que des tentatives de prédiction des coûts par types et domaines d'activité à l'intérieur d'une enveloppe totale de dépenses n'ont pas encore fourni une aide appréciable, soit parce qu'ils ne faisaient que confirmer des relations évidentes, soit parce que la base de données disponibles (1965-1968) était d'emblée insuffisante. Par contre, la classification fonction-

nelle des activités et leur utilisation pratique se sont avérées très efficaces pour prolonger cette base de façon continue et fiable.

449. Il a déjà été mentionné plus haut qu'une participation étendue était souhaitée dans le processus de planification et en particulier pour le développement des modèles. Cette participation demande une organisation qui complète la structure hiérarchique et consiste en un réseau de Comités de coordination et de sélection. Y sont en général représentés :

- les responsables d'une activité, qui prendront les décisions,
- les bénéficiaires de cette activité, surtout s'ils sont extérieurs au CERN,
- la direction centrale et le bureau du programme suivant les cas.

Ces comités sont surtout constitués dans le contexte des activités de types R et S. Ils exercent leur jugement sur les plans et indicateurs élaborés par le service responsable. Le tableau 4 contient quelques exemples importants.

En outre, deux comités groupent toutes les personnes chargées de l'aspect formel de la planification :

- le Comité du Programme (Working Group on Programme Data) qui contribue principalement au développement des présentations fonctionnelles du Programme (FPP) (~15 personnes).
 - le Comité CPM-PERT qui développe les techniques de chemin critique et leur application, principalement aux activités d'investissement (~12 personnes).
-

Membres du Comité				Nom du Comité
Activités		Responsables	Bénéficiaires	
R1+R2	Programmes de recherche PS et SC	Départements PS, Physique I et II	Physiciens européens	NPRC (Nuclear Physics Research Committee) *
R13	Recherches à l'aide de détecteurs électroniques	Division de la Physique Nucléaire	Physiciens européens	EEC (Electronics Experiments Committee) *
R14	Recherches à l'aide de chambres à traces	Division des Chambres à Traces	Physiciens européens	TCC (Track Chamber Committee) *
R22) E22)	Recherches à l'aide du SC et de la chimie nucléaire	Divisions de la Physique Nucléaire et de la Machine SC	Physiciens européens	Physics III Committee *
R4) E16)	Traitement central des données scientifiques	Division des Données et Documents	Divisions scientifiques et techniques	DHPG (Data Handling Policy Group) CUAC (Computer Users Advisory Committee) *
S1	Traitement central des données administratives	Division des Finances	Toutes les Divisions	Comité de Coordination pour l'Utilisation de l'Ordinateur administratif
S3	Information scientifique	Division des Données et Documents	Toutes les Divisions	Groupe de Travail ad hoc sur l'Information scientifique
S3	Ateliers (centraux et périphériques)	Division des Services techniques et autres Divisions	Divisions scientifiques et techniques	Comité de Coordination des Ateliers
S3	Magasins centraux	Division des Finances	Toutes les Divisions	Comité des Utilisateurs de Magasins
B1	Urbanisme et constructions	Division des Services techniques et Bâtiments	Toutes les Divisions	(Comité de Construction et
B1)	Alimentations en			(Comité des Alimentations en
S5)	énergie			(Energie et Fluides (CADEP))

Tableau 4 - Les Principaux Comités de Planification du Centre
(les Comités suivis d'un * fixent essentiellement les priorités à court terme)

C O N C L U S I O N S

Etant donné l'absence de mesures quantitatives du "produit scientifique", la planification de la science fondamentale doit tenir compte à chaque niveau de deux caractéristiques essentielles.

- 1° La plupart des décisions comportent une part importante de jugement subjectif.
- 2° Il est difficile de réunir les éléments formant la part quantifiable des bases de décision.

C'est pourquoi l'auteur s'est attaché à développer au CERN un système de planification tel que :

- 1° La fonction jugement y soit explicitement incorporée à tous les niveaux.
- 2° Une vaste participation soit acquise à chaque niveau pour identifier, obtenir, transmettre et rapprocher les données significatives.

La présente étude a tenté de décrire ce système aux niveaux de la discipline scientifique et du centre de recherche. Ce système se sert d'un langage fonctionnel utilisé principalement entre les organes centraux et la périphérie afin d'exprimer, sinon la productivité, du moins l'activité scientifique.

La construction de modèles et de sous-modèles n'est encore qu'au stade des balbutiements; toutefois, les premiers travaux montrent que le langage fonctionnel se prête à formuler des relations significatives et que les responsables de la recherche et de l'administration sont prêts à l'utiliser. Il sera dès lors relativement facile de mobiliser l'exceptionnel potentiel analytique et mathématique d'un centre de recherche pour aider à construire ces modèles.

Le problème consistera surtout à améliorer constamment la fiabilité et la cohérence de l'information.

L'emploi d'un ordinateur au niveau central a déjà permis de réduire considérablement le temps et les erreurs de transformation entre les différentes représentations des plans et programmes. Les modèles devraient aussi être conçus de manière à pouvoir se servir des mêmes bases de données fonctionnelles. On introduirait à chaque niveau, les paramètres et instruments de planification pour extraire les ratios à soumettre au jugement. Cette perspective n'a rien d'utopique si l'on considère la présence de nombreux ordinateurs dans un centre comme le CERN et leur utilisation courante par des centaines de chercheurs. D'autre part, la carence de mesure de productivité scientifique permet de simplifier certains aspects et la notion d'efficacité consiste principalement à répartir optimalement les moyens disponibles.

Les centres de recherche et, par extension, les disciplines scientifiques sont donc en mesure, sur ces bases, d'apprendre rapidement à mieux se connaître et à adapter à leurs besoins les techniques modernes de gestion et de prévision.

Remerciements

Monsieur le Professeur W.F. DAENZER a bien voulu m'encourager à présenter cette thèse. Je le remercie sincèrement ici ainsi que Monsieur le Professeur A.P. SPEISER. Ma gratitude va aussi à la Direction du CERN qui m'a permis d'illustrer mon étude de documents élaborés pour le CERN et surtout à Monsieur le Directeur M.G.N. HINE dont les connaissances et conseils m'ont été d'une aide inestimable.

G. MINDER

Références citées

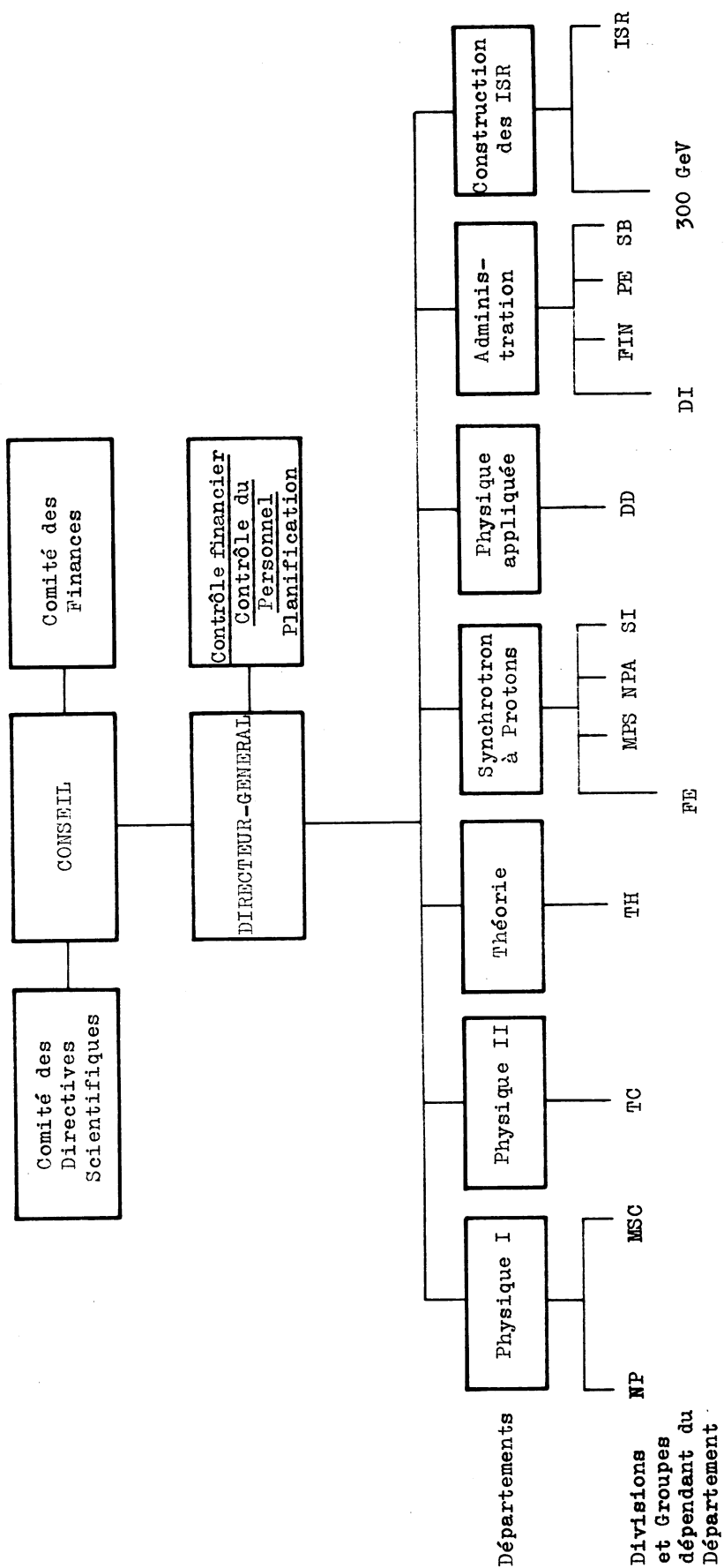
- (1) M. Bunge : Scientific Research, Vol. I, Springer, Berlin 1967.
- (2) S.L. Iaki : The Relevance of Physics, The University of Chicago Press, Chicago 1966.
- (3) OCDE : Problèmes de Politique scientifique; Séminaire de Jouy-en-Josas, Paris 1968.
- (4) CIBA Foundation : Decision Making in National Science Policy; Symposium in London; I & A Churchill, London 1968.
- (5) CEIR Ltd : Mathematical Model Building in Economics and Industry; Conference in London; Ch. Griffin, London 1968.
- (6) OCDE : Ampleur et Structure de l'Effort global de la R & D dans les Pays Membres de l'OCDE, Paris 1967.
- (7) M.G.N.Hine: Le Financement de la Physique des Hautes Energies, Courrier CERN, Vol. 4, No 8, août 1964.
- (8) OCDE : La Recherche fondamentale et la Politique des Gouvernements, Paris 1966, p.15.
- (9) OCDE : Problèmes de Politique scientifique, op. cit., p.107.
- (10) A. Blanc-Lapierre : Le Problème des Choix dans l'Elaboration d'un Plan et d'un Budget, Revue des Questions scientifiques, Vol. 39, No 3 (été 1968).
- (11) France, Commissariat général du Plan, 5e Plan, la Recherche scientifique et technique, Paris 1965, Tome I, p.283.
- (12) V.F. Weisskopf : Quel est l'Intérêt de la Science pure ? Courrier CERN, Vol. 4, No 10, p.136-142.
- (13) OCDE : Tableaux statistiques et Notes explicatives, Volume II dans la série "Année statistique internationale sur la Recherche et le Développement", Paris 1968, p.58.
- (14) OCDE : La Recherche fondamentale et la Politique des Gouvernements, op. cit., p.16.

- (15) OCDE : Méthode Type proposée pour les Enquêtes sur la Recherche et le Développement, Paris 1964.
- (16) OCDE : Ampleur et Structure, op. cit., pp 15, 39.
- (17) OCDE : La Recherche fondamentale, op. cit., p.18.
- (18) D.C. Pelz and F.M. Andrews : Scientists in Organizations; Productive Climates for Research and Development, Wiley, New York 1966.
- (19) CEE (ONU) : Planification et Elaboration des Décisions à plusieurs Niveaux; Etude de base; Genève 1968, p.6
- (20) W. Dober : Die Begriffe Finanzplan und Budget, Die Unternehmung, Vol. 21, No 4, Bern Dez. 1967.
- (21) CEE (ONU) : The Planning Programming - Budgeting System in the United States; Case Study, Genève 1968.
- (22) CEIR : op. cit., p. 78
- (23) OST : Correspondance personnelle, Janvier 1968.
- (24) OCDE : Problèmes de Politique scientifique, op. cit., p. 109.
- (25) CIBA Foundation : The Science of Scientists, Medical Opinion Review, Vol. 10, p.88 (1966).
- (26) A.M. Weinberg : Criteria for Scientific Choice; Physics Today, March 1964.
- (27) Bell : Notes on the Post-Industrial Society, The Public Interest, Vol. 6, p.24 (1967).
- (28) OCDE : La Recherche fondamentale et les Universités par I. Ben-David, Paris 1968.
- (29) National Science Foundation : Basic Research and National Goals, Washington, 1965, p.127.
- (30) cf. (4)
- (31) A. Blanc-Lapierre, op. cit.

- (32) CERN/ECFA : 1963 ECFA Report (CERN/505).
 - (33) CERN/ECFA : 1967 ECFA Report (CERN/700).
 - (34) J.L. Blanc : Procédés de la planification à long terme dans leur application à l'entreprise des Grands Magasins, Zürich 1967, p.20.
 - (35) RAND Corporation : The Cost of Basic Research Effort:
Air Force Experience, 1954-1964,
Santa Monica 1965.
 - (36) RAND Corporation : The Cost of Basic Scientific Research in Europe:
Department of Defense Experience, 1956-1966,
Santa Monica 1967.
 - (37) P.M. Stokes : A Total Systems Approach to Management Control,
American Management Association, New York 1968,
p.50.
 - (38) United Kingdom : Council for Scientific Policy : The Sophis-
tication Factor in Science Expenditure, HMSO,
London 1967.
-

Annexe 1 : CERN, Meyrin (1969)

Cette annexe est constituée par une brochure d'intérêt général de 16 pages, publiée par le CERN. Cette annexe ne figure pas dans le Rapport CERN 70-2, mais peut être obtenue auprès du Service d'Information du Public, CERN, 1211 Genève 23.



Annexe 2

Annexe 2 : Organigramme du CERN-Meyrin (1969)

PAGE 3

SECT.	RUDI	BUD2	ACT.	1 C PER ACT.	2 C PER ACT.	3 C PER ACT.	4 C PER ACT.	5 C PER ACT.	6 C PER ACT.	7 C PER
2201	328		MPS2	M 45	MPS1	M 55				
2201	352		MPS1	M 100						
2201	494	496	MPS2	M 30	MPS1	M 70				
2202	10	11	MPS9	P 3	MPS6	P 11	MPS1	P 26	MPS2	P 34
2202	212		MPS1	M 100						
2202	223		MPS1	M 100						
2202	225		MPS1	M 100						
2202	236		MPS1	M 50	MPS2	M 50				
2202	237		MPS1	M 100						
2202	312		MPS1	M 50	MPS2	M 50				
2202	323		MPS1	M 40	MPS2	M 60				
2202	325	344	MPS2	M 100						
2202	352		MPS2	M 40	MPS1	M 60				
2202	494	496	MPS2	M 35	MPS1	M 65				
2203	10	11	MPS7	P 2	MPS4K	P 2	MPS9	P 2	MPS3	P 94
2203	204	235	MPS3	M 100						
2203	236	237	MPS4K	M 10	MPS3	M 90				
2203	238	321	MPS3	M 100						
2203	322		MPS4K	M 170						
2203	323	340	MPS3	M 100						
2203	341		MPS4K	M 130						
2203	342	347	MPS3	M 180						
2203	348		MPS4K	M 100						
2203	494	496	MPS3	M 30	MPS4K	M 70				
2204	10	11	MPS7	P 4	MPS6	P 8	MPS2	P 9	MPS1	P 19
2204	211	212	MPS1	M 30	MPS3	M 50				
2204	221		MPS1	M 100						
2204	236	237	MPS1	M 20	MPS3	M 80	MPS4K	M 40		

Annexe 3 : Table de conversion pour la transformation de la présentation comptable (c) en présentation fonctionnelle (B)

TABLE-2		BREAKDOWN BY CERN ACTIVITY		DATE 10/01/69		PAGE 1	
ACTIVITY	DESCRIPTION	C.A 0/0	C.A 0/0	C.A 0/0	C.A 0/0	C.A 0/0	Y
DG 1	DIRECTION AND SECR	S 1 100					
DG 2	RESERVE	S 1 100					
DG 3	F + V PROGRAMME	S 1 100					
PHI 1	DEPARTMENT DIRECTION	S 1 100					
PHI 2	RESERVE	S 1 100					
NP 1	HIGH ENERGY RES GRPS	R13 100					
NP 2	LOW ENERGY RES GRPS	R22 100					
NP 3	ENGINEERING ASSIST	R13 100					
NP 4A	ENGINEERING DEVELOPM	I 3 100					
NP 4K	ENGINEERING DEVELOPM	E13 100					
NP 5	PROJECT OMEGA	I 3 100					
NP 6	DH & ELECTR ASSIST	R13 100					
NP 7A	DH & ELECTR DEVELOPM	I 3 100					
NP 7K	DH & ELECTR DEVELOPM	E16 100					
NP 9	DIVISIONAL DIRECTION	E16 10					
NP F+V	F+V PAID BY DG	I 3 10					
NP F+V	F+V PAID BY DG	R22 20					
NP UV	UNPAID VISITORS	R13 100					
NP 11	LAB STAFF (MANYEARS)	R13 100					
NP 12	F+V PAID BY DIVISION	R13 100					
MSC 1	SC MACH & FLOOR OPS	R21 100					
MSC 2	SC MACH & FLOOR DEV	E21 100					
MSC 3	WORKSHOP ETC FOR NP	R13 100					
MSC 9	DIVISIONAL DIRECTION	R21 40					
MSC F+V	F+V PAID BY DG	R21 33					
MSC UV	UNPAID VISITORS	E21 33					
MSC 12	F+V PAID BY DIVISION	E21 100					
II 1	DEPARTMENT DIRECTION	S 1 100					
II 2	RESERVE	E17 50					
II 3	SERPUKHOV EQUIPMENT	E17 100					
TC 1	BUBBLE CHAMBERS OPS	R14 100					
TC 2	BUBBLE CHAMBERS DEV	E14 100					
TC 3	BEAMS OPERATION	E12 100					
TC 4	BEAMS DEVELOPMENT	E12 100					
TC 5	PICTURE EVAL OPS	R14 100					
TC 6	PICTURE EVAL DEV	E16 100					
TC 7	LOW TEMPERATURE OPS	S 3 100					
TC 8A	LOW TEMPERATURE DEV	I 3 100					
TC 8K	LOW TEMPERATURE DEV	E19 100					
TC 9	DIVISIONAL DIRECTION	R13 50					
TC F+V	F+V PAID BY DG	R14 100					
TC UV	UNPAID VISITORS	R14 60					
TC UV	UNPAID VISITORS	R14 45					
TC UV	UNPAID VISITORS	R14 100					
TC 10	BIG EURO BUBBLE CH	I 4 100					
TC 11	LAB STAFF (MANYEARS)	R14 100					
TC 12	F+V PAID BY DIVISION	R14 100					
III 1	DEPARTMENT DIRECTION	S 1 100					
III 2	RESERVE	S 1 100					
TH 1	THEORETICAL PHYSICS	R3 100					
TH F+V	F+V PAID BY DG	R3 100					
TH UV	UNPAID VISITORS	R3 100					
TH 12	F+V PAID BY DIVISION	R3 100					
IV 1	DEPARTMENT DIRECTION	S 1 100					
IV 2	RESERVE	S 1 100					
IV 3	BEAM TRANSFER TO WA	I 6 100					
FE 1	SERPUKHOV EQUIPMENT	E17 100					
FE 2	PS FAST EJECTION OPS	R11 100					
FE 3	PS FAST EJECTION DEV	E11 100					
FE 4	ELECTR DETECTOR DEV	E13 100					

Activite' divisionnaire

Activite' CERN

Ventilation en %

③ = Valable (en années)

Annexe 4 : Table de conversion pour la transformation de la présentation fonctionnelle B en présentation fonctionnelle A

FUNCTIONAL PROGRAMME PRESENTATION 17 DECEMBER 1968										REVIEWED AS FOLLOWS-				PRICES				NAME PURPOSE RUN DATE PAGE			
CERN SUMMARY - RESEARCH AND OPER										N = PERSONNEL NUMBERS END OF YEAR				I 1969				PROGR.OFFICE			
										P = PERSONNEL COST PER YEAR				II							
										M = MATERIAL COST PER YEAR				III							
										* = PERSONNEL NUMBER NOT IN TOTAL				IV							
Année 1968										A-1				A-1				A-1			
Source des comptes										A-2				A-2				A-2			
ACT. ACTIVITY N / P M TOT										A-3				A-3				A-3			
										A-4				A-4				A-4			
										A-5				A-5				A-5			
										A-6				A-6				A-6			
										A-7				A-7				A-7			
										A-8				A-8				A-8			
										A-9				A-9				A-9			
										A-10				A-10				A-10			
										A-11				A-11				A-11			
										A-12				A-12				A-12			
										A-13				A-13				A-13			
										A-14				A-14				A-14			
										A-15				A-15				A-15			
										A-16				A-16				A-16			
										A-17				A-17				A-17			
										A-18				A-18				A-18			
										A-19				A-19				A-19			
										A-20				A-20				A-20			
										A-21				A-21				A-21			
										A-22				A-22				A-22			
										A-23				A-23				A-23			
										A-24				A-24				A-24			
										A-25				A-25				A-25			
										A-26				A-26				A-26			
										A-27				A-27				A-27			
										A-28				A-28				A-28			
										A-29				A-29				A-29			
										A-30				A-30				A-30			
										A-31				A-31				A-31			
										A-32				A-32				A-32			
										A-33				A-33				A-33			
										A-34				A-34				A-34			
										A-35				A-35				A-35			
										A-36				A-36				A-36			
										A-37				A-37				A-37			
										A-38				A-38				A-38			
										A-39				A-39				A-39			
										A-40				A-40				A-40			
										A-41				A-41				A-41			
										A-42				A-42				A-42			
										A-43				A-43				A-43			
										A-44				A-44				A-44			
										A-45				A-45				A-45			
										A-46				A-46				A-46			
										A-47				A-47				A-47			
										A-48				A-48				A-48			
										A-49				A-49				A-49			
										A-50				A-50				A-50			
										A-51				A-51				A-51			
										A-52				A-52				A-52			
										A-53				A-53				A-53			
										A-54				A-54				A-54			
										A-55				A-55				A-55			
										A-56				A-56				A-56			
										A-57				A-57				A-57			
										A-58				A-58				A-58			
										A-59				A-59				A-59			
										A-60				A-60				A-60			
										A-61				A-61				A-61			
										A-62				A-62				A-62			

Annexe 6 : Représentation A détaillée

FUNCTIONAL PROGRAMME PRESENTATION 17 DECEMBER 1968 REVIEWED AS FOLLOWS- PRICES NAME PURPOSE RUN DATE PAGE 40
N = PERSONNEL NUMBERS END OF YEAR I 1969 PROGR.OFFICE 18/12/68

DIVISIONAL SUMMARY - MPS DIVISION

P = PERSONNEL COST PER YEAR
M = MATERIAL COST PER YEAR
* = PERSONNEL NUMBER NOT IN TOTALS IV

1965 1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972
ACCOUNTS * PROBABLE *BUDGET AT 69 PR. * REQUESTS AT 69 PRICES CUT 15 JULY *
ACTIVITY CERN ACT. N / P M TOT N / P M TOT N / P M TOT N / P M TOT N / P M TOT N / P M TOT N / P M TOT

MPS 1 R11 3.06 97/ 3.45 80/ 2.90 97/ 3.55 104/ 4.03 111/ 4.42 114/ 4.76 123/ 5.17
PS MACH OPERATION 2.76 5.82 2.76 6.21 3.71 6.61 4.41 7.95 3.67 8.48 4.06 8.89 4.12 9.87

MPS 2 E11 2.93 69/ 2.54 80/ 2.96 93/ 3.44 105/ 4.00 109/ 4.42 111/ 4.64 121/ 5.17
PS MACH DEVELOPMENT 2.55 5.48 2.94 5.47 3.00 5.95 3.84 7.28 4.87 8.87 4.49 9.40 4.76 9.91

Sous-activité' divisionnaire

MPS 2A I 5
PS MACH DEVELOPMENT

Activité' divisionnaire

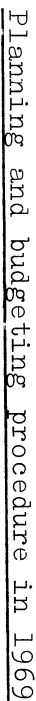
MPS 3 R12 2.26 72/ 2.51 76/ 2.75 72/ 2.77 72/ 2.93 75/ 3.01 101/ 3.71 110/ 4.61
EXP AREAS OPERATION 1.98 4.24 1.87 4.38 1.50 4.26 1.72 4.49 1.56 4.49 1.73 5.43 1.72 6.66

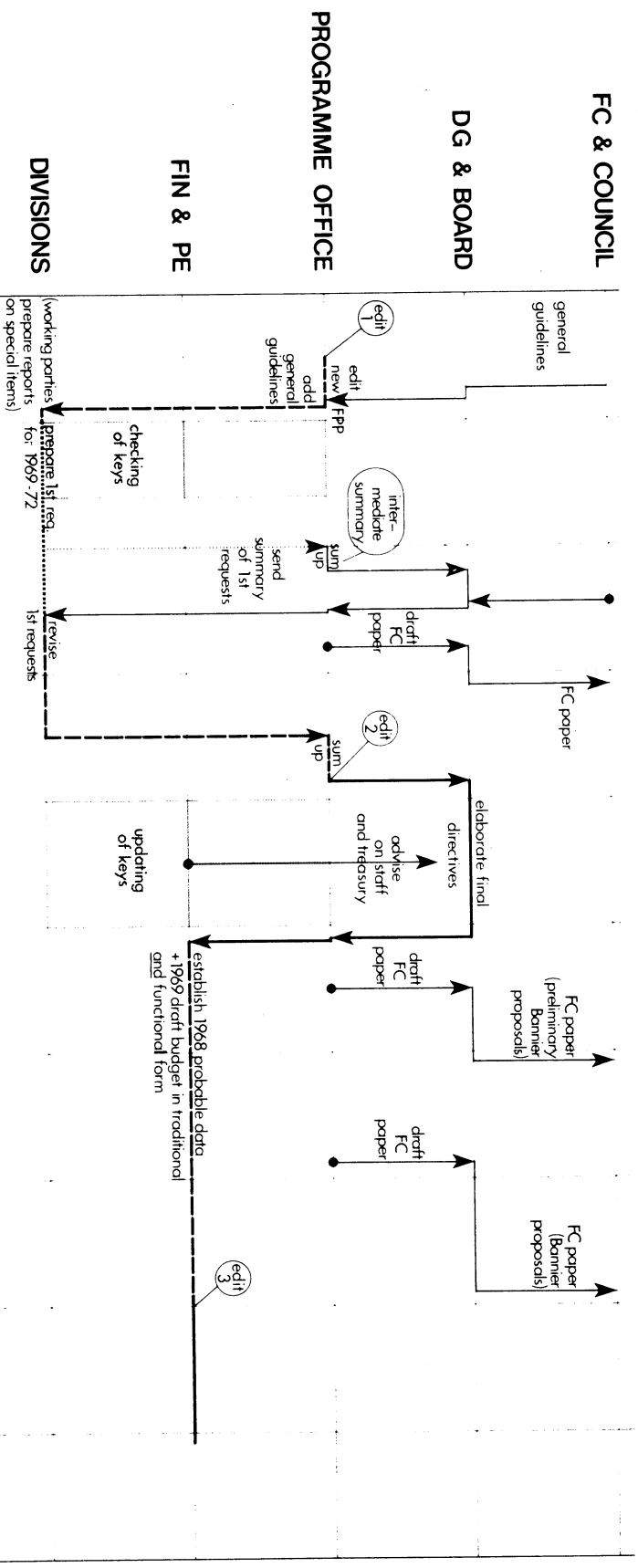
Activité' cern

MPS 4A I 6
EXP AREAS DEVELOPH

1.01 1.01

MPS 4K E12 .66 23/ .76 36/ 1.24 46/ 1.56 46/ 1.84 48/ 1.90 48/ 2.02 54/ 2.16
EXP AREAS DEVELOPH 6.06 6.72 6.74 7.55 4.80 6.04 4.45 6.01 3.89 5.73 4.51 6.41 4.28 14.29 16.30 14.29





BUDGET PLANNING PROCEDURE IN 1968 (3 FPP EDITIONS IN MARCH, JUNE & OCTOBER + 1 INTERMEDIATE SUMMARY IN MAY)

Sous-modèle dans le domaine du Soutien

1. Activités concernées :

	Constructions (Investissements)	Exploitation Entretien Nettoyage
niveau CERN :	B1	S4
niveau Division	<u>SB1</u>	<u>SB2</u>

2. Mesure des activités :

<u>Paramètres</u> :	- population du CERN - surfaces (12 types) - puissances électriques	- surfaces et âge des bâtiments - âge et valeur des installations
<u>Effectifs</u> :	- des bureaux de construction et surveillant de chantiers	- du personnel d'exploitation et d'entretien
<u>Coûts</u> :	Par classe de constructions : -A) Bâtiments en général -B) Bâtiments de servitude -C) Aménagements extérieurs -D) Accélérateurs et tunnels	- l'entretien des bâtiments et installations qui y sont liées - du nettoyage - des transformations techniques - des ateliers d'entretien
3. <u>Normes</u> :	- densité d'occupation des bureaux et laboratoires - coûts spécifiques par types de surface (standards de construction) - ratio de la puissance installée/puissance demandée	- heures/an d'entretien par type d'installation et selon leur âge, ainsi que selon l'âge des bâtiments - modification aux bâtiments en fonction de l'accroissement des surfaces
4. <u>Instruments de planification</u> :	- urbanisme du site - rythme de construction	- équipes d'entretien CERN ou contrats à l'extérieur

5. Indicateurs :

<u>Constructions</u>	<u>Exploitation</u>
- $\frac{SB1}{E+B}$ (dépenses totales)	- $\frac{\text{Coût d'entretien}}{\text{Valeur immobilière}}$
- $\frac{SB1}{\text{Surfaces}}$ (dépenses spécifiques)	- Coût du nettoyage/m ²

6. Schéma utilisé pour le paramètre "surfaces"

(voir page suivante)

7. Quelques valeurs des normes et relations utilisées :

Norme T : 19 m² bruts par occupant de bureaux-laboratoires
70 % du personnel CERN occupe un bureau et/ou un laboratoire

Norme U : 20 m² par place de parc
75 places pour 100 personnes CERN, ce rapport tendant vers 1

Facteurs K et L : Chaque m² de surface expérimentale effectivement
utilisé exige près de 3 m² de surfaces "industrielles"
réparties en 0,7 m² d'ateliers + 0,6 m² pour stockage
+ 0,8 m² pour montage + 1 m² pour installations
techniques et alimentations.

Coûts de construction (1967) : 600 à 1000 F/m² selon types de
bâtiments

Heures d'entretien/an : 20 à 50 heures/an selon types d'installations
et âge moyen pondéré par un facteur empirique($\frac{1}{5}$)

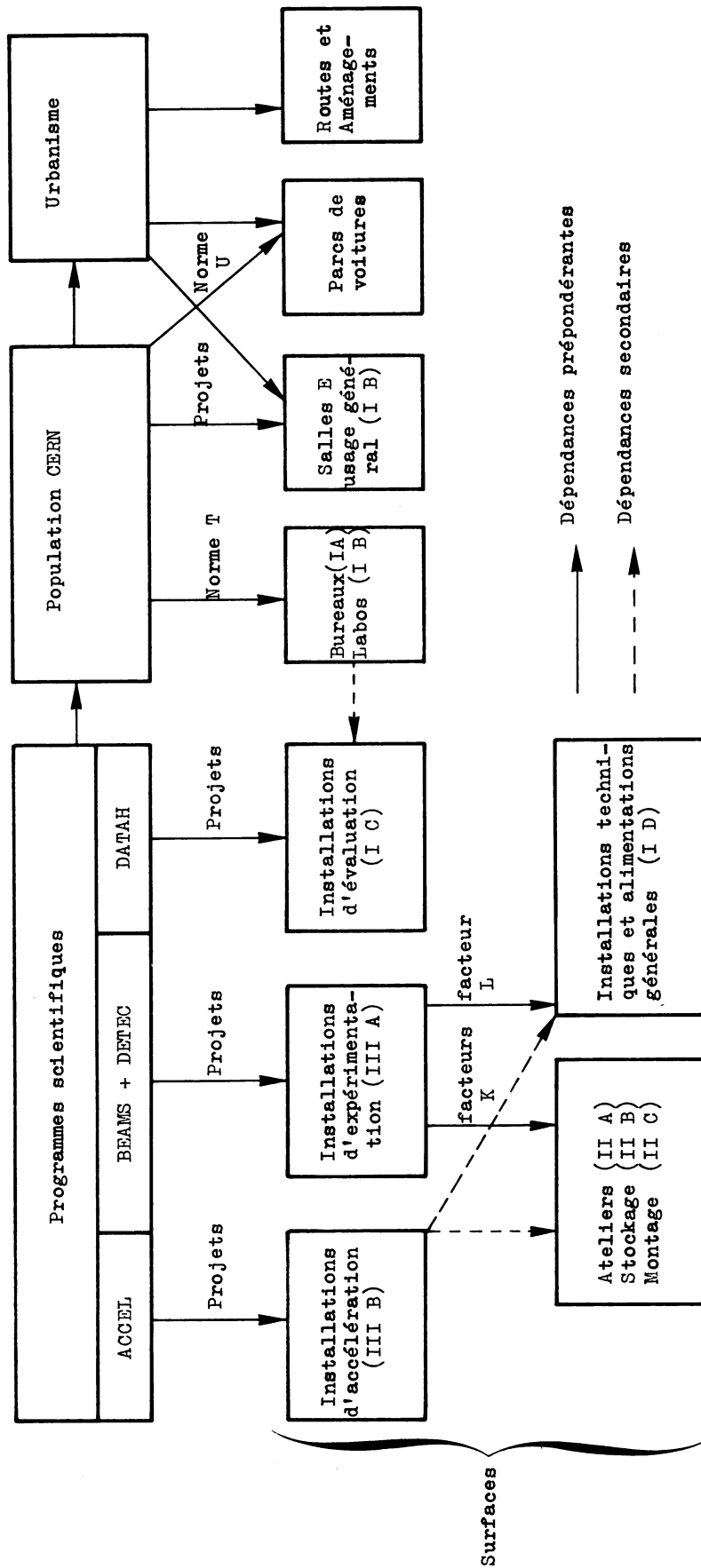


Schéma utilisé pour déterminer le paramètre "surfaces"

(les types de surface sont indiqués entre parenthèses)

Ce schéma concerne le point 6 du modèle considéré aux pages précédentes.