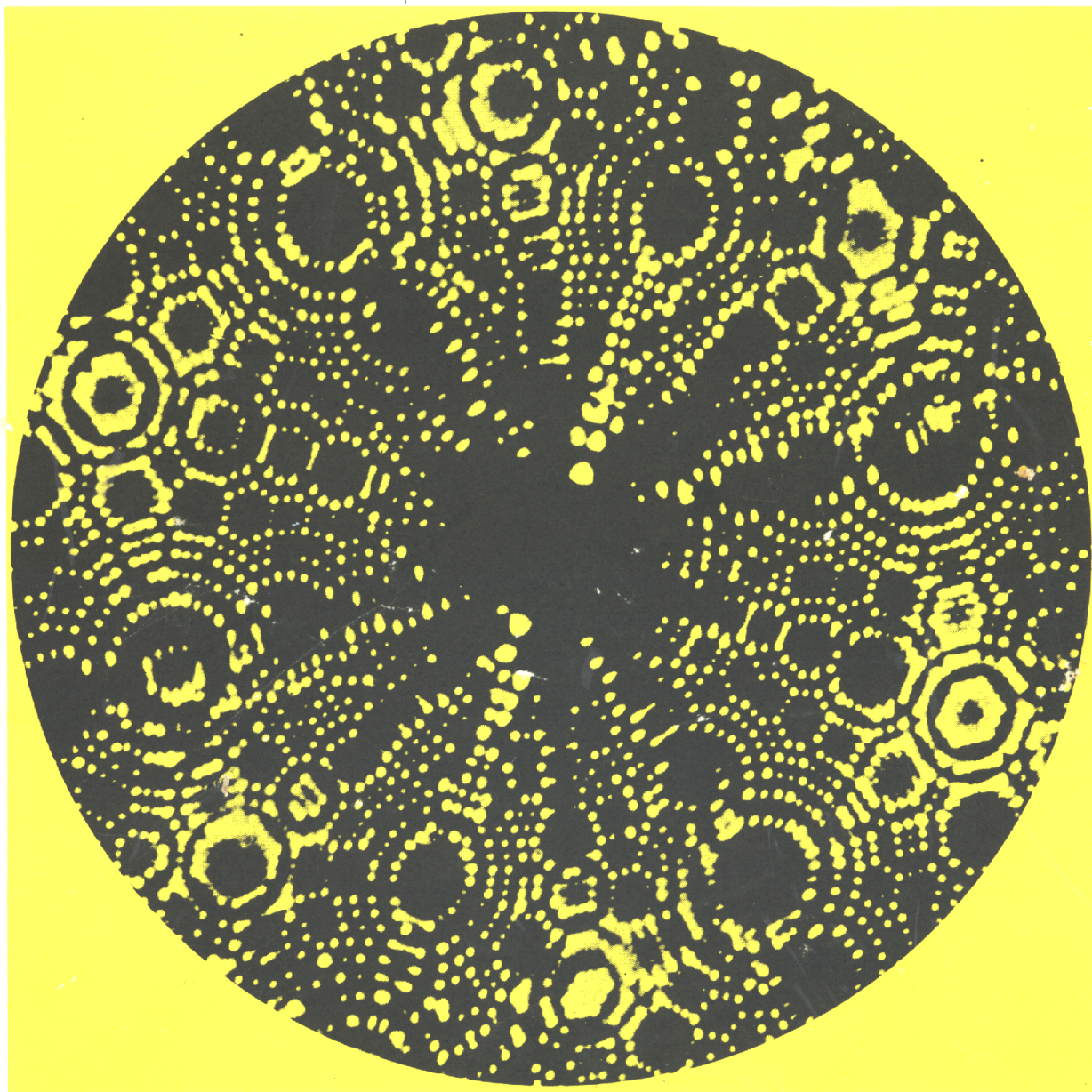


N° 67

# Manuel d'inventaire du potentiel scientifique et technologique national

Deuxième édition entièrement  
revue et complétée du Manuel  
publié par l'Unesco en 1969

Études et documents de politique scientifique



unesco

## Previous titles in this series - Ouvrages déjà publiés dans la même collection - Títulos publicados en esta serie:

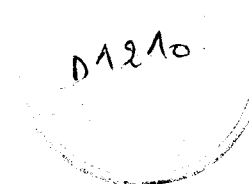
- No. 1 La politique scientifique et l'organisation de la recherche scientifique en Belgique (Pans, 1965).
- No. 2 Science policy and organization of scientific research in the Czechoslovak Socialist Republic (Pans, 1965).
- No. 3 National science policies in countnes of South and South-East Asia (Pans, 1965).
- No. 4 Science policy and organization of research in Norway (Pans, 1966).
- No. 5 Principles and problems of national science policies (Pans, 1967).  
Principes et problèmes des politiques scientifiques nationales (Pans, 1967).
- No. 6 Structural and operational schemes of national science policy (Pans, 1967).  
Schémas structurels et opérationnels d'une politique scientifique nationale (Pans, 1967).  
Version arabe (Fez, 1967).
- No. 7 Science policy and organization of research in the USSR (Pans, 1967).
- No. 8 Science policy and organization of scientific research in Japan (Pans, 1968).
- No. 9 Science policy and the organization of scientific research in the Socialist Federal Republic of Yugoslavia (Paris, 1968).
- No. 10 National science policies of the U.S.A. Origins, development and present status (Pans, 1968).
- No. 11 The promotion of scientific activity in tropical Africa (Paris, 1969).  
Déploiement de l'activité scientifique en Afrique intertropicale (Pans, 1969).
- No. 12 Science policy and organization of research in the Federal Republic of Germany (Pans, 1969).
- No. 13 Bilateral institutional links in science and technology (Pans, 1969).  
Les liens bilatéraux entre institutions dans le domaine de la science et de la technique (Paris, 1969).
- No. 14 La politica científica en América Latina (Montevideo, 1969).
- No. 15 Manuel d'inventaire du potentiel scientifique et technique national (Paris, 1969).  
Manual for surveying national scientific and technological potential (Paris, 1969).  
Manual del inventario del potencial científico y técnico nacional (Montevideo, 1970).  
Пособие по инвентарному описанию научно-технического потенциала (Париж, 1970).
- No. 16 Proceedings of the symposium on science policy and biomedical research (Pans, 1969).  
Comptes rendus du colloque sur la politique scientifique et la recherche biomédicale (Pans, 1969).
- No. 17 Politiques scientifiques nationales en Europe / National science policies in Europe (Pans, 1970).
- No. 18 The role of science and technology in economic development (Paris, 1970).  
Le rôle de la science et de la technologie dans le développement économique (Paris, 1970).
- No. 19 National science policy and organization of research in Israel (Paris, 1970).
- No. 20 Política científica y organización de la investigación científica en la Argentina (Montevideo, 1970).
- No. 21 National science policy and organization of research in Poland (Pans, 1970).
- No. 22 National science policy and organization of research in the Philippines (Pans, 1970).
- No. 23 La politique scientifique et l'organisation de la recherche scientifique en Hongrie (Paris, 1971).
- No. 24 La politique scientifique et l'organisation de la recherche en France (Pans, 1971).
- No. 25 Science policy and the European States (Pans, 1971).  
La politique scientifique et les Etats européens (Pans, 1971).
- No. 26 International aspects of technological innovation (Pans, 1971).  
Les aspects internationaux de l'innovation technologique (Pans, 1971).
- No. 27 National science policy and organization of scientific research in India (Paris, 1972).
- No. 28 Science policy research and teaching units/Unités de recherche et d'enseignement en politique scientifique (Paris, 1971).
- No. 29 La politica científica en América Latina - 2 (Montevideo, 1972).
- No. 30 European Scientific Co-operation: priorities and perspectives (Pans, 1972).  
La coopération scientifique européenne : priorités et perspectives (Paris, 1972).
- No. 31 National science policies in Africa / Politiques scientifiques nationales en Afrique (Paris, 1974).
- No. 32 La politique scientifique et l'organisation de la recherche scientifique dans la République populaire de Bulgarie (Paris, 1974).
- No. 33 (1) Science and technology policies information exchange system (SPINES). Feasibility study (Pans, 1974).  
(2) Provisional world list of periodicals dealing with science and technology policies (Pans, 1974).
- No. 34 Science policy and organization of research in Sweden (Pans, 1974).
- No. 35 Science and technology in African development (Pans, 1974).  
La science et la technologie au service du développement en Afrique (Pans, 1974).
- No. 36 La politique de la science et de la technologie en Roumanie (Pans, 1976).
- No. 37 La politica científica en América Latina - 3 (Montevideo, 1975).
- No. 38 National science and technology policies in the Arab States / Politiques scientifiques et technologiques nationales dans les États arabes (Pans, 1976).
- No. 39. SPINES Thesaurus. A controlled and structured vocabulary of science and technology for policy-making, management and development (Pans, 1976) (In 3 volumes, format 24 x 31 and 31 x 48 cm).
- No. 40. Méthode de détermination des priorités dans le domaine de la science et de la technologie (Pans, 1977).  
Method for priority determination in science and technology (Pans, 1978).  
Método para la determinación de prioridades en ciencia y tecnología (Pans, 1979).
- No. 41. Science and technology in the development of the Arab States (Pans, 1977).  
La science et la technologie dans le développement des États arabes (Pans, 1977).  
Version arabe (Pans, 1977).
- No. 42. La politica científica en América Latina - 4 (Montevideo, 1979).
- No. 42. Presupuestación nacional de actividades científicas y tecnológicas (Montevideo, 1980).
- No. 43. National Science and Technology Policies in Europe and North America / Politiques scientifiques et technologiques nationales en Europe et Amérique du Nord (Pans, 1979).
- No. 44. Science, Technology and Governmental Policy. A Ministerial Conference for Europe and North America - MINESPOL II (Pans, 1979).  
Science, technologie et politique du Gouvernement. Une Conférence ministérielle pour l'Europe et l'Amérique du Nord - MINESPOL II (Pans, 1979).
- No. 45. Unesco's Activities in Science and Technology in the European and North American Region (Pans, 1979).  
Activités de l'Unesco en science et technologie dans la région d'Europe et d'Amérique du Nord (Pans, 1979).
- No. 46. An introduction to Policy Analysis in Science and Technology (Pans, 1979).  
Introduction à l'analyse politique en science et technologie (Pans, 1981).  
Introducción al análisis de la política científica y tecnológica (Pans, 1981).
- No. 47. Societal Utilization of Scientific and Technological Research (Pans, 1981).
- No. 48. Manuel de budgétisation nationale des activités scientifiques et technologiques (Pans, 1981).  
Manual on the national budgeting of scientific and technological activities (Pans, 1984).
- No. 49. World directory of research projects, studies and courses in science and technology policy / Répertoire mondial de projets de recherche, d'études et de cours dans le domaine des politiques scientifiques et technologiques / Repertorio mundial de proyectos de investigación, estudios y cursos relativos a las políticas científicas y tecnológicas (Pans, 1981).
- No. 50. Thesaurus SPINES - Un vocabulaire contrôlé et structuré pour le traitement de l'information relative à la science et la technologie au service du développement (Pans, 1984).
- No. 51. Unesco science and technology activities in Asia and the Pacific (Pans, 1984).  
Activités de l'Unesco en science et technologie en Asie et dans le Pacifique (Pans, 1985).
- No. 52. Science and technology in countries of Asia and the Pacific - Policies, organization and resources / La science et la technologie dans les pays de l'Asie et du Pacifique - Politiques, organisation et ressources (Pans, 1985).
- No. 53. La sexta reunión de la Conferencia permanente de organismos nacionales de política científica y tecnológica en América Latina y el Caribe (Montevideo, 1983).
- No. 54. Informes nacionales y subregionales de política científica y tecnológica en América Latina y el Caribe (Montevideo, 1983).
- No. 55. Science, Technology and Development in Asia and the Pacific - CASTASIA II (Pans, 1983).  
Science, technologie et développement en Asie et dans le Pacifique - CASTASIA II (Pans, 1983).
- No. 56. Science policy and organization of research in the Republic of Korea (Pans, 1985).
- No. 57. Science and technology policy and the organization of research in the German Democratic Republic (Berlin/GDR - Pans, 1986).
- No. 58. Comparative study on the national science and technology policy-making bodies in the countries of West Africa / Étude comparative sur les organismes directeurs de la politique scientifique et technologique nationale dans les pays de l'Afrique de l'Ouest.
- No. 59. World directory of national science and technology policy making bodies / Répertoire mondial des organismes directeurs de la politique scientifique et technologique nationale / Repertorio mundial de organismos responsables de la política científica y tecnológica nacional (Pans, 1984).
- No. 60. Manuel pour le développement d'unités de documentation et de bases de données bibliographiques nationales pour la politique scientifique et technologique (Pans, 1984).
- No. 61. Technology assessment: review and implications for developing countries. (Pans, 1984).
- No. 62. National and sub-regional reports on science and technology policies in Latin America and the Caribbean (Part II), (Montevideo, 1985).
- No. 63. Actividades de la Unesco en ciencia y tecnología en América Latina y el Caribe (Montevideo, 1985).  
Unesco science and technology activities in Latin America and the Caribbean (Montevideo, 1985).
- No. 65. Unesco activities in the field of science and technology in the Arab States region  
Activités de l'Unesco en science et technologie dans la région des États arabes
- No. 66. Comparative study on the national science and technology policy-making bodies in the countries of Eastern and Southern Africa  
Étude comparative sur les organismes directeurs de la politique scientifique et technologique nationale dans les pays de l'Afrique orientale et australe.
- No. 67. Manuel d'inventaire du potentiel scientifique et technologique national  
Deuxième édition entièrement revue et complétée du Manuel publié par l'Unesco en 1969

Note (January 1985)

Numbers 1 through 31, 33 through 35, 37 through 39, 41 (Eng. and Fr.), 42 and 43 are out of print. These numbers may however be purchased in microfiche form

# **Manuel d'inventaire du potentiel scientifique et technologique national**

Deuxième édition entièrement  
revue et complétée du Manuel  
publié par l'Unesco en 1969



BIBLIOTHEQUE DU CERIST

unesco

4-100

ISBN 92-3-202435-7

Publié en 1986  
par l'Organisation des Nations Unies  
pour l'éducation, la science et la culture  
7, place de Fontenoy, 75700 Paris, France

Imprimé dans les ateliers de l'Unesco  
© Unesco 1986

# Préface

## 1. La série "Etudes et Documents de Politique scientifique" publiée par l'Unesco

La collection publiée par l'Unesco sous le titre "Etudes et Documents de politique scientifique" s'inscrit dans le cadre d'un programme lancé par la Conférence générale de l'Unesco à sa onzième session, en 1960, en vue de diffuser des informations concrètes sur la politique de divers Etats membres de l'Organisation en matière de science et de technologie, ainsi que des études techniques pouvant intéresser les dirigeants et les gestionnaires.

Les études par pays sont réalisées par les autorités responsables de la politique scientifique et technologique de l'Etat membre considéré. Le choix des pays faisant l'objet de telles études s'opère en fonction des critères suivants : originalité des méthodes employées dans la planification et l'exécution de cette politique, étendue de l'expérience pratique acquise en la matière, niveau de développement économique et social atteint par le pays. Il est tenu compte également de la couverture géographique des études de la collection.

Les études techniques portent sur la planification de la politique scientifique et technologique, l'organisation et l'administration de la recherche scientifique et technologique, ainsi que sur d'autres questions touchant la politique scientifique et technologique.

Sont également publiés dans cette collection des rapports de réunions internationales sur la politique scientifique et technologique, organisées par l'Unesco.

En règle générale, les études par pays paraissent en une seule langue, l'anglais ou le français, alors que les études techniques et les rapports de réunions sont publiés dans les deux langues. Le présent volume paraît dans trois langues (français, anglais et espagnol).

## 2. But de l'ouvrage

Le présent ouvrage est une édition entièrement revue et complétée du "Manuel d'Inventaire du potentiel scientifique et technologique (PST) national" publié par l'Unesco en 1969. Cette nouvelle édition adopte délibérément une approche systématique pour le management du Système national de R&D et des services scientifiques et tech-

nologiques (SST) connexes <sup>1</sup>. En effet, quels que soient le système politique ou les caractéristiques socio-économiques des Etats, une des conditions préalables à l'élaboration d'une véritable politique scientifique et technologique gouvernementale n'est autre que la connaissance précise et actuelle de l'univers auquel s'appliquera une telle politique. La connaissance effective de cet univers s'appuie sur la mesure, l'analyse et l'évaluation d'un ensemble de facteurs qui, considérées dans leur ensemble, forment ce qu'il est convenu d'appeler aujourd'hui le potentiel scientifique et technologique national.

Ce Manuel est donc principalement destiné aux spécialistes nationaux chargés d'effectuer l'Inventaire du potentiel scientifique et technologique (PST) <sup>2</sup> d'un pays. C'est une méthodologie exposant de manière opérationnelle, concrète et simple les différentes étapes de l'établissement d'un tel inventaire et les possibilités qu'offrent son utilisation pratique.

La méthodologie proposée dans ce Manuel fut originalement développée avec la collaboration des Services de Programmation du Premier Ministre pour la Politique Scientifique de la Belgique. Elle fut ensuite - parfois sous forme modifiée - mise en oeuvre dans un certain nombre de pays du Tiers-Monde tels que l'Argentine, la Guinée, le Maroc, le Sénégal, le Soudan, la Thaïlande et le Venezuela. Ce faisant, les méthodes d'enquête ont été grandement améliorées notamment par la mise au point de questionnaires-types précodés et par l'utilisation de certains logiciels d'ordinateurs, qui permettent de répondre aux besoins de traitement des données de l'Inventaire.

## 3. Plan de l'ouvrage

L'**Introduction** traite du rôle de la science et de la technologie dans le développement : objectifs, ressources, fonctions et normes d'une politique

<sup>1</sup> L'abréviation R&D signifie "Recherche et Développement expérimental" et SST signifie "Services scientifiques et technologiques". Ces abréviations seront couramment utilisées dans la suite du texte.

<sup>2</sup> PST = Potentiel scientifique et technologique. Cette abréviation sera couramment utilisée dans la suite du texte.

nationale de la S&T <sup>1</sup>, y compris ses aspects internationaux. On y décrit le Système national de R&D et SST <sup>2</sup>, ses structures, ressources et produits, et l'on y examine brièvement les problèmes posés par le management du système national de R&D et SST, dont l'Inventaire du Potentiel scientifique et technologique (PST) national constitue un aspect important. Enfin, on y traite des objectifs et de l'utilisation de l'Inventaire du PST, de ses caractéristiques essentielles et de sa place dans la politique scientifique et technologique nationale.

La **Première partie** du Manuel est consacrée à la méthodologie de l'Inventaire du PST, à la nature des données recueillies, aux ressources humaines, matérielles, financières, informationnelles et à l'organisation du Système de R&D et SST ; aux activités en cours au sein du Système et aux résultats obtenus, ainsi qu'aux caractéristiques méthodologiques principales de l'Inventaire.

La **Deuxième partie** du Manuel concerne l'organisation du travail d'enquête sur le PST national. On y décrit les opérations élémentaires d'une telle enquête, l'élaboration des questionnaires, la formation du personnel chargé du service d'Inventaire du PST, ainsi que le rassemblement des données.

La **Troisième partie** rappelle tout d'abord les principes qui régissent la mise sur pied d'un système informatisé de traitement de données d'enquête. Vient alors une description détaillée du

<sup>1</sup> L'abréviation S&T signifie "Science et Technologie". Elle sera couramment utilisée dans la suite du texte.

<sup>2</sup> On utilise parfois le terme "Système scientifique et technologique national" pour désigner une entité conceptuelle plus vaste, mais souvent mal définie.

processus d'organisation des données sur support informatique et la création de trois fichiers de base concernant respectivement les Unités S&T, les projets de R&D et activités de SST, et les scientifiques ou ingénieurs qui s'y trouvent engagés. Elle traite également de la construction de la Base de données du PST, de son système de gestion et des diverses possibilités d'exploitation offertes, selon le cas, aux différentes catégories d'utilisateurs.

La **Quatrième partie** traite des diverses analyses à effectuer sur les données d'Inventaire du PST : listages obtenus, tableaux à double entrée, statistiques diverses et construction d'indicateurs.

La **Cinquième partie** décrit les principales caractéristiques des ordinateurs nécessaires au traitement des données d'enquête sur le PST. Elle donne aussi des exemples d'utilisation de ces ordinateurs.

La **Sixième partie** du Manuel décrit l'utilisation des micro-ordinateurs dans le traitement informatique du PST.

La **Septième partie** du Manuel est consacrée aux divers aspects de la diffusion et de l'utilisation des résultats de l'Inventaire national du PST.

Enfin, la **Huitième partie** s'attache à montrer dans quelle mesure diverses méthodes de planification du développement scientifique et technologique sont tributaires d'un inventaire exhaustif et permanent du PST national.

L'ouvrage s'achève par plusieurs annexes, dont les plus importantes concernent les quatre questionnaires-type utilisés pour l'enquête sur le PST. On y trouve également les définitions et instructions accompagnant les questionnaires, le catalogue des codes utilisé, les résultats comparatifs obtenus sur micro-ordinateur et sur gros ordinateur, le diagramme PERT associé à la réalisation de l'Inventaire du PST.



# Table des matières

## Page

### PREFACE

1.	La série "Etudes et Documents de Politique scientifique" publiée par l'Unesco	5
2.	But de l'ouvrage	5
3.	Plan de l'ouvrage	5

### INTRODUCTION

I.	La Politique scientifique et technologique nationale	11
II.	Le système national de R&D et SST	13
III.	L'environnement et les frontières du système de R&D et SST	15
IV.	Informations sur l'état du système de R&D et SST	17
V.	Remarques sur l'efficacité du système de R&D et SST	17

### PREMIERE PARTIE : INVENTAIRE DU PST NATIONAL

I.	Rôles, objectifs et champ de l'Inventaire du PST	19
II.	Destinataires et utilisateurs de l'Inventaire du PST	20
III.	Définitions et justifications des données saisies par l'Inventaire du PST	20
IV.	Caractéristiques méthodologiques principales de l'Inventaire du PST	28

### DEUXIEME PARTIE : ORGANISATION DU TRAVAIL D'ENQUETE

I.	Liste descriptive des tâches	33
II.	Travaux préparatoires de l'enquête	34
III.	Mise au point des questionnaires	37
IV.	Rassemblement des données	39

### TROISIEME PARTIE : ORGANISATION INFORMATIQUE DES DONNEES D'INVENTAIRE DU PST

I.	Rôle de l'Informatique dans le traitement des données d'enquête du PST	45
II.	Caractéristiques générales du système de traitement des données d'enquête du PST	45
III.	Saisie des données d'enquête du PST	47
IV.	Opérations de contrôle et de nettoyage des données du PST	51
V.	Organisation des données du PST en fichiers classiques	59
VI.	Organisation des données du PST en base de données	67

### QUATRIEME PARTIE : ANALYSE ET EXPLOITATION INFORMATIQUES DES DONNEES DU PST

I.	Introduction	69
II.	Exploitation des données primaires (ou brutes)	69
III.	Exploitation des données secondaires (Analyse statistique des données du PST)	74
IV.	Principaux indicateurs issus de l'Inventaire du PST	96

CINQUIEME PARTIE : TRAITEMENT ET EXPLOITATION DES DONNEES D'ENQUETE  
SUR LE PST AU MOYEN D'ORDINATEURS PUISSANTS

- |     |   |     |
|-----|---|-----|
| I.  | Principales caractéristiques des ordinateurs nécessaires au traitement d'enquête sur le PST                         | 103 |
| II. | Exemple d'utilisation d'ordinateurs puissants dans le traitement et l'exploitation des données d'enquête sur le PST | 105 |

SIXIEME PARTIE : UTILISATION DE MICRO-ORDINATEUR DANS LE TRAITEMENT  
ET L'EXPLOITATION DES DONNEES D'ENQUETE SUR LE  
PST NATIONAL

- |     |  |     |
|-----|--|-----|
| I.  | Généralités  | 107 |
| II. | Exemple d'utilisation d'un micro-ordinateur pour le traitement des données d'enquête sur le PST national | 108 |

SEPTIEME PARTIE : DIFFUSION ET UTILISATION DES RESULTATS DE  
L'INVENTAIRE DU POTENTIEL SCIENTIFIQUE ET  
TECHNOLOGIQUE NATIONAL

- |     |   |     |
|-----|---|-----|
| I.  | Diffusion des résultats                                 | 111 |
| II. | Présentation des résultats en fonction des utilisateurs | 112 |

HUITIEME PARTIE : LA PLANIFICATION DU DEVELOPPEMENT SCIENTIFIQUE  
ET TECHNOLOGIQUE NATIONAL

- |      |   |     |
|------|---|-----|
| I.   | Introduction  | 117 |
| II.  | Elaboration de la politique scientifique et technologique - méthodes et techniques de base                                | 118 |
| III. | Indications méthodologiques sur une approche rationnelle pour l'élaboration de la politique scientifique et technologique | 124 |

## ANNEXES

- |            |  |     |
|------------|--|-----|
| Annexe 1 : | Nomenclature exemplative établie par le Comité consultatif des Nations Unies sur l'Application de la Science et de la Technique au Développement | 135 |
| Annexe 2 : | Les quatre Questionnaires-type d'enquête sur le Potentiel Scientifique et Technologique  | 137 |
|            | - Questionnaire n°0 : Repérage des Unités scientifiques et technologiques  | 139 |
|            | - Questionnaire n°1 : Unités scientifiques et technologiques   | 141 |
|            | - Questionnaire n°2 : Projets de R&D ou Activités de SST   | 155 |
|            | - Questionnaire n°3 : Travailleurs scientifiques (Scientifiques et Ingénieurs)   | 163 |
| Annexe 3 : | Liste des annexes accompagnant les questionnaires  | 169 |
| Annexe 4 : | Liste des codes à l'usage des codeurs seulement  | 171 |
| Annexe 5 : | Catalogue des codes des questionnaires n°1, n°2 et n°3   | 173 |
| Annexe 6 : | Résumé de la Nomenclature Internationale Normalisée de l'Unesco relative aux disciplines de la Science et de la Technologie                      | 183 |
| Annexe 7 : | Définitions et Instructions relatives aux termes utilisés dans les questionnaires d'enquête sur le PST   | 187 |
| Annexe 8 : | Graphe PERT des étapes d'installation et de mise en route d'un service du PST national   | 195 |



## TABLE DES MATIERES (suite)

	Page
Annexe 9 : Exemples de résultats des analyses sur le PST obtenus sur un ordinateur puissant utilisant le logiciel CLOTILDE et sur un micro-ordinateur utilisant le logiciel ABC	201
BIBLIOGRAPHIE	217



# Introduction

## I. LA POLITIQUE SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE NATIONALE

La politique scientifique et technologique forme une partie intégrante de la politique générale des Etats. Elle vise principalement à développer et mettre en valeur les ressources scientifiques et technologiques nationales afin de promouvoir l'avancement des connaissances, de favoriser l'innovation, d'accroître la productivité et d'atteindre ainsi plus rapidement et plus sûrement les objectifs de développement économique, social et culturel du pays. Il est donc essentiel, au niveau du Gouvernement, de disposer d'une organisation institutionnelle et de mécanismes adéquats pour traiter les problèmes que posent le développement de - et par - la science et la technologie.

La politique scientifique et technologique nationale doit essentiellement avoir un rôle d'intégration et de co-ordination ; elle doit donc embrasser l'ensemble des activités scientifiques et technologiques nationales, c'est-à-dire, la recherche et le développement expérimental (R&D), les services scientifiques et techniques connexes (SST) ainsi que toutes les questions d'ordre général posées par les transferts internationaux de science et de technologie.

L'inventaire du Potentiel Scientifique et Technique (PST) constitue un des instruments de base pour le développement d'une politique scientifique et technologique nationale. Il doit permettre la constitution d'une **base de données factuelles** sur l'ensemble des activités de recherche et de services scientifiques et technologiques d'une nation.

Etant donné que l'inventaire du PST est étroitement lié à l'élaboration, à la mise en oeuvre et au suivi de la politique nationale dans le domaine de la science et de la technologie, il convient de décrire d'abord à grands traits l'impact d'une telle politique sur le développement d'un pays, et de donner un bref aperçu de ses objectifs, et de ses structures, avant de rentrer dans la description détaillée de la méthodologie de l'Inventaire.

### 1. Rôle de la science et de la technologie dans le développement

Pendant de nombreux siècles a prévalu l'opinion que le développement scientifique et technologique

d'une nation était un phénomène spontané. La politique gouvernementale devait dès lors éviter de l'influencer d'une manière quelconque, sauf à fournir aux chercheurs les moyens financiers dont ils avaient besoin pour accomplir leurs travaux. Une telle politique porte un nom : c'est le "laisser-faire".

Les concepts d'indépendance et de neutralité de la science dérivent directement de ce point de vue. Indépendance vis-à-vis des objectifs nationaux de développement socio-économique ; neutralité par rapport aux utilisations - bonnes ou mauvaises - des résultats de la recherche.

L'application massive et organisée de la science et de la technologie à des fins militaires pendant la Deuxième Guerre Mondiale allait bouleverser cette vision des choses. Si bien qu'au cours des années soixante la relation entre recherche et développement expérimental (R&D) d'une part et croissance économique d'autre part, semblait solidement établie, et même quasiment proportionnelle. D'où l'intérêt de planifier l'allocation des ressources nécessaires au développement scientifique et technologique national, et d'asservir ce dernier à l'expansion économique que l'on croyait sans limites.

On sait que la destruction irréversible de certains environnements naturels et la crise d'approvisionnement en matières premières qui en découla, ont rapidement conduit à réviser cette attitude d'optimisme matérialiste, dont la "société de consommation" était devenue le symbole. Le développement national est appréhendé aujourd'hui de manière plus humaine, intégrant à la fois les aspects économiques, sociaux et culturels.

De toutes parts s'élevèrent des mouvements mettant en question la direction imprimée par les gouvernements et les grandes compagnies privées à la R&D dans le monde ; et plus encore la conviction selon laquelle la recherche livrée à elle-même produirait automatiquement des résultats bénéfiques pour l'humanité.

Dès lors les conditions étaient remplies pour que soient formulées et mises en oeuvre des politiques nationales de la science et de la technologie, agissant à la fois sur la définition des objectifs, sur l'allocation des ressources et sur la fixation des normes applicables tant à la recherche qu'aux services scientifiques et technologiques connexes qui assurent notamment les transferts de science et de technologie en provenance des laboratoires vers les secteurs productifs de l'économie.

Au cours de la dernière décennie s'est lentement cristallisé le concept d'un Nouvel Ordre Economique International (NOEI) impliquant un changement radical d'attitude envers l'avenir, tant pour les pays développés que pour les pays en développement. A cet égard, l'Assemblée générale des Nations Unies a expressément placé parmi les grands principes sur lesquels devrait être fondé le nouvel ordre économique international "la participation des pays en développement aux avantages de la science et de la technique modernes et la promotion du transfert des techniques et de la création d'une structure technologique autochtone dans l'intérêt des pays en développement, sous une forme et selon des modalités qui conviennent à leur économie".

Il s'agit en fait d'une prise de conscience à l'échelle mondiale de la disparité considérable existant entre pays nantis et ceux dont les populations n'ont pas encore accédé à une existence compatible avec la dignité de la personne humaine.

Cette disparité se fait également sentir sur le plan scientifique et technologique. Elle se traduit notamment dans les statistiques nationales sur :

- les ressources financières consacrées à la R&D, et leur pourcentage par rapport au Produit National Brut ;
- le nombre absolu et relatif de chercheurs et de centres de recherche ;
- la balance extérieure des brevets et licences.

En gros, il apparaît qu'environ 90% du potentiel scientifique et technologique mondial se trouve dans les pays industrialisés. Il en résulte que la somme des politiques nationales de la S&T du monde entier sont influencées par les problèmes spécifiques des pays développés dont les besoins et les aspirations sont parfois radicalement différents de ceux des pays en développement.

Ces derniers sont dès lors forcés d'acquiescer, d'imiter et d'utiliser la science et la technologie produite ailleurs et à d'autres fins. De là viennent les réactions souvent justifiées de ces pays contre l'importation de technologies d'exploitation inappropriées et parfois même destructrices des cultures autochtones.

Ces questions sont si graves et importantes pour l'avenir de l'humanité que les politiques nationales de la science et de la technologie ne peuvent plus longtemps les ignorer. Les pays développés doivent s'en préoccuper au niveau des recherches entreprises sur les problèmes spécifiques des pays en développement notamment dans le domaine des "technologies appropriées" aux besoins de ces derniers. Quant aux pays en développement, il leur incombe surtout, dans un premier stade, de veiller à l'adaptation dans leurs propres laboratoires et à leurs besoins spécifiques des techniques d'exploitation qu'ils importent de l'étranger.

Enfin, il existe des "problèmes globaux" qui affectent l'humanité toute entière sur le plan des conditions physiques de sa survie : environnement naturel, climats, océans, espace extra-terrestre, etc. Il s'agit à cet égard, tant pour les organisations du système des Nations Unies que pour les Etats Membres qui en font partie, de développer des politiques de la science et de la technologie adéquates, et d'une envergure digne des défis qu'elles se proposent de relever.

## 2. Structures, organes et fonctions de la politique scientifique et technologique nationale

Des structures gouvernementales au niveau national ont été progressivement édifiées dans la plupart des pays au fil des années pour assurer l'élaboration, la mise en oeuvre et le suivi d'une politique nationale de la Science et Technologie.

Il est commode, pour l'analyse fonctionnelle des tâches confiées aux divers organes de ces structures, de distinguer les niveaux d'organisation suivants :

- le **niveau national** où se situent les organismes ayant des fonctions de politique générale concernant l'ensemble de la R&D et des SST (ou la partie qui peut être influencée par l'Etat) ;
- le **niveau sectoriel** où se situent tous les organismes ayant des tâches de coordination et de promotion concernant un secteur bien défini de la R&D et des SST ;
- le **niveau institutionnel** où s'exécutent les travaux de recherche et de services scientifiques et technologiques proprement dits.

Il va sans dire que ces trois niveaux national, sectoriel et institutionnel où s'effectuent les activités S&T comprennent dans la pratique un certain nombre de sous-niveaux en fonction de la décentralisation du pouvoir de décision dans le pays en cause. Selon les pays, le "niveau sectoriel" peut se définir par rapport :

- aux domaines de la science : sciences exactes et naturelles, sciences médicales, technologie (sciences de l'ingénieur), sciences sociales et humaines ;
- aux branches productives de l'économie : industrie, agriculture, construction, transport, télécommunications, services, etc. ;
- aux types de recherche : fondamentale, appliquée, développement expérimental ;
- aux secteurs d'exécution de la R&D : enseignement supérieur, institutions d'Etat de type académique effectuant de la R&D, entreprises de production ;
- certains programmes de recherche d'intérêt national et de grande ampleur : recherches nucléaires, recherches spatiales, recherches océanographiques, etc.

Il existe généralement un réseau assez développé d'organismes (publics ou privés) qui assurent les liaisons nécessaires entre les organismes centraux qui s'occupent de la politique scientifique et l'ensemble des institutions et des services où l'on exécute les activités scientifiques et technologiques proprement dites (R&D ou SST).

Ces organismes de 'relais' ou de 'charnière' sont le plus souvent chargés de veiller au financement et d'assurer la programmation coordonnée des projets de recherche et des activités scientifiques et technologiques d'un secteur donné. Ils sont souvent chargés d'effectuer la "transformation" des problèmes ou objectifs socio-économiques en Programmes et Projets de R&D destinés à les résoudre ou à les atteindre, et de veiller à la "retransformation" en sens inverse pour assurer l'application pratique des résultats de R&D.

Selon les pays, les organes nationaux,

sectoriels et institutionnels de la politique scientifique et technologique peuvent prendre des formes juridiques fort diverses. Il est cependant essentiel de leur attribuer des **fonctions** bien distinctes et définies dont voici, à titre d'exemple, un mode de répartition qui respecte à la fois les nécessités d'une centralisation des grandes décisions politiques dont la responsabilité appartient au gouvernement, et celles d'une décentralisation efficace des activités scientifiques et technologiques.

#### a. Au niveau national

**La fonction de planification et de programmation budgétaire :** sous son premier aspect, la planification se présente comme une anticipation et a donc un caractère à long terme. Elle consiste principalement à définir des objectifs généraux pour les activités nationales en science et technologie et à trancher entre diverses options dans des plans périodiques déterminant l'ordre de grandeur des ressources affectées à ces activités.

Sous son second aspect, la planification est à court terme et, par conséquent, plus concrète et plus pratique. Elle se concentre sur des problèmes de programmation budgétaire, de répartition de l'effort scientifique et technologique national entre divers secteurs et de préparation des décisions relatives aux grands programmes nationaux de R&D. Des informations complètes et précises sur l'état et le fonctionnement du système national de R&D et de SST sont indispensables à la planification sous l'un et l'autre aspects ; c'est la mission qui incombe à l'organe du gouvernement chargé de l'**Inventaire du potentiel scientifique et technologique national**.

**La fonction consultative en matière de politique générale** comprend la participation à l'établissement du Plan national de développement, les conseils donnés sur des problèmes aussi capitaux que l'exploitation des océans et du milieu naturel, l'élaboration de projets d'une organisation sociale différente pouvant réduire les tensions sociales ou internationales génératrices de conflits, l'utilisation de la science et de la technologie pour les besoins de la sécurité nationale, la formation d'une éthique nationale, et la législation sur l'utilisation des découvertes et inventions scientifiques.

**La fonction de défense de la science et de la technologie** comprend le soutien organisé de l'activité scientifique et technologique en soi, notamment de la recherche fondamentale qui, étant par nature une activité à long terme et à haut risque, menace toujours de souffrir d'une comparaison avec la recherche appliquée. Elle comprend aussi la protection des intérêts légitimes de la communauté scientifique et celle des droits et responsabilités de chacun de ses membres.

#### b. Au niveau sectoriel

**La fonction de coordination** qui vise à établir la cohésion et la coopération entre institutions gouvernementales (et du secteur privé le cas échéant) à vocation spécifique ayant la responsabilité d'exécuter des programmes de R&D et des services scientifiques et technologiques connexes et d'en assurer la supervision et le contrôle.

**La fonction de promotion et de "transformation"** <sup>1</sup> qui tend directement à l'action : elle crée les conditions nécessaires à la réalisation des objectifs. L'attribution de ressources aux institutions d'exécution et aux grands programmes pluri-institutionnels déclenche l'action et vise à permettre l'application pratique des résultats obtenus.

**La fonction d'évaluation** permet de s'assurer que l'utilisation des ressources allouées aux institutions d'exécution produit les résultats escomptés et leur application pratique, avec le maximum d'efficacité.

#### c. Au niveau institutionnel

**La fonction d'exécution** du travail S&T est gérée sous forme de programmes, projets et activités de service confiés à des institutions, elles-mêmes constituées de cellules élémentaires, les "unités scientifiques et technologiques" (R&D ou SST) auprès desquelles s'effectuent les enquêtes visant à établir les Inventaires du potentiel scientifique et technologique national.

**La fonction de retransformation"** <sup>2</sup> et de diffusion des résultats de l'activité S&T sous forme directement utilisable dans les divers secteurs productifs de l'économie nationale.

## II. LE SYSTEME NATIONAL DE R&D et SST <sup>3</sup>

On peut appliquer au management du système national de R&D et SST les principes de base qui caractérisent les modèles cybernétiques, dont on sait qu'ils sont à la fois asservis et soumis à un but extérieur qui les dépasse, tout en conservant une grande autonomie interne de fonctionnement.

Le système national de R&D et SST peut se définir comme un ensemble de ressources et activités organisées dans les domaines scientifique et technologique servant à découvrir, inventer et transférer des connaissances nouvelles ainsi qu'à en promouvoir l'application dans le but de réaliser les objectifs nationaux. Les services scientifiques et technologiques publics (SST) représentent ici toute la série des activités d'appui qui ont une importance cruciale pour le progrès de la recherche et l'application pratique de la Science et de la Technologie.

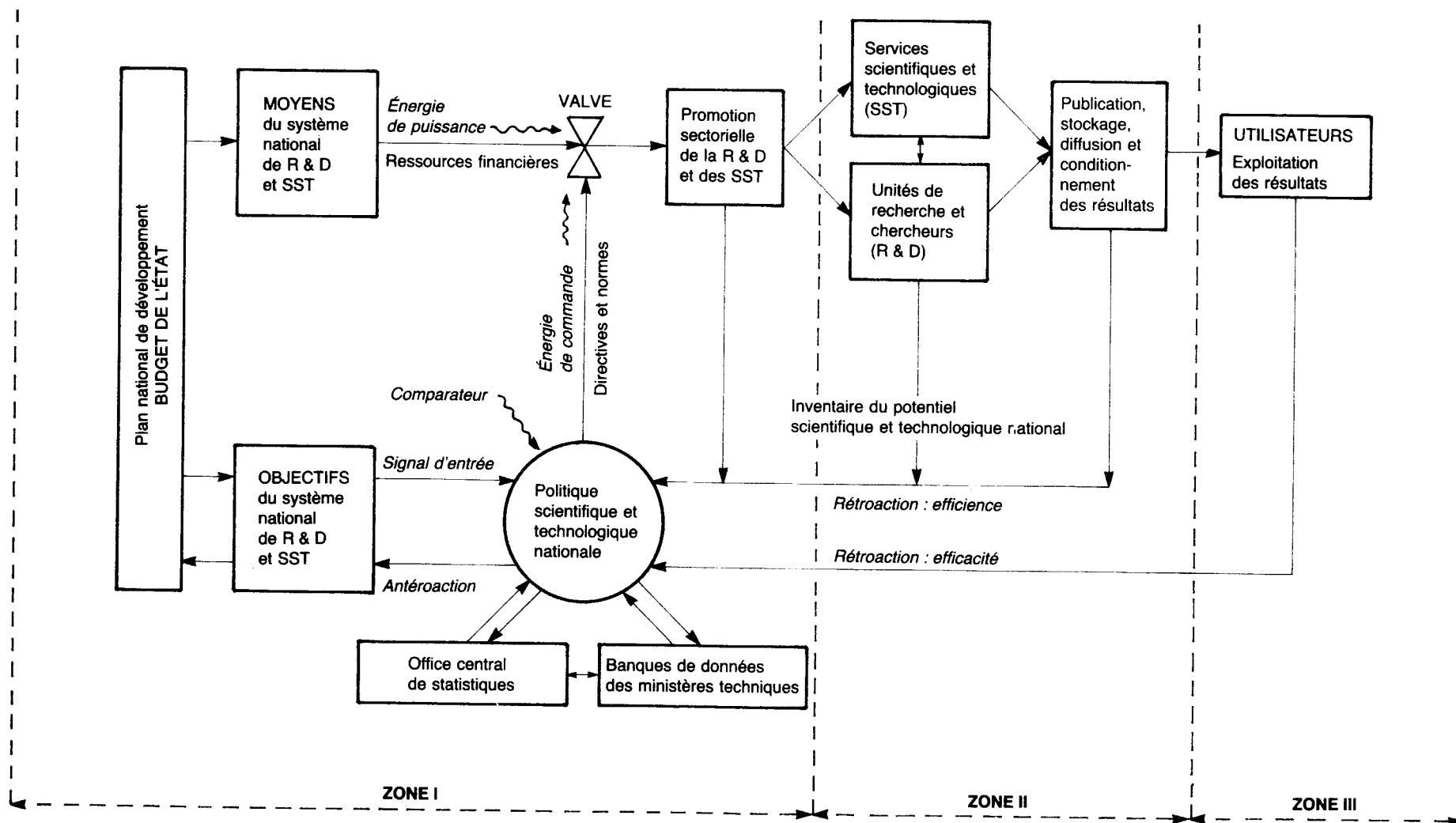
Les mécanismes et structures qui interviennent dans l'élaboration de la politique scientifique et technologique peuvent être reliés de façon dynamique aux institutions qui exécutent cette politique par le truchement d'un modèle cybernétique comprenant des "boîtes noires" et des "interconnexions". Ceci est illustré dans le schéma de la page suivante.

<sup>1</sup> Définie page 12.

<sup>2</sup> Définie page 12.

<sup>3</sup> En termes d'analyse fonctionnelle, pareil "système" comprend les institutions nationales chargées de la recherche et du développement expérimental (R&D) ainsi que les services scientifiques et technologiques nationaux (SST) ; en abrégé, le système de R&D et SST. Certains auteurs emploient de préférence l'expression "système national de science et de technologie", sans toujours en définir le contenu conceptuel.

# Modèle cybernétique du système scientifique et technologique national (R & D et SST)



Dans la zone I du schéma les **moyens** affectés dans le plan national de développement et/ou le budget de l'Etat aux institutions scientifiques et technologiques sont injectés dans les systèmes de R&D et SST où ils jouent le rôle d'"énergie motrice" ; celle-ci est communément exprimée en termes financiers. Les **objectifs** généraux des efforts de R&D et des SST sont également introduits dans le système sous forme de **directives** et de **normes** (énergie de commande) exprimées par les instructions ou recommandations adressées aux autorités chargées de mettre les ressources ci-dessus à la disposition :

- des institutions responsables de la promotion sectorielle de la R&D,
- des institutions se livrant à la R&D et offrant des services scientifiques et technologiques (SST).

Le point de rencontre de ces objectifs et ressources est représenté dans le schéma cybernétique par une **"valve"**. Si cette valve ne fonctionne pas comme elle le devrait, la politique scientifique et technologique dans son ensemble devient vaine. C'est exactement ce qui se passe dans certains pays lorsque le ministère des finances (ou le bureau du budget) se réserve le droit, pour "des raisons techniques", d'entraver l'exécution des décisions gouvernementales en gelant ou en supprimant les ressources budgétaires affectées aux activités scientifiques et technologiques.

La zone II correspond aux activités des institutions et unités nationales de recherche ainsi que des services publics dans le domaine de la science et de la technologie. Elle englobe également la publication, le stockage et la diffusion des résultats de la recherche, y compris "leur conditionnement" sous une forme se prêtant à l'exploitation immédiate.

Dans la zone III, on trouve les utilisateurs des connaissances scientifiques et technologiques ; c'est dans cette zone que se situent les applications pratiques des activités nationales de R&D et des SST, et que peut être évaluée leur incidence socio-économique.

### III. L'ENVIRONNEMENT ET LES FRONTIERES DU SYSTEME R&D ET SST

On a vu que le système R&D et SST embrassait toutes les activités nationales de recherche et de développement expérimental (R&D), ainsi que les services scientifiques et technologiques (SST) connexes. C'est au travers du système national de R&D et SST que s'effectue généralement le transfert international de science et de technologie vers les secteurs productifs de l'économie. C'est là que se prépare l'utilisation effective des inventions et découvertes.

Le système de R&D et SST ne connaît aucune distinction quant aux disciplines de la connaissance et du savoir-faire humains. En effet, ce qui compte en définitive pour délimiter ses frontières n'est autre que l'activité de R&D ou de SST poursuivie par ceux qui en font partie. Il ne comprend donc ni le système éducatif qui se trouve en amont, ni le système de production des biens et services qui se trouve en aval. Il y a cependant sur le plan des institutions un recouvrement partiel du système de R&D et SST avec les systèmes

de l'éducation et de la production au niveau des unités de recherche et services scientifiques et technologiques connexes qui en font organiquement partie.

L'enseignement supérieur - principalement l'Université - ne peut se concevoir sans une active recherche intra-muros, effectuée aussi bien par le corps enseignant que par les étudiants accomplissant des études universitaires supérieures ou des thèses de doctorat.

Quant aux grandes compagnies industrielles ou les services publics tels que l'électricité, les télécommunications, etc., ils entretiennent le plus souvent de puissantes unités de recherche - voire de SST - qui en font partie intégrante.

S'il est souhaitable de délimiter avec précision les frontières du système R&D et SST afin de mieux comprendre le fonctionnement, d'en faire l'inventaire et d'en assurer le management, il en va tout autrement de la politique scientifique et technologique gouvernementale, dont la moindre des qualités n'est pas d'être ouverte sur le monde extérieur et attentive aux besoins de tous les secteurs de la vie nationale.

Le diagramme à la page suivante illustre de manière très simplifiée, et en deux dimensions seulement, les principales liaisons de la politique scientifique et technologique avec les secteurs de l'activité nationale faisant largement appel à la R&D et aux SST.

Le coeur du diagramme est le système de R&D et SST ; il recouvre en partie, comme le fait d'ailleurs la couronne extérieure pour l'"enseignement supérieur", les sphères de l'industrie, de l'agriculture, de la santé, de l'environnement, de la culture et des affaires étrangères. Ces diverses sphères forment le plus souvent le domaine de compétence du ministère de même nom, et elles se recoupent de même au niveau d'activités interministérielles.

On peut ainsi retrouver sur ce diagramme certaines zones d'activités gouvernementales de R&D et SST dont les dénominations nous sont devenues familières ; mais bien sûr, il y en a beaucoup d'autres, selon les différentes manières dont le diagramme pourrait être composé.

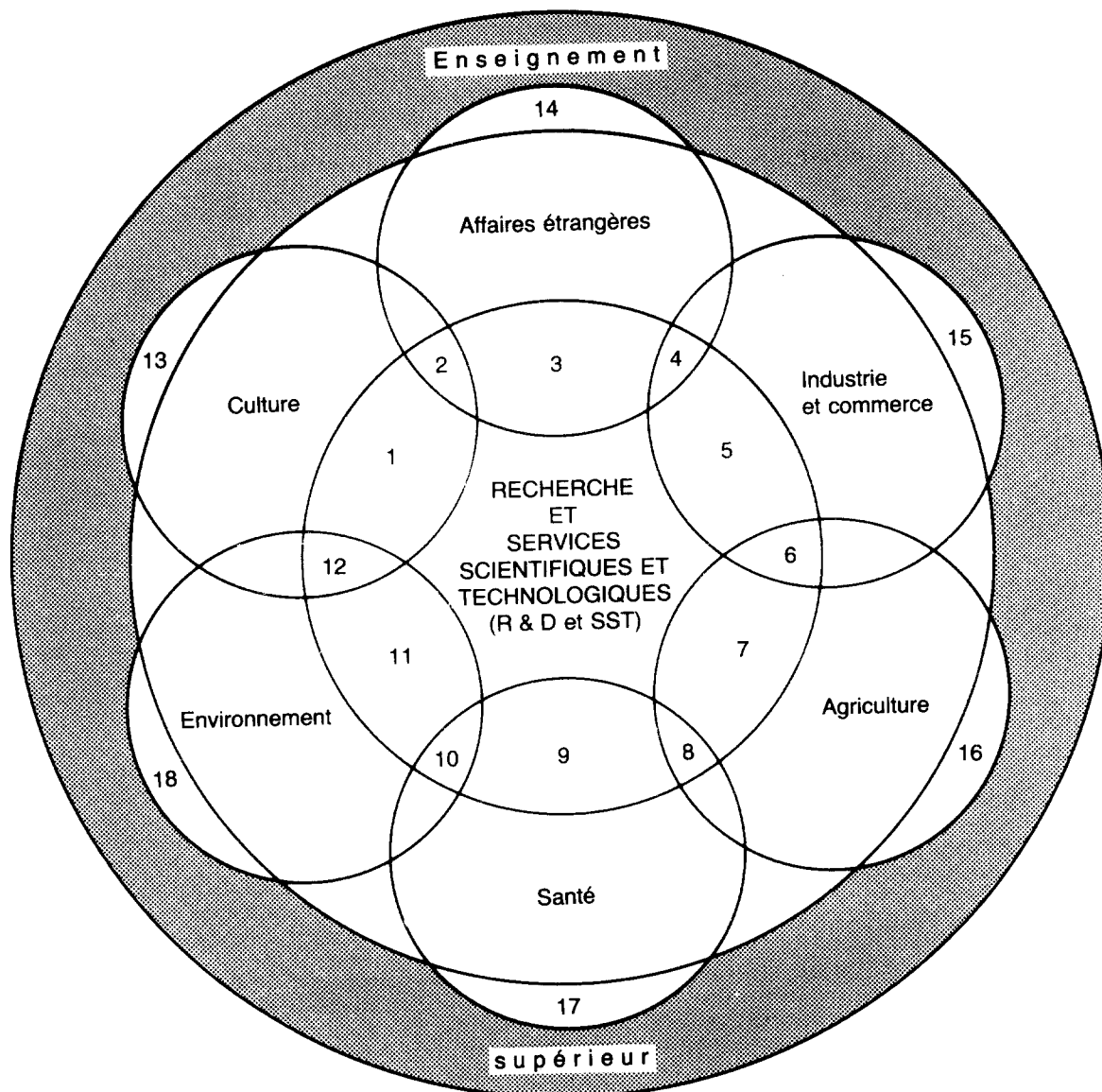
A titre d'exemple illustratif, on peut distinguer ainsi dans le diagramme choisi (voir les zones numérotées) :

1. la recherche fondamentale, dont le but est avant tout l'avancement des connaissances en tant que telles ;
3. la recherche sur la paix ;
5. la recherche industrielle ;
7. la recherche agricole ;
9. la recherche médicale ;
11. la recherche en sciences de l'environnement.

Aux zones d'intersections se situent certaines formes de recherche d'importance capitale, mais qui sont souvent négligées car elles ne dépendent pas de manière exclusive de la compétence d'un seul ministère ; par exemple :

2. recherches coopératives internationales en sciences exactes et naturelles ;
4. recherches coopératives internationales en technologie industrielle ;
6. recherches agro-industrielles ;
8. recherches vétérinaires ;
10. recherches sur la pollution ;
12. recherches sur la conservation de la nature, les monuments et les sites.





**Note :** Beaucoup d'autres liaisons existantes n'ont pu être représentées dans le schéma à deux dimensions ci-dessus ; c'est le cas, par exemple, des services de contrôle pharmaceutique et alimentaire (Santé-Industrie) et de surveillance de la pollution industrielle (Industrie- Environnement-Santé).

De même pour l'enseignement supérieur, on distingue :

- 13. les facultés universitaires traditionnelles ;
- 14. les instituts de relations internationales ;
- 15. les écoles d'ingénieurs et de commerce ;
- 16. les instituts d'agronomie ;
- 17. les écoles de médecine ;
- 18. les facultés universitaires des sciences de la nature.

Remarquons que ce diagramme ne saurait être compris comme étant une représentation fidèle de la réalité complexe des affaires gouvernementales. Qu'il suffise de remarquer par exemple qu'on n'y trouve pas la recherche pharmaceutique pour la

simple raison que la sphère "santé" n'y voisine pas avec la sphère "industrie". On remarquera également que la sphère "Affaires économiques" n'y figure pas car l'économie, de même que la science et la technologie, mais pour des raisons différentes, influence profondément tous les secteurs de l'activité nationale ; la même chose pourrait être dite du "Travail" ou des "Affaires sociales".

Enfin, c'est ici le lieu de rappeler que les choix technologiques pour l'industrie - que certains auteurs qualifient parfois de "politique de développement technologique"<sup>1</sup> - constituent une interface importante entre la politique S&T

<sup>1</sup> Le raccourci "politique technologique" prête malheureusement à confusion.

d'une part et la politique industrielle d'autre part. Mais il est évident que cette dernière l'emporte largement sur le plan de la **responsabilité** des choix ; et c'est pourquoi la politique scientifique et technologique ne peut y intervenir que marginalement par le biais des connaissances nécessaires pour éclairer pleinement ces choix.

#### IV. INFORMATIONS SUR L'ETAT DU SYSTEME R&D ET SST

La description de l'état d'un système peut être comparée à une photographie instantanée. Les informations sont ici d'ordre statique ; leur validité diminue avec le temps : une semaine, un mois, un an ou deux selon les cas.

La raison d'être de cet état descriptif du système de R&D et SST est celle-là même qui pousse le capitaine de navire à déterminer sa **position**. On peut en déduire, au niveau des Unités de recherche, si l'une des quatre ressources essentielles leur fait défaut ou non, et dans quelle mesure. Des statistiques nationales d'input sur les activités scientifiques et technologiques peuvent en être déduites par agrégation des données recueillies, et des indicateurs complexes calculés (par exemple : ressources financières annuelles par chercheur dans une discipline donnée).

Par accumulation chronologique de tels états descriptifs, sur une base annuelle ou biennale, il est possible de faire des **analyses de tendances** révélatrices quant aux ressources dont dispose le système national de R&D et SST. Ces analyses permettent alors aux responsables de la politique scientifique et technologique nationale de prendre, en connaissance de cause, des mesures généralement d'ordre budgétaire ou financier, assurant au système, et aux diverses Unités scientifiques et technologiques qui le composent, et quels que soient les objectifs poursuivis, une survie décente au-delà d'un certain seuil minimum d'efficacité scientifique.

#### V. REMARQUES SUR L'EFFICACITE DU SYSTEME DE R&D ET SST

Certains types d'informations sont nécessaires pour pouvoir procéder à l'**évaluation** des activités scientifiques et technologiques nationales <sup>1</sup>. L'Inventaire du PST peut y pourvoir. L'évaluation de l'"output" des systèmes nationaux de R&D a fait l'objet d'études nombreuses dans les pays à économie planifiée aussi bien que dans les pays appartenant aux systèmes d'économie de marché ou d'économie mixte. Bien que les systèmes économiques en vigueur aient leur influence sur le type d'évaluations de la R&D pratiquées, on peut dire que deux grandes notions se sont progressivement

dégagées à cet égard au cours de la dernière décennie, à savoir : l'efficacité interne et l'efficacité externe.

L'**efficacité interne** est une notion intrinsèque à la Science et à la Technologie, qui mesure la productivité des ressources investies dans la R&D ; elle peut en principe être appréhendée par des rapports input/output portant sur des périodes de plusieurs années.

L'**efficacité externe** est une notion extérieure à la Science et à la Technologie, qui mesure "l'output" de la R&D de manière qualitative - voire même quantitative - par rapport aux buts ou objectifs socio-économiques visés.

Il est maintenant largement admis que l'évaluation de la R&D constitue en quelque sorte un processus dialectique, qui s'étend sur toute la durée d'une activité de recherche : *a priori*, en cours d'activité, et *a posteriori*. Cela s'applique à tous les niveaux auxquels intervient l'évaluation : au niveau global que représente le "système national de R&D" ou à celui des divers éléments constitutifs de ce dernier.

Les **évaluations a priori** de la R&D passent pour comprendre une série de mesures, qui ne sont pas nécessairement séquentielles, et qui sont résumées ci-après :

1. détermination des objectifs scientifiques ou technologiques de la R&D en fonction des grandes orientations et objectifs socio-économiques nationaux ;
2. traduction de ces objectifs scientifiques ou technologiques en programmes et projets prioritaires de R&D <sup>2</sup> ;
3. détermination des ressources nécessaires à la bonne exécution de ces programmes et projets de R&D : examen des points forts et des points faibles des ressources disponibles ;
4. étude prévisionnelle de l'efficacité interne et surtout externe de la R&D (notamment études d'évaluation sociale, études d'évaluation technique, études de marché, études de faisabilité concernant la production industrielle et l'exportation des produits, etc.) ;
5. examen des diverses voies qui s'offrent pour atteindre l'objectif (telles que le recours à l'assistance ou au savoir-faire scientifiques et technologiques étrangers, la coopération internationale en matière de R&D), et évaluation des avantages scientifiques, sociaux et économiques ;
6. élaboration des protocoles de R&D nécessaires et décision concernant leur mise en oeuvre.

L'**évaluation de la R&D en cours d'activité** se fait à des moments précis ou à des stades décisifs de l'exécution des programmes et projets de R&D <sup>2</sup>,

<sup>2</sup> Un **projet de R&D** est défini ici comme un groupe apparenté d'activités de R&D ayant pour but d'obtenir des résultats originaux par l'élaboration de théories et de méthodes nouvelles, une meilleure connaissance de la nature, la mise au point et le développement de produits ou procédés nouveaux, la découverte de nouveaux domaines d'investigation, etc.

Un **programme de R&D** est défini ici comme un ensemble de projets de R&D, n'ayant pas nécessairement entre eux des liens scientifiques ou technologiques, mais tendant vers un objectif commun.

<sup>1</sup> Cette section s'applique aussi bien aux activités de R&D qu'aux services scientifiques et technologiques, bien que ces derniers n'aient pas fait l'objet jusqu'à présent d'une attention aussi étroite que la R&D proprement dite.

alors que les **évaluations a posteriori** sont faites lorsque les programmes et projets de R&D sont achevés.

Les indices et critères utilisés pour l'évaluation sont d'une très grande diversité, dépendant principalement du type de cadre institutionnel dans lequel sont exécutés les programmes et projets de R&D ; ils varient selon le type de recherche et la nature des objectifs poursuivis.

D'une manière générale, on admet :

- que les évaluations des activités scientifiques et technologiques doivent être effectuées régulièrement ;
- qu'elles soient faites à différents niveaux (nation, institutions et unités de R&D ou SST, programmes et projets, individus), embrassant un ou plusieurs secteurs dans les domaines de la Science ou de la Technologie, et recouvrant un ou plusieurs secteurs de l'économie nationale ;
- qu'elles reposent sur l'utilisation concomitante des méthodes et de données différentes et soient effectuées à des stades différents du processus, à savoir avant, pendant et après ;
- qu'elles soient spécifiques pour ce qui est :
  - i) des résultats de l'activité ; en effet, les évaluations du produit de la recherche (R) (connaissance scientifique), les évaluations du produit du développement expérimental (D) (innovation technologique) et des évaluations du produit des SST demandent des traitements différents ;
  - ii) des missions des institutions ;
  - iii) des objectifs poursuivis ;
- qu'elles tiennent compte non seulement de l'aspect scientifique, mais également de l'utilité sociale, en mettant moins l'accent sur les gains purement économiques que cela ne s'est fait dans le passé.

Ce qui précède montre bien que l'évaluation des activités scientifiques et technologiques est un problème complexe auquel l'Inventaire du PST national ne peut apporter qu'une contribution limitée. Remarquons cependant que l'existence d'un tel Inventaire est une **condition préalable** de toute évaluation systématique et approfondie de l'efficacité du système national de R&D. En effet, l'Inventaire permet de **saisir avec grande précision l'effort national de R&D à tous les niveaux** (nation, institutions et unités de R&D ou SST, programmes et projets, individus) que ce soit de manière exhaustive ou par échantillonnage. En outre, l'Inventaire du PST fournit les informations de base indispensables à toute évaluation, notamment en ce qui concerne :

- l'"**Input**", c'est-à-dire les ressources allouées aux activités S&T dans le pays

(personnel, finances, information, installations et équipement) ;

- les **objectifs** poursuivis, tant sur le plan socio-économique que sur le plan scientifique et technologique.

Mais l'Inventaire du PST ne cherche pas à mesurer l'"**output**"<sup>1</sup>. Son but est seulement de connaître de manière précise ce qu'un pays est capable de faire ou d'entreprendre de manière endogène et autosuffisante, en matière de recherche et de services scientifiques et technologiques. De là le concept de "POTENTIEL".

En d'autres termes, si l'on définissait l'efficacité (ou rendement) du système national de R&D et SST par le rapport symbolique :

"Output" en résultats

"Input" en ressources

l'Inventaire du PST n'interviendrait que dans le dénominateur de ce rapport.

Cette limitation volontaire du champ de l'Inventaire est justifiée par les deux raisons suivantes :

- a) il n'existe pas encore, et peut-être n'existera-t-il jamais, d'indicateurs factuels simples permettant de mesurer l'"output" des activités scientifiques et technologiques ;
- b) on peut penser que la mesure de l'"output" n'est pas nécessaire en soi ; ce qui importe en réalité est l'efficacité de l'effort. Cette notion d'efficacité est multidimensionnelle et son appréhension correcte, en matière d'activités S&T, dépend tout autant - sinon plus - d'indicateurs d'ordre perceptuel que factuel ou statistique. Il importe beaucoup plus de comprendre et de mesurer le rendement du système national de R&D du point de vue opérationnel et dynamique<sup>2</sup> que de mesurer la quantité (et la qualité) de ses produits. Il y a pour cela une raison profonde : qu'en R&D dominant le génie et la chance. Et s'il est vrai que l'esprit souffle où il peut (et non où il veut), il ne manque pas de bons esprits pour penser que la chance suit le potentiel disponible.

<sup>1</sup> L'Inventaire du PST recense cependant le nombre de publications à mettre au crédit des chercheurs, mais pour d'autres motifs que l'évaluation de l'efficacité de l'effort S&T.

<sup>2</sup> Au sens de l'analyse dynamique en économie, qui fait intervenir le temps.

# Première partie : Inventaire du PST national

On entend par "potentiel scientifique et technologique national" (PST) la totalité des ressources organisées dont un pays dispose souverainement pour des buts de découverte et d'invention, et pour l'étude de tous les problèmes que pose l'application de la science et de la technologie au développement. C'est un complexe interactif de facteurs humains, financiers, informationnels et d'équipements dont il faut assurer un management efficace en vue d'optimiser son impact sur le développement socio-économique et culturel de la nation.

L'Inventaire du PST constitue une des sources d'informations sur lesquelles s'appuient l'élaboration de politiques, l'organisation et le management concernant la recherche et les services scientifiques et technologiques (R&D et SST) d'un pays. La base de données<sup>1</sup> constituée à partir des informations recueillies au cours de l'inventaire doit donc servir la prise de décision, le management et l'établissement de statistiques relatives aux activités scientifiques et technologiques nationales.

L'intérêt principal de l'Inventaire du PST pour l'organisme directeur de la politique scientifique et technologique nationale tient aux traits suivants :

- a) par son caractère centralisé et informatisé, la base de données qu'il fournit permet de suivre l'évolution du potentiel scientifique et technologique du pays au niveau global et institutionnel, tout comme à celui des unités de R&D ou SST et des travailleurs scientifiques ; il couvre aussi bien le secteur public que privé ;
- b) l'inventaire recueille les données au niveau collectif le plus élémentaire : celui de l'unité de R&D ou SST. Cela permet les analyses de type "micro", tout comme la construction de statistiques ou d'indicateurs de type "macro" selon la nature des problèmes à étudier. Cela garantit en outre que les décideurs possèdent des informations précises sur les effets de la politique S&T nationale à l'échelon "tactique", c'est-à-dire celui où se situe l'action S&T proprement dite ;
- c) par son caractère exhaustif, systématique et périodique, l'Inventaire du PST épargne de nombreuses enquêtes *ad hoc* sur des

questions particulières visant à obtenir des renseignements précis sur un aspect limité de la capacité nationale en R&D ou SST. Cela n'exclut évidemment pas que des enquêtes supplémentaires en profondeur soient effectuées sur ces questions si l'on souhaite avoir à leur sujet des informations plus détaillées que celles recueillies lors de l'Inventaire.

Etant donné que l'Inventaire du PST ne couvre qu'une partie seulement des informations nécessaires à l'élaboration, la mise en oeuvre et le monitoring de la politique scientifique et technologique nationale, d'autres données telles que des orientations de politique générale, des statistiques socio-économiques et des objectifs prioritaires du plan de développement économique et social du pays doivent également être prises en considération aussi bien pour déterminer le contenu de l'Inventaire du PST que pour en faire l'analyse.

Il est donc essentiel que les responsables du service de l'Inventaire du PST travaillent en contact étroit et de manière coordonnée avec les services chargés de la mesure et de l'analyse d'autres aspects de la conjoncture nationale (ministère du plan, office national des statistiques, bureau des affaires sociales et de la main-d'oeuvre, etc.). Un Service d'Inventaire du PST travaillant en vase clos et replié sur lui-même voue ses travaux à la stérilité : située hors contexte et coupée de la réalité, la politique scientifique et technologique ne pourra s'intégrer dans l'effort de développement national.

## I. ROLE, OBJECTIFS ET CHAMP DE L'INVENTAIRE DU PST

L'Inventaire du PST est avant tout un instrument d'élaboration de politiques et de management concernant la recherche (R&D) et les services scientifiques et technologiques (SST) au niveau national. La "base de données" constituée - et périodiquement mise à jour - grâce à l'inventaire doit permettre d'effectuer les études de conjoncture et les analyses prévisionnelles nécessaires à ces fins ; parmi celles-ci on citera à titre d'exemples les études visant à déterminer ou à mieux comprendre :

1. les caractéristiques du potentiel scientifique et technologique national ;

<sup>1</sup> Sous le vocable base de données, on entend ici un ensemble organisé de données accessibles et exploitables par ordinateur.

2. les flux financiers du budget national de la S&T depuis les sources de financement jusqu'aux utilisateurs ;
3. la cohérence scientifique - ou cohérence "interne" - des activités de recherche (y compris le repérage des lacunes et des duplications inutiles) ;
4. les relations de coopération scientifique internationale à établir ou renforcer ;
5. les besoins en recherche scientifique et technologique, compte tenu des objectifs prioritaires du plan de développement national ;
6. la cohérence "externe" des activités de recherche par rapport aux objectifs économiques et sociaux du pays ;
7. la répartition optimale des tâches de recherche scientifique en vue de maximiser l'utilisation de l'appareil de production scientifique national (ressources disponibles en hommes - directeurs de recherche, chercheurs, techniciens -, en locaux, et en équipements) ;
8. la production des unités de recherche et des unités de services scientifiques et technologiques ;
9. la composition, les conditions de travail et le statut de la communauté scientifique et technologique nationale (travailleurs de la R&D et des SST).

C'est seulement en possession des données brutes de l'Inventaire du PST et des études effectuées à partir de celles-ci que les responsables de la politique scientifique et technologique peuvent résoudre les problèmes d'organisation et d'administration de la R&D et des SST, définir les mesures propres à favoriser le développement de la science, orienter efficacement l'effort de la recherche, en un mot, qu'ils peuvent formuler une politique scientifique et technologique nationale.

L'Inventaire du PST embrasse dans son champ la totalité des unités de recherche ou de services scientifiques et technologiques d'un pays. Il constitue de ce fait non seulement un outil de management permettant le contrôle des **activités** (projets de R&D ou activités de SST) et celui des ressources (en hommes, en argent, en information scientifique et technologique et en équipements) attribués à celles-ci, mais encore la base indispensable à l'établissement de statistiques nationales dont le Gouvernement a besoin, tant pour son usage propre que pour répondre aux demandes d'informations qui lui sont faites, notamment par les organisations internationales.

## II. DESTINATAIRES ET UTILISATEURS DE L'INVENTAIRE DU PST

Ce qui précède montre bien que l'Inventaire du PST est destiné en premier lieu aux spécialistes et organes gouvernementaux chargés de la politique scientifique et technologique nationale. C'est à eux d'analyser les résultats de l'enquête d'inventaire et d'en tirer les conséquences lorsqu'ils sont appelés à préparer les décisions des instances politiques dans le domaine de la science et de la technologie. Il intéresse en outre les offices nationaux de statistiques et les organisations internationales chargées de promouvoir la coopération scientifique et technologique parmi leurs Etats membres.

L'Inventaire du PST présente également un intérêt pour les dirigeants d'Unités de recherche ou de Services scientifiques et technologiques qui participent au rassemblement des données ; ils trouveront dans les résultats de l'Inventaire du PST (et leur analyse) un matériel comparatif précieux pour la gestion des activités scientifiques et technologiques dont ils ont la charge.

Les travailleurs scientifiques s'y reporteront notamment pour connaître les projets de recherche en cours dans leur propre domaine de travail. Et les planificateurs du développement, aussi bien dans le secteur public que privé, y trouveront les noms, adresses et qualifications de scientifiques et ingénieurs activement engagés dans la recherche, aux connaissances desquels ils pourront faire appel par exemple lorsqu'il s'agit de choisir entre différentes options dans l'application de connaissances scientifiques et technologiques nouvelles dans les secteurs productifs de l'économie.

La liste des utilisations possibles des résultats d'un Inventaire du PST national serait trop longue si elle se voulait exhaustive. Tous ceux qui sont intéressés au développement de la science et de la technologie dans leur pays y trouveront une source de renseignements leur permettant d'y participer d'une manière active et bien informée.

Signalons enfin que l'Inventaire du PST est un puissant instrument de coopération scientifique internationale. En effet, il est évident que les programmes de coopération inter-pays ont d'autant plus de chances d'être rationnellement conçus et ponctuellement exécutés si le potentiel scientifique et technologique des partenaires est bien connu et leurs capacités bien adaptées au rôle qu'ils doivent jouer dans ces programmes internationaux.

## III. DEFINITION ET JUSTIFICATION DES DONNEES SAISIES PAR L'INVENTAIRE DU PST NATIONAL

Pour ce qui concerne le champ couvert par l'Inventaire du PST, il est juste de dire qu'il n'y a pas de règles fixes en la matière. L'essentiel est de rassembler les données nécessaires - sans dépasser le seuil suffisant - pour une première évaluation de l'état du système national de R&D et SST, pour l'identification des **processus** qui entrent en jeu dans son évolution, et pour établir une **prévision** sur l'état futur du système à des horizons temporels variés.

Ceci dit, il ne faut pas perdre de vue que le premier inventaire a surtout pour objet de permettre l'établissement et le lancement d'un plan de développement scientifique et technologique national à la fois rationnel et judicieux visant, d'une part, à développer ou à rendre plus efficient l'appareil de production scientifique et technologique du pays (R&D) et, d'autre part, à intégrer les activités scientifiques et technologiques dans l'effort global de développement national (SST).

Un juste équilibre devra être trouvé au fur et à mesure de sa répétition et compte tenu des moyens disponibles entre un inventaire couvrant un champ large, mais manquant de profondeur et d'exactitude, ou au contraire un inventaire couvrant un champ étroit, ce qui permet d'approfondir l'information et d'accroître son exactitude.

L'Inventaire du PST, qui constitue un puissant instrument d'évaluation de l'état du système de R&D et SST, fait appel non seulement à des données numériques (appelées communément statistiques de la science et obtenues par quantification directe), mais aussi à des données descriptives ou nominales (c'est-à-dire d'ordre administratif, fonctionnel, structurel ou qualitatif) obtenues par analyse descriptive.

Ces données numériques et descriptives d'ordre purement factuel qui caractérisent les systèmes nationaux de R&D et SST permettent, lorsqu'on les rassemble à intervalles réguliers, d'établir des séries chronologiques dont il est possible de dégager les tendances du développement de la recherche et des services scientifiques et technologiques du pays. De telles analyses de tendance sont à la base de toute politique d'allocation de ressources au système national de R&D et SST.

Les éléments à rassembler concernent la totalité des unités de R&D et SST du pays et sont volontairement limités aux données fondamentales qui caractérisent les **ressources** d'un système quelconque, à savoir :

- les ressources **humaines**
- les ressources **financières**
- les ressources **informationnelles**, et
- les ressources **matérielles**.

On y ajoutera des données sur l'**organisation** du système, et sur les **activités scientifiques et technologiques** (R&D et/ou SST) **en cours** dans les diverses unités qui le composent.

## 1. Les données d'identification

Au niveau national et sectoriel, il s'agit tout d'abord d'**identifier** les organismes et institutions qui poursuivent à l'égard d'activités de R&D ou SST des tâches :

- de planification, programmation, budgétisation ;
- de promotion, coordination, soutien, surveillance ;
- d'exécution.

A cet égard, la Nomenclature exemplative (Annexe 1), établie par le Comité Consultatif des Nations Unies sur l'Application de la Science et de la Technique au Développement peut être consultée pour fixer les idées.

L'**identification** de telles institutions à caractère S&T se fait grâce au "Questionnaire de repérage", qui permet en outre de déterminer la **population-cible** de l'Inventaire du PST, c'est-à-dire les **Unités S&T** (R&D et SST).

Ces données sont essentielles pour la rapidité des communications avec les Unités scientifiques et/ou technologiques du pays. Voir à ce sujet :

- le questionnaire de repérage (n°0) ;
- le questionnaire n°1, questions 1 à 5 ;
- le questionnaire n°2, questions 1 à 3 ;
- le questionnaire n°3, questions 1 à 3.

## 2. Les données concernant les Ressources des Unités de R&D ou SST

Ces données permettent de mesurer l'"input" des activités scientifiques et technologiques nationales (R&D et SST) en termes de ressources humaines, financières, informationnelles et matérielles ; la saisie des données se fait au niveau de l'Unité, mais aussi par projet de R&D ou activité de SST.

### a) Les ressources humaines

Les **travailleurs scientifiques** (scientifiques et ingénieurs) comprennent les personnes qui travaillent en tant que tels, c'est-à-dire comme personnel de conception dans les activités S&T et qui ont reçu une formation scientifique ou technologique, ainsi que les administrateurs et autre personnel de haut niveau qui dirigent l'exécution des activités S&T.

Les critères pour le classement du personnel dans cette catégorie sont les suivants :

- i) avoir fait des études complètes de troisième degré, ceci jusqu'à l'obtention d'un diplôme ;
- ii) avoir fait des études (ou acquis une formation) non-universitaires du troisième degré, ne conduisant pas à l'obtention d'un diplôme universitaire, mais reconnues sur le plan national, comme pouvant donner accès à une carrière de scientifique ou d'ingénieur ;
- iii) avoir acquis une formation ou une expérience professionnelle reconnue équivalente, sur le plan national, à l'un des deux types de formation précédents (par exemple : appartenance à une association professionnelle, obtention d'un certificat ou d'une licence professionnelle).

Les **techniciens** comprennent les personnes qui travaillent en tant que tels dans les activités S&T et qui ont reçu une formation professionnelle ou technique dans n'importe quelle branche de la S&T, selon les critères suivants :

- i) avoir fait des études complètes du second cycle du second degré. Ces études sont, dans beaucoup de cas, suivies d'une ou deux années d'études de spécialisation technique, sanctionnées ou non par un diplôme ;
- ii) avoir fait trois ou quatre années d'études professionnelles ou techniques (sanctionnées ou non par un diplôme) après achèvement du premier cycle de l'enseignement du second degré ;
- iii) avoir reçu une formation sur les lieux de travail ou acquis une expérience professionnelle considérées comme équivalentes sur le plan national aux niveaux d'éducation définis aux titres i) et ii) ci-dessus.

Le **personnel auxiliaire** comprend les personnes dont les fonctions sont directement associées à l'exécution des activités S&T, à savoir le personnel de bureau, de secrétariat et d'administration, les ouvriers qualifiés, semi-qualifiés et

non qualifiés dans les divers métiers et tout autre personnel auxiliaire.

Quelques remarques s'imposent ici :

Les ressources humaines auxquelles il est fait référence ici concernent l'ensemble des personnes participant directement aux activités S&T au sein d'une Unité S&T et recevant, en général, une rémunération en contrepartie. Ce personnel devrait comprendre les scientifiques et ingénieurs, les techniciens et le personnel auxiliaire.

On relèvera qu'il s'agit seulement de personnes participant **directement** aux activités S&T ou leur fournissant des services directs. Cela implique que tout personnel ne fournissant que des services indirects, tel que le personnel de sécurité, de gardiennage et d'entretien en général, doit être considéré séparément en tant que groupe résiduel non compris dans les données relatives aux ressources humaines recensées par l'enquête sur le PST.

Par ailleurs, il s'agit de l'ensemble de personnes recevant en général une **rémunération** en contrepartie de leurs activités R&D ou SST. Ce principe est conforme au fait que, d'une part, seules les activités "institutionnalisées" et "structurées" doivent faire l'objet d'une comparaison internationale et que, d'autre part, cette pratique assure l'uniformité entre les données relatives à la main-d'oeuvre et celles des dépenses correspondantes (dépenses de personnel). Cependant, pour les besoins de l'Inventaire du PST, on recense malgré tout, par le biais du Questionnaire n°1, question II, et le Questionnaire n°3, la totalité des personnes qui collaborent au travail S&T de l'Unité, y compris les étudiants chercheurs effectuant une thèse de doctorat (Questionnaire n°3, question II.5).

En outre, on tiendra compte de tous les résidents d'un pays, tant nationaux qu'étrangers, remplissant les conditions requises définies ci-dessus, à l'exception de ceux qui sont employés par les organisations internationales installées dans le pays - qu'ils soient résidents ou non.

Enfin, on veillera à ce que les données relatives au personnel des activités scientifiques et technologiques (Questionnaire n°1, question II, et Questionnaire n°2, question I.15) comprennent toutes les personnes qui ont travaillé dans les institutions correspondantes pendant l'année de référence de l'enquête, afin que les chiffres concernant le personnel soient compatibles avec les données sur les dépenses de personnel, lesquels se rapportent nécessairement à l'année de référence de l'enquête.

Les ressources humaines affectées à la R&D peuvent se mesurer soit en nombre de personnes, soit en volume de travail consacré à la R&D. Les deux méthodes peuvent d'ailleurs se combiner. Il s'agit surtout de distinguer le personnel qui se consacre entièrement à des travaux de R&D et celui qui exerce en même temps d'autres activités, afin de parvenir à une estimation de la somme de temps consacré aux travaux de R&D. Pour cela on a recours à trois notions différentes :

- **Personnel scientifique et technologique travaillant à plein temps (PT)** : personnel qui consacre pratiquement tout son temps de travail à des activités S&T <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Le nombre minimum d'heures de travail considéré comme constituant un emploi à plein temps variera d'un pays à un autre ; toutefois, il sera dans la plupart des cas de 40h par semaine.

- **Personnel scientifique et technologique travaillant à temps partiel (TP)** : personnel qui partage son temps de travail entre les activités S&T et d'autres activités.

- **Equivalent plein temps (EPT)** : unité d'évaluation qui correspond à une personne travaillant à plein temps pendant une période donnée. On se sert de cette unité pour convertir en nombre de personnes à plein temps le nombre de celles travaillant à temps partiel. En principe, les données concernant le personnel devraient être calculées en "Equivalent Plein Temps" (EPT) surtout dans le cas des scientifiques, ingénieurs et techniciens.

Exploitation des données concernant les ressources humaines

Les données recueillies au moyen des questionnaires d'enquête permettent de regrouper (ou d'identifier) le personnel des Unités S&T sous plusieurs rubriques, dont certaines ne concernent que le personnel le plus qualifié, à savoir :

- classification selon le(s) diplôme(s) obtenu(s) (Questionnaire n°3, question I.9) ;
- classification selon le domaine de spécialité S&T (Questionnaire n°3, question I.10) ;
- classification selon la nationalité des scientifiques et ingénieurs (Questionnaire n°3, question I.5) ;
- classification selon le statut juridique de l'emploi (Questionnaire n°3, question I.14) ;
- classification selon le temps consacré à la R&D et aux activités S&T (Questionnaire n°3, question I.16) ;
- classification selon l'ancienneté dans la R&D et l'année d'entrée en service dans la R&D du pays (Questionnaire n°3, questions II.2 à 4) ;
- classification selon l'âge et le sexe qui permettent d'établir la pyramide des âges, par sexe, globalement et par rapport à diverses autres classifications ci-dessus (Questionnaire n°3, questions I.6 et 7) ;
- recensement des étudiants-chercheurs qui préparent une thèse de doctorat ; avec niveau et sujet de la thèse (Questionnaire n°3, II.5).

La classification selon les fonctions et qualifications fournit des informations quant à la qualité du personnel scientifique et technologique. Elle fournit également des informations sur la structure des activités R&D et SST, sur la forme de la structure hiérarchique, et sur les fonctions scientifiques. En comparant les qualifications formelles et les fonctions actuelles, cette classification peut être un indicateur sur l'utilisation adéquate du personnel scientifique.

La classification selon le domaine de spécialisation S&T dans laquelle les activités sont exercées <sup>2</sup> donne un indicateur de concentration des effectifs nationaux dans différents domaines

<sup>2</sup> La discipline ou l'activité exercée n'est pas automatiquement la même que celle où la formation professionnelle a été acquise.



de la S&T. On peut se contenter de distinguer les disciplines suivantes :

- sciences exactes et naturelles
- sciences de l'ingénieur et technologie
- sciences médicales
- sciences agricoles
- sciences sociales et humaines.

Mais dans la plupart des cas, les problèmes de planification exigent que l'on subdivise encore ces domaines en sous-groupes, comme le montre la liste de disciplines figurant en Annexe.

La classification selon le temps consacré aux activités de R&D permet à l'aide de l'unité d'évaluation "Equivalent plein temps" <sup>1</sup> de calculer le nombre de personnes occupées à des travaux S&T en tenant dûment compte du temps qu'elles consacrent à telle ou telle activité.

Indépendamment de ces grandes classifications, le personnel de R&D pourra également être classé en fonction d'autres caractéristiques précises, telles que l'âge, la nationalité, le sexe.

La classification par âge, qui donne la répartition par groupe d'âge, est un indicateur significatif pour la prévision du personnel futur dans le domaine de la science et de la technologie (R&D et SST).

La classification par sexe fournit des informations sur la possibilité d'accès des femmes aux carrières scientifiques et technologiques (R&D et SST) ; bien que dans la plupart des pays il n'existe pas de discrimination d'ordre juridique à l'égard des femmes, on sait que l'accès des femmes aux carrières scientifiques et technologiques est très limité dans certains pays.

La classification par nationalité fournit des informations sur la mobilité internationale. Cette classification est spécialement importante pour les pays en développement car, dans certains d'entre eux, les étrangers expatriés représentent une proportion assez considérable du personnel employé dans la R&D et les SST.

Les ratios et répartitions les plus importants concernant les ressources humaines et que l'on peut déduire des données de l'Inventaire du PST sont les suivants :

- nombre de scientifiques, ingénieurs et techniciens engagés dans des activités scientifiques et technologiques (et pourcentage de leur temps consacré à la recherche et au développement expérimental (R&D) ou aux services scientifiques et technologiques (SST) ;
- *idem*, répartis selon la spécialisation scientifique de leur formation ; et de leur emploi actuel ;
- *idem*, répartis selon leur âge, sexe et nationalité.

En matière de ressources humaines, l'Inventaire du PST vise notamment à connaître le personnel de chaque unité, et le rythme de sa rotation ; on recherche également pour chaque membre de l'Unité ses qualifications, la nature de son

travail, son statut et sa source de rémunération, son emploi du temps, sa fonction dans l'Unité, son ancienneté, son niveau de responsabilité, ses brevets, ses publications, le nombre de réunions auxquelles il a participé, etc. Voir à ce sujet :

- Questionnaire n°1, question II ;
- Questionnaire n°2, question I.15 ;
- Questionnaire n°3, questions I.1 à 16 et II.1 à 10.

Il faut remarquer que ces données permettent d'établir également, par ordinateur, un *Répertoire national des scientifiques et ingénieurs* activement engagés dans la R&D, ou effectuant des services scientifiques et technologiques.

## b) Les ressources financières

Quand on examine les ressources financières consacrées aux activités de R&D et SST, on peut se référer soit aux **crédits budgétaires**, c'est-à-dire à l'analyse *ex-ante*, soit aux **dépenses réelles**, c'est-à-dire à l'analyse *ex-post*. Les crédits budgétaires et les dépenses réelles sont deux indicateurs complémentaires, chacun soulignant certains aspects et exigeant un traitement et des sources de données différents.

**Les crédits budgétaires** comprennent toutes les sommes d'argent inscrites au budget et affectées à une activité S&T. C'est l'expression formelle de la volonté de l'institution publique ou privée intéressée de dépenser une certaine somme d'argent pour l'activité en question.

**Les dépenses réelles** comprennent tous les débours d'une institution au cours d'une période donnée <sup>2</sup>, quelle que soit la source de financement ou le budget auquel étaient inscrites les sommes correspondantes.

Le présent Guide ne traite que des dépenses réelles aux fins d'activités S&T. De plus, il n'y a pas lieu ici de faire une distinction entre les activités de R&D et les activités de SST ; la séparation est saisie ailleurs (emploi du temps du personnel).

On peut distinguer trois classifications en fonction des objectifs de l'Inventaire du PST :

- la classification par nature des dépenses,
- la classification par sources de financement,
- la classification par nature des activités R&D.

### i) la classification par nature des dépenses

Les dépenses pour les activités S&T peuvent être définies comme toutes les sommes effectivement versées au cours de l'année de référence pour l'exécution proprement dite d'activités S&T.

Pour éviter que les mêmes sommes soient comptabilisées deux fois, il est bon de faire une distinction entre les **dépenses intra-muros** et les **dépenses extra-muros**.

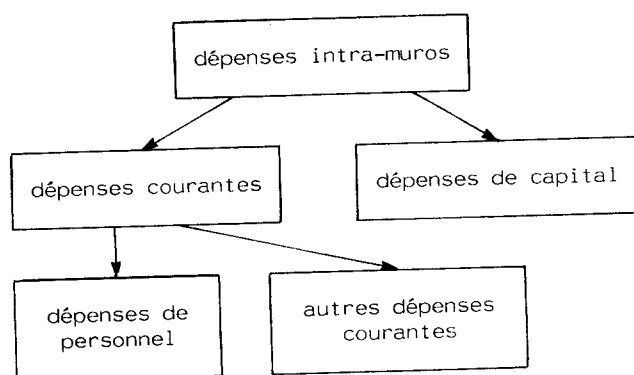
<sup>1</sup> Un exemple illustrera le calcul de l'EPT :

Si, sur quatre scientifiques, l'un consacre la totalité de son temps et les trois autres un tiers seulement de leur temps à des travaux de R&D, l'EPT pour ces quatre personnes sera  $1 + 1/3 + 1/3 + 1/3 = 2$  scientifiques travaillant à plein temps.

<sup>2</sup> Pour l'Inventaire du PST, il s'agit de l'année de référence qui est définie comme la période de 12 mois consécutifs à laquelle se réfèrent les données statistiques.

Les **dépenses intra-muros** peuvent être définies comme toutes les sommes effectivement versées, au cours de l'année de référence, pour l'exécution d'activités S&T au sein de l'Unité S&T, y compris la participation aux frais généraux de l'organisme ou institution auquel appartient l'unité.

Les dépenses intra-muros sont généralement ventilées selon les catégories et les sous-catégories suivantes :



Les **dépenses extra-muros** peuvent être définies comme toutes les sommes effectivement versées au cours d'une année de référence, pour l'exécution d'activités S&T à l'extérieur de l'Unité S&T, y compris hors du territoire économique national ; cette donnée est recueillie dans le seul but d'éviter une double comptabilisation des dépenses au plan national.

La **somme des dépenses intra-muros** effectuées par toutes les institutions S&T nationales conduit à un agrégat, appelé **total des dépenses intérieures pour les activités S&T** : il s'agit de toutes les dépenses effectuées pour la R&D et les SST au cours d'une année de référence dans les institutions et installations situées dans le territoire national, y compris dans les installations situées géographiquement à l'étranger. Cet agrégat ne doit pas être confondu avec le **total des dépenses intérieures pour les activités de R&D**, qui n'en constitue jamais qu'un pourcentage estimatif car la plupart des unités de recherche effectuent également - peu ou prou - des activités scientifiques et technologiques (SST) pour ne citer qu'un seul exemple.

Il est évident que les dépenses afférentes au matériel et aux installations seront pour la plupart considérées comme des **dépenses de capital**. On retrouvera, par ailleurs, parmi les **dépenses courantes**, autres que celles relatives au personnel, la part des frais généraux de l'institution à laquelle appartient l'Unité, ayant trait, par exemple :

- aux dépenses de location, d'entretien, d'amortissement et de réparation de matériel commun à plusieurs unités ;
- aux frais d'entretien et d'amortissement des bâtiments ;
- aux loyers des bâtiments, locaux et terrains ;
- aux dépenses d'eau, de gaz et d'électricité ;
- aux produits chimiques de consommation courante ;
- aux animaux de laboratoires ;
- etc.

Ces grands agrégats n'ont que peu d'importance pour le **management** des activités scientifiques et technologiques nationales. L'intérêt qui s'y attache gît surtout dans les comparaisons que l'on peut faire avec d'autres pays soit en valeur absolue, soit encore sous forme d'indicateurs par rapport au PNB, PIB, au Budget de l'Etat, par tête d'habitant, par tête de population active, etc. Mais ces comparaisons statistiques internationales doivent être maniées avec précaution car elles sont généralement exprimées en dollars des Etats-Unis et ne rendent pas compte du pouvoir d'achat des monnaies nationales, du niveau des salaires du personnel S&T d'un pays donné, etc. A cela s'ajoutent les ambiguïtés et les différences de calcul des grands agrégats économiques, tels le PNB, PIB, PMN<sup>1</sup>, etc.

Par contre, des indicateurs d'importance considérable au plan national sont, dans le total des dépenses intra-muros, tant pour l'ensemble des activités scientifiques et technologiques que pour la R&D seulement :

- le pourcentage relatif des dépenses de capital et des dépenses courantes : cela donne une mesure du rythme de modernisation de l'appareil de production scientifique et technologique du pays ;
- le pourcentage relatif, dans les dépenses courantes, des dépenses en personnel. Si ce pourcentage tend vers 100%, c'est un signe que les travailleurs scientifiques sont pratiquement paralysés dans leurs efforts par manque de moyens d'action.

## ii) Classification par sources de financement

Pour la classification des fonds selon leur origine, il est évident que ce sont les besoins de la politique scientifique et technologique nationale qui déterminent le type de classification employé.

## iii) Classification d'après le type de R&D<sup>2</sup>

Les dépenses intra-muros pour la R&D peuvent aussi être ventilées selon les catégories<sup>2</sup> suivantes :

- recherche fondamentale (orientée ou non),
- recherche appliquée,
- développement expérimental.

Pour ce faire, on peut prendre comme base de la mesure le Questionnaire n°2 sur "les Projets de R&D" menés à bien pendant l'année considérée. Chaque projet s'y trouve être qualifié de "recherche fondamentale", "recherche appliquée", ou "développement expérimental", et le coût annuel y est indiqué (voir Questionnaire n°2, II.1). Les données ainsi obtenues doivent être comparées à la réponse fournie au Questionnaire n°1, III.5,6.

<sup>1</sup> PMN : Produit Matériel Net ; agrégat utilisé dans les pays à régime économique centralement planifié.

<sup>2</sup> Cette classification est utilisée dans le Questionnaire n°2, "Projets de R&D ou Activités de SST".

L'analyse des dépenses nationales de R&D fondée sur la classification en recherche fondamentale, appliquée ou développement expérimental a connu une grande vogue après le deuxième conflit mondial, lorsqu'il s'agissait de restituer à la recherche académique, mobilisée pour l'effort de guerre, la liberté de fixer ses objectifs en obéissant exclusivement à des critères de choix fondés sur la curiosité intellectuelle et la dynamique interne de la science elle-même.

Ces analyses ont en outre conduit certains économistes à préconiser, d'ailleurs de manière arbitraire et contrairement aux enseignements de l'expérience, que les pays pauvres devraient consacrer un pourcentage plus élevé à la recherche appliquée et au développement expérimental plutôt qu'à la recherche fondamentale. Il se trouve en réalité que les grands pays hautement industrialisés, bien que dépensant des sommes énormes à la recherche fondamentale en valeur absolue, n'y consacrent qu'une fraction assez faible (environ 15%) de leurs dépenses totales pour la R&D. Les petits pays en développement n'ont guère les moyens de financer une recherche appliquée accompagnée du nécessaire développement expérimental, tous deux fort coûteux ; ils se limitent donc, dans une première phase, à former des scientifiques par la pratique de recherches fondamentales peu coûteuses effectuées dans les universités locales. La plupart des pays se trouvent entre ces deux extrêmes. Il est donc important, pour les décideurs en politique scientifique, de connaître à l'échelon de leur pays le pourcentage de recherche fondamentale dans l'ensemble de la dépense intérieure pour la R&D, afin de pouvoir redresser, en temps utile, un déséquilibre éventuel dans l'orientation de l'effort de recherche national.

#### Comparaison avec l'analyse budgétaire

Connaissant l'origine budgétaire (par ministère) des crédits de R&D et/ou SST alloués aux institutions dont font partie les Unités S&T, il est possible d'en comparer les montants au départ (Budget fonctionnel de la S&T de chaque ministère) et les montants à l'arrivée, c'est-à-dire au niveau des unités où se fait la saisie des données sur le PST. La "perte" en cours de route constitue l'ensemble des dépenses administratives, de coordination, etc., prélevées par les services et organismes répartiteurs de crédits. Le pourcentage des "pertes" ainsi encourues est une mesure de la bureaucratisation des activités de recherche et des services scientifiques et technologiques. Du point de vue des décideurs politiques, c'est un facteur qui peut les amener à réorganiser la structure et le fonctionnement du système national de R&D et SST, en tout ou en partie.

#### c) Les ressources matérielles

On entend par ressources matérielles les installations, locaux et terrains d'une part, l'équipement lourd d'autre part. Comme équipement lourd, on entend les appareillages, machines et équipement de valeur importante (plus de \$5.000 par exemple) et d'une longue durée (plus de 5 ans).

- i) Données concernant l'espace occupé par l'Unité (Questionnaire n°1, IV.1 et 2)

Il est nécessaire de disposer d'indicateurs concernant la surface occupée par tête de

scientifique ou d'ingénieur dans chaque unité S&T, en relation par exemple avec les disciplines scientifiques/technologiques dont relèvent les travaux en cours, le type d'institution à laquelle appartient l'unité, etc.

En ce qui concerne les universités, les données relatives à la surface utile effective disponible (en m<sup>2</sup>) représentent une information très significative sur la capacité des différentes unités concernées. Dans le cas des stations agricoles expérimentales, ou jardins botaniques, la superficie totale des champs et des jardins (en hectares) a une très grande importance, tandis que, dans la plupart des autres cas, la superficie totale des terrains dont l'usage est exclusivement réservé à l'Unité n'a qu'une signification limitée.

- ii) Données concernant les ressources matérielles (Questionnaire n°1, IV.3)

Pour ce qui concerne l'équipement lourd, il est utile de connaître l'année d'achat, la valeur et le pays d'origine des appareils car ces données conditionnent certaines décisions de politique scientifique et technologique, comme par exemple l'attribution (ou non) de devises étrangères pour l'achat d'équipements scientifiques, ou la nécessité de moderniser l'équipement de certaines Unités ou Institutions S&T.

Si l'on veut en outre connaître le degré de fréquence d'utilisation pour les différents types d'appareil ou l'amortissement des appareils, il faut procéder à des enquêtes *ad hoc* en dehors de l'Inventaire périodique du PST national.

- iii) Ressources informatiques (Questionnaire n°1, IV.4)

Le travail scientifique moderne fait un appel de plus en plus large à l'informatique, que ce soit pour le stockage et le traitement des données expérimentales, l'analyse statistique, le calcul scientifique, ou la recherche documentaire. Les ordinateurs et les logiciels sont coûteux aussi bien à l'achat qu'en location. Il se pose entre les machines de diverses marques des problèmes de compatibilité qui plaident en faveur d'une politique coordonnée au niveau national pour la constitution d'un parc d'ordinateurs et des bibliothèques de logiciels.

L'Inventaire du PST ne saurait entrer dans les détails de cette question. On se bornera donc à recueillir des données qui permettent d'en préciser l'ampleur, quitte à procéder à des enquêtes *ad hoc* - comme pour les autres ressources matérielles - lorsque les décisions s'imposent à l'échelon national en matière de politique informatique.

- d) Ressources informationnelles (voir Questionnaire n°1, V)

Les données recueillies à ce sujet par l'Inventaire du PST concernent notamment :

- la documentation scientifique et technologique (livres, périodiques, microfiches, etc.) ;
- les services d'information et de documentation scientifique et technologique

(IDST) à la disposition de l'unité S&T, ou fournis par elle.

Une autre dimension de l'information scientifique et technologique est celle qui rend compte des réunions scientifiques. Elle est saisie au niveau individuel dans le Questionnaire n°3, qui s'adresse au personnel de l'unité S&T, mais seulement pour ce qui touche les réunions S&T et pour les chercheurs exclusivement (voir Questionnaire n°3, II.10).

Pour les besoins de la politique scientifique et technologique, on peut retenir, à titre indicatif, les renseignements suivants :

- nombre d'unités de R&D ou SST possédant une bibliothèque propre ;
- nombre d'ouvrages et de périodiques en abonnement possédés en propre par les unités de R&D ou SST (en dehors des centres ou services d'information S&T proprement dits) ;
- réunions scientifiques et technologiques auxquelles ont participé les chercheurs du pays (exprimées en ratio du nombre de chercheurs/nombre total de réunions auxquelles ils ont participé), dans le pays, à l'étranger.

Ces deux derniers indicateurs sont d'une grande importance pour l'efficacité du travail scientifique et revêtent donc un intérêt particulier pour le décideur politique.

### 3. Les données concernant l'organisation

On a vu que le système national de R&D et SST d'un pays se compose en principe d'organismes chargés de tâches précises et distinctes, ayant entr'eux des relations fonctionnelles, hiérarchiques et de rétroaction bien définies. Il s'agit là d'un schéma d'organisation théorique en quelque sorte idéal, qui n'est guère atteint en pratique, mais dont les décideurs au niveau de la politique scientifique et technologique doivent avoir le souci constant car l'harmonie architecturale et fonctionnelle de l'ensemble conditionne de manière décisive l'efficacité de chacune de ses parties.

Rappelons que trois niveaux fonctionnels principaux caractérisent le système national de R&D et SST, à savoir :

- le niveau national (politique générale) ;
- le niveau sectoriel (promotion et coordination) ;
- le niveau institutionnel (exécution) sur lequel porte en priorité l'Inventaire du PST.

On parle d'**institution** (ou d'organisme) lorsqu'un agrégat d'Unités de R&D ou SST représente une entité juridique dotée de la personnalité civile et ayant souvent des statuts propres, enregistrés et publiés de manière officielle.

Par **section ou département**, il faut entendre chaque groupement d'unités S&T qui, dans le cadre de l'organisme ou de l'institution, concentre ses efforts sur un certain nombre de projets de R&D ou d'activités de SST de même nature.

Par **unité S&T**, on entend le plus petit groupe de personnes (exceptionnellement une seule) qui forme une cellule cohérente ayant un chef, et poursuivant un ou plusieurs projets de R&D ou

activités de SST ; on a vu qu'une telle unité possède normalement une certaine autonomie en ce qui concerne l'organisation interne et l'exécution du travail, ainsi que l'utilisation des ressources (humaines, matérielles et informationnelles) qui lui sont allouées.

Un **programme S&T** est un regroupement de projets de R&D ou d'activités de SST, possédant un objectif commun et s'effectuant soit sous une même tutelle institutionnelle, soit sous la tutelle conjointe de deux ou plusieurs institutions. Un "programme national" est généralement lancé, patronné et financé (au moins partiellement) par l'organisme directeur de la politique scientifique et technologique nationale.

Le **projet de recherche (R&D)** est un ensemble intégré d'activités scientifiques et technologiques de caractère novateur, mené à bien par une Unité S&T et caractérisé à la fois par sa limitation dans le temps, les objectifs poursuivis, les résultats attendus, ainsi que par les moyens humains, financiers, informationnels et matériels mis en oeuvre.

L'**activité de service scientifique et technologique (SST)** est l'équivalent du concept "projet" tel que défini ci-dessus pour la R&D ; toutefois, il ne s'agit pas d'un travail de caractère novateur et sa durée n'est généralement pas limitée dans le temps. En effet, la continuité de la collecte des données y est souvent d'importance prépondérante. On y fait appel à des connaissances déjà existantes que l'on utilise, rassemble, traite, dissémine ou prépare en vue d'une application pratique selon les circonstances.

Le cadre institutionnel et hiérarchique des Unités S&T, leur localisation précise et leur ancienneté font l'objet du Questionnaire n°1 (Section I).

Quant aux **Projets de R&D et Activités SST**, le Questionnaire n°2 leur est entièrement consacré. Sur le plan de l'organisation, il est également important de connaître les responsabilités administratives et scientifiques incombant au **Personnel S&T** : cela fait l'objet des questions I.12 et 13 du Questionnaire n°3.

Une remarque s'impose en matière d'organisation S&T. Il s'agit du concept de "**Centres de décision**" qui est central à toute analyse de système. Il convient de les localiser et de préciser leurs pouvoirs le plus exactement possible à l'aide des données recueillies au moyen des questionnaires d'enquête de l'Inventaire du PST. Cela permet d'apprécier le degré de "liberté" accordé aux Unités S&T. Cela permet également de faire des études de "management", dont l'intérêt principal est l'analyse des **délais** dans les prises de décisions scientifiques ou administratives qui conditionnent bien souvent le fait qu'une recherche originale aboutira - ou non - à des résultats avant les recherches menées par une équipe concurrente. En effet, réaliser une "percée" originale est non seulement important pour l'obtention de prix et distinctions scientifiques, mais plus encore - si l'on se place sur le plan économique - pour la prise de brevets internationalement reconnus. Enfin, c'est ici le lieu de distinguer les deux catégories principales de "centres de décision" : centres administratifs et centres scientifiques. Cette distinction est particulièrement importante au niveau de l'exécution de la R&D. Le caractère innovateur de la R&D et aussi la tendance "autonomiste" de la science par rapport aux buts extra-scientifiques qui lui sont souvent assignés, placent les centres de décision scientifiques en conflit potentiel permanent avec les centres administratifs de décision. Cette

situation peut entraîner de graves répercussions (bien que souvent imperceptibles à l'observateur non initié) sur la productivité de la R&D. C'est pourquoi l'Inventaire du PST recueille la plupart des informations significatives permettant d'effectuer des analyses qualitatives de ce type qui s'avèrent souvent révélatrices et profitables (voir Questionnaire n°0 dans son ensemble ; Questionnaire n°1, I.1, 7, et 8, et III.1 à 5 ; Questionnaire n°2, I.1, 2, 8 et 16 ; Questionnaire n°3, I.11).

#### 4. Données concernant les activités S&T en cours

La nature et la diversité des activités scientifiques et technologiques (R&D et/ou SST) poursuivies dans l'unité sont de toute évidence des éléments importants dans l'évaluation du potentiel scientifique et technologique d'un pays.

Ces informations sont principalement recueillies à l'aide du Questionnaire n°2.

Pour les **projets de R&D** en cours, il importe surtout de connaître :

- le **titre des projets** et les mots-clés (descripteurs) qui les caractérisent ; cela permet de stocker cette information sur un support magnétique en utilisant par exemple le Thésaurus SPINES élaboré à cette fin par l'Unesco <sup>1</sup>. L'utilisation de l'ordinateur permet ensuite de faire des recherches sélectives de projets en cours en utilisant ces mêmes descripteurs ; cela rend possible la compilation des listes de projets similaires ou homologues et facilite dès lors la coordination scientifique des efforts de recherche dans le pays ;
- les **objectifs scientifiques et technologiques** fixés pour les projets, car ils ne ressortent pas toujours clairement du titre de ceux-ci. L'utilisation des mots-clés (descripteurs) permet un traitement automatisé comme indiqué ci-dessus et l'on peut utiliser à cette fin le Thésaurus SPINES. On recueille aussi une estimation sur la probabilité d'atteindre les objectifs fixés ;
- les **programmes** auxquels se rattachent les projets de R&D, que l'on identifie par les organismes ou institutions qui les patronnent ;
- les **disciplines scientifiques et technologiques** <sup>2</sup> dont relèvent les projets de recherche. Une analyse fine des données recueillies sous cette rubrique permet de dresser un profil scientifique et technologique du pays, d'en dégager les points forts et les lacunes et de fonder ainsi une politique positive du développement scientifique et technologique national ;
- les **objectifs socio-économiques nationaux** auxquels les projets de R&D sont censés concourir ; on utilise pour cela une clas-

sification "ad hoc" <sup>3</sup> de ces objectifs extraite par exemple du Plan national de Développement. Cela donne une information utile sur les finalités extrinsèques des activités de R&D en cours ;

- l'**état d'avancement des projets de R&D**, leur durée probable et les échéances d'évaluations des projets ;
- les **groupes de populations** susceptibles de bénéficier des résultats des projets de R&D (utilisateurs) ;
- la **portée géographique** des projets de R&D ; cela permet notamment de déceler les projets qui bénéficieraient d'être associés à des programmes de coopération scientifique internationale.

Dans certains pays il importe en outre de connaître les régions économiques du pays principalement concernées par les projets de R&D.

Les **activités de services scientifiques et technologiques (SST) en cours** sont inventoriées à l'aide d'un questionnaire identique (à deux questions près) à celui utilisé pour les projets de R&D. On déduit facilement du titre de l'activité de SST, de ses objectifs S&T et de ses objectifs socio-économiques, le genre de service dont il s'agit, et qu'il est d'ailleurs utile, aux fins de l'analyse, de classer sous les rubriques suivantes <sup>4</sup> :

- a) Information et documentation (IDST) ;
- b) Services S&T fournis par les musées de S&T ;
- c) Collecte de données d'intérêt général ;
- d) Essais, normalisation, métrologie et contrôle de qualité ;
- e) Services consultatifs d'ordre S&T ;
- f) Activités relatives aux brevets et licences ;
- g) Activités relatives à la traduction et à l'édition des publications (voir à ce sujet le Questionnaire n°1, I.11).

#### 5. Les données concernant les résultats obtenus (output)

On a vu à la section V de l'Introduction, à propos de l'efficacité du système national de R&D et SST, les raisons pour lesquelles l'Inventaire du PST ne cherche ni à mesurer, et encore moins à évaluer l'output des activités scientifiques et technologiques poursuivies dans le pays. On peut d'ailleurs considérer, avec C. Freeman <sup>5</sup>, que le résultat en est un flux d'informations, et que le produit final de l'ensemble du système est représenté par des innovations en matière de produits, de processus et de systèmes nouveaux.

Le modèle cybernétique du système R&D et SST représenté à la page 14 montre combien tous les éléments de ce système sont interdépendants ; la

<sup>1</sup> Thésaurus SPINES : Système international d'échange d'informations pour la politique scientifique et technologique.

<sup>2</sup> Cf. Annexe 6 du présent ouvrage.

<sup>3</sup> L'Unesco prévoit 13 catégories de finalités représentant les buts et objectifs principaux des travaux de R&D.

<sup>4</sup> La description des tâches nommées se trouve dans l'annexe 7 du présent ouvrage.

<sup>5</sup> Cf. Freeman, Ch. "Mesure de l'output de la recherche et du développement expérimental", *Rapports et études statistiques*, Unesco, Paris, 1969.

mesure de l'output des activités scientifiques et technologiques (ou individualisées) est rendue très difficile et peut même être impossible à cause de cette interdépendance systémique. Bien que l'output final du système de R&D et SST soit un flux d'innovations applicable dans la pratique à échéance plus ou moins longue, l'output intermédiaire de nombreux éléments du système est un flux ininterrompu de connaissances nouvelles. Et, comme le constate judicieusement C. Freeman, ces informations sont dirigées vers de nombreux secteurs différents et utilisées avec un plus ou moins grand décalage dans le temps. Seule une partie en est publiée.

Pour ces raisons, l'Unesco s'est plutôt attachée d'une part à la notion de "potentiel S&T" que l'on peut appréhender grâce aux mesures d'input décrites dans les pages précédentes, et d'autre part aux conditions de l'efficacité de l'effort<sup>1</sup>. Dans les deux cas, la saisie des données se fait au niveau de l'unité statistique de base la plus petite possible, c'est-à-dire l'Unité de R&D ou SST.

Il n'en reste pas moins qu'au niveau du **travailleur scientifique pris individuellement**, comme c'est le cas dans le Questionnaire n°3 qui s'adresse au personnel scientifique et technologique des Unités S&T, il est intéressant de recueillir des informations sur les ouvrages, articles et thèses scientifiques ou technologiques ainsi que sur les brevets auxquels le nom de chacun est associé. Ces informations sont rassemblées non pas tant pour juger de l'output du système national de R&D et SST, que pour servir de références bibliographiques complémentaires aux personnes dont le nom figure dans le "Répertoire national des scientifiques et ingénieurs activement engagés dans la R&D ou les SST".

#### IV. CARACTERISTIQUES METHODOLOGIQUES PRINCIPALES DE L'INVENTAIRE DU PST NATIONAL

##### 1. L'enquête par voie de questionnaires et d'interviews

L'expérience a montré que l'Inventaire du PST doit se faire par voie d'**enquête spécifique** car il s'agit d'obtenir, sur les éléments constitutifs du PST national, les informations nécessaires et suffisantes (pas plus!) pour éclairer les décisions de la politique scientifique et technologique au niveau national qui demandent une connaissance approfondie de l'existant dans le domaine de la R&D et des SST.

En effet, ces informations ne se trouvent généralement pas rassemblées (ou seulement très partiellement) par l'appareil statistique des Etats, et ne sont pas non plus accessibles par simple consultation de sources bibliographiques existantes ; il faut donc les saisir de manière systématique, homogène, récurrente et exhaustive afin qu'il soit possible de formuler les réponses sous forme de "données" traitables par l'ordina-

teur, et présentées sous forme de séries chronologiques.

Par ailleurs, une enquête d'envergure nationale peut en principe être réalisée **par correspondance** ou **par voie d'interviews**.

Les **enquêtes par correspondance** ont le mérite de mobiliser un minimum de personnel et d'éviter les frais de déplacement. Cependant, cette méthode ne permet pas d'effectuer des enquêtes approfondies et l'on ne peut guère espérer en tirer un inventaire complet du PST à un moment déterminé. Les enquêtes par correspondance ont d'autres inconvénients : faible pourcentage de réponses ; négligence et absence d'uniformité dans la manière de répondre ; nécessité d'attacher au questionnaire de nombreuses explications et directives dont l'interprétation de surcroît n'est toujours pas correcte, etc.

La **méthode par interview** présente les avantages suivants : exhaustivité des réponses, explications directes fournies aux répondants sur les buts de l'enquête et sur le questionnaire dont le remplissage est dès lors correct et complet. Du reste, comme les enquêtes par correspondance ont augmenté rapidement au cours des dernières années, les destinataires se sont lassés et ont tendance à ne plus répondre aux questionnaires. Un interviewer, par contre, qui rend plusieurs visites à la direction des institutions ou des unités R&D et SST, peut expliquer les buts de l'enquête, sa méthodologie, son processus et les avantages qui peuvent en résulter pour la communauté scientifique nationale. Il aide également à remplir les questionnaires et veille à ce que les réponses soient exactes, significatives et complètes.

Des expériences dans plusieurs pays, aussi bien en développement que développés, ont montré que l'enquête du PST, pour des raisons de clarté, doit se concentrer sur trois entités distinctes :

- les Unités de R&D et SST, y compris les Unités IDST ;
- les Projets réalisés dans l'Unité de R&D ;
- le Personnel scientifique et technologique.

L'Inventaire du PST recueille alors des données statistiques et descriptives au niveau où les activités de R&D ou SST s'exercent réellement, ce qui donne une analyse plus correcte et réelle du potentiel scientifique et technologique du pays.

##### 2. L'Unité statistique de base

L'introduction du concept d'"Unité scientifique/technologique", comme élément de base de rassemblement des données s'est révélée, à l'expérience, une nécessité méthodologique absolue pour l'établissement d'un inventaire détaillé du PST.

Tout comme l'analyse économique a rencontré ses limites en utilisant seulement des statistiques et indicateurs fortement agrégés (niveau "macro") et se trouve aujourd'hui contrainte à descendre à l'échelon des unités de production individuelles (niveau "micro"), les analyses portant sur le potentiel scientifique et technologique ont choisi comme unité statistique de base l'unité fonctionnelle la plus petite et, en ce qui concerne la nature et l'orientation des activités, l'unité la plus homogène.

**L'unité statistique de base** - c'est-à-dire l'unité de R&D ou SST - choisie pour l'Inventaire

<sup>1</sup> Cf. *Guidebook Monograph of Survey Research Techniques as applied to International Comparative Study on Organization and Performance of Research Units*, Unesco, 1984.

du PST, quelque soit son organisation interne, est essentiellement caractérisée par le fait que c'est la plus petite cellule identifiable et cohérente qui :

- est placée sous l'autorité ou le contrôle d'un directeur ou d'un responsable ;
- dispose d'une certaine autonomie de gestion et de décision, en particulier quant à l'utilisation des ressources qui lui sont allouées ;
- possède une stratégie et un programme de travail intégré où tous les éléments se tiennent, ce qui lui confère une certaine individualité, même si ce programme de travail comprend plusieurs "projets" ;
- dispose de ressources (humaines, financières, matérielles et informationnelles) affectées à son programme de travail ;
- se compose d'un nombre minimum de personnel professionnel, qui peut varier selon les types de recherche, leur caractère mono- ou pluridisciplinaire, la mission ou le service accomplis, etc. ;
- est constituée de manière relativement permanente ;
- possède des archives séparées permettant de fournir des données concernant l'exécution des activités S&T, ses objectifs et ses ressources.

Différents niveaux d'agrégation institutionnelle de telles unités sont naturellement possibles. Il s'agit là d'un problème de structures et d'organisation dont l'importance ne saurait échapper aux responsables de la politique scientifique et technologique nationale ; il entre dans les décisions de cet ordre bien des considérations dont les moindres ne devraient pas être la qualité, l'efficacité et la productivité du travail de R&D et SST.

La taille moyenne d'une Unité S&T est variable selon les pays. Elle se situe souvent entre 12 et 20 personnes (scientifiques, ingénieurs et techniciens). Ce chiffre est généralement plus élevé dans l'industrie et rarement dépassé dans les universités. Il peut se produire, mais le cas n'est pas fréquent, que la notion d'unité S&T s'applique à une personne. Il s'agit notamment des chercheurs isolés ou de titulaires de chaires universitaires qui exercent leurs activités scientifiques sans assistants ni techniciens, comme c'est parfois le cas en mathématiques pures ou en philosophie par exemple. Ils forment alors un embryon d'unité qui peut être appelé à se développer dans l'avenir. A l'opposé, une institution (ou section d'institution) pourra éventuellement être considérée globalement comme une unité S&T. Ce sera parfois le cas dans les entreprises industrielles privées et, jusqu'à un certain point, dans certains services publics, dont, bien entendu, seules les activités de recherche ou de services scientifiques et technologiques (R&D et SST) seront retenues dans l'enquête.

On constatera généralement, lors du premier inventaire du PST effectué dans un pays, que la plupart des directeurs des institutions S&T identifiées au cours de l'enquête de repérage, sont dans l'impossibilité de fournir avec exactitude et précision les informations détaillées requises sur le "découpage" de leurs institutions en "Unités S&T". Il appartiendra alors aux interviewers d'aider le directeur et ses services administratifs à effectuer ce "découpage" ; ils l'aideront aussi à répondre aux questions figurant dans le Questionnaire n°1 relatif aux unités S&T, pour

lesquelles les directeurs d'unités ne disposeraient pas de toutes les archives requises.

### 3. Exhaustivité

L'Inventaire du PST doit être **exhaustif** car il doit pouvoir servir de base à la compilation des statistiques nationales sur la science et la technologie. C'est dire qu'il doit englober la totalité des activités scientifiques et technologiques du pays (R&D et SST) et ne peut donc être effectué en utilisant les techniques d'échantillonnage appliquées dans les enquêtes par sondages.

L'exhaustivité de l'Inventaire du PST commande que ce dernier couvre l'ensemble des unités S&T du pays aussi bien celles existant dans les institutions d'enseignement supérieur que dans les institutions scientifiques de l'Etat et des collectivités locales, dans les entreprises de production des secteurs public et privé, ou dans les laboratoires indépendants. C'est à ce prix qu'il pourra servir de fondement à une politique scientifique et technologique véritablement nationale.

Remarquons enfin que l'exhaustivité de l'Inventaire du PST exige une couverture complète de toutes les disciplines du savoir (y compris les sciences sociales et humaines), le terme "science et technologie" étant pris ici comme l'entend l'Unesco. L'Inventaire du PST s'étendra par conséquent à tous les "secteurs" de l'activité économique, sociale et culturelle de la nation.

Remarquons cependant que les enquêtes sur le PST peuvent éventuellement être menées par **rotations**, en échelonnant le lancement des questionnaires par secteurs économiques ou par régions géographiques, ou en couvrant divers éléments du PST (ressources humaines, ressources financières, etc.) en plus ou moins grand détail. Cette méthode est le plus souvent pratiquée quand le nombre de personnes ou d'organismes à interroger est considérable, ou encore lorsqu'on ne dispose pas d'un nombre suffisant d'enquêteurs. Dans les enquêtes par rotations, l'ensemble du PST est finalement couvert, mais sur une base progressive ; il en résulte malheureusement que les données recueillies ne sont pas strictement homogènes du point de vue chronologique. On verra ci-dessous comment il peut y être remédié par l'utilisation annuelle d'un Questionnaire succinct, distribué par correspondance.

Ces mêmes considérations justifient parfois que les enquêtes sur le PST soient réalisées à **deux niveaux de détail, selon des périodicités différentes** :

- a) **le premier niveau de détail** : informations de base sur les ressources humaines et financières, absolument nécessaires au monitoring des activités scientifiques et technologiques nationales pour l'établissement des comparaisons statistiques internationales. Ce niveau de détail minimum sera en tout cas couvert sur une **base annuelle** à l'aide d'un questionnaire succinct, simplifié à l'extrême et administré par correspondance ;
- b) **le deuxième niveau de détail** : données statistiques et descriptives complètes, dont le rassemblement constitue une base solide pour l'élaboration et le management de la politique scientifique et technologique nationale. Ce niveau de détail sera couvert sur une **base bi- ou triennale** ;



cela mènerait, pour chaque secteur <sup>1</sup> (secteur de l'enseignement supérieur, secteur de service général et secteur de la production), au schéma de la page suivante. (Voir Questionnaires n°1, 2 et 3.)

Une périodicité triennale (c'est-à-dire tous les trois ans) par secteur pour le deuxième niveau de détail tient amplement compte des contraintes pratiques en matière de préparation et de réalisation des enquêtes, ainsi que du temps nécessaire au traitement et à l'interprétation des données d'inventaire, y compris de la rédaction de rapports sectoriels qu'imposeront progressivement les nécessités de planification dans certains domaines de la recherche ou des services scientifiques et technologiques.

En ce qui concerne la date de démarrage de l'enquête, il serait souhaitable qu'elle coïncide avec le début de l'année budgétaire du pays considéré, de façon à ce que les résultats successifs du premier niveau de détail puissent contribuer à l'adoption du budget national suivant en matière de S&T.

#### 4. Permanence

Ce qui précède montre clairement que l'Inventaire du PST et le service qui en est chargé doivent être établis sur une **base permanente**.

#### 5. La fiabilité des données recueillies

Un inventaire du PST, pour qu'il soit utilisable à des fins de planification, c'est-à-dire fiable, doit être non seulement exhaustif, mais encore aussi **exact** et **précis** que possible. Pour de multiples raisons (manque de temps, absence de personnel qualifié, etc.), il arrive que certains pays se contentent, pour appréhender leur PST, d'enquêtes sommaires se limitant à des estimations grossières ou à des sondages au niveau des autorités administratives supérieures des organismes poursuivant les activités S&T. Cette façon de procéder est évidemment plus simple, plus rapide et moins coûteuse, mais elle donne seulement l'illusion de l'exactitude. Les résultats obtenus à partir de telles enquêtes sommaires sont en réalité trop approximatifs et restent prisonniers de classifications *a priori* : ils ne peuvent servir de base à une planification scientifique judicieuse efficace. Seules les enquêtes détaillées, effectuées au niveau des unités S&T, permettent le regroupement et l'analyse des caractéristiques du PST avec toute la souplesse voulue, et selon les besoins des divers utilisateurs (organisme directeur de politique scientifique et technologique

<sup>1</sup> L'Unesco a distingué trois secteurs d'exécution aux fins des statistiques de la R&D. Cf. "Guide pour la collecte des données statistiques relatives à la science et à la technologie", ST-77/WS/4, juillet 1977. On les retrouve dans le Questionnaire n°1, 1.8 respectivement sous les numéros 1 et 2 (secteur de l'enseignement supérieur), 3 (secteur de Service général), 4 et 5 (secteur de la production).

nationale, organisme central de planification, conseils de recherche sectoriels, office central de statistiques, organisations internationales, entreprises industrielles, chercheurs individuels, parlementaires, etc.).

La fiabilité de l'Inventaire du PST est considérablement accrue par l'emploi des questionnaires précodés et par le traitement informatisé des données, ce qui permet de leur appliquer un programme de vérification automatique des données.

#### 6. L'informatisation de l'Inventaire du PST

Les immenses progrès réalisés dans le domaine des ordinateurs et de leur utilisation ont rendu possible de nouvelles techniques d'analyses des données. On peut dire que ces nouvelles techniques représentent un véritable saut qualitatif, à la fois par la quantité d'informations qui peut être désormais traitée et par les types d'analyses accessibles pour un coût relativement modeste.

Comme il a été dit plus haut, le rassemblement des données de l'Inventaire du PST se fait par voie de questionnaires et à l'aide d'interviews. Des questionnaires précodés ont été développés, appliqués et révisés par l'Unesco au cours des dix dernières années <sup>2</sup>. Ils sont adaptés aux procédures informatisées. Le traitement par ordinateur des données ainsi recueillies s'impose désormais et ne crée généralement pas de problèmes car tous les pays de monde où s'effectuent des activités S&T possèdent des ordinateurs.

Il convient cependant d'envisager deux hypothèses :

- a) **Le service d'Inventaire du PST possède son propre équipement informatique** : outre les traitements des données de l'enquête nationale sur les activités scientifiques et technologiques, l'ordinateur pourra être utilisé à d'autres travaux notamment pour les analyses budgétaires et pour les études particulières entrant dans le cadre des activités du service d'Inventaire. La volonté de traiter par ordinateur les données d'Inventaire du Potentiel scientifique et technologique national pourrait cependant exiger une extension de la configuration de l'ordinateur existant : mémoire, périphériques, terminaux, etc.
- b) **Le service d'Inventaire du PST ne possède pas d'ordinateur** : l'utilisation d'un ordinateur pour le traitement des données de l'enquête nationale sur les activités scientifiques et technologiques (et pour l'emploi des modèles de simulation) ne doit pas être écartée pour autant. Dans ce cas, on pourra négocier, pour le service d'Inventaire, le libre accès à un ordinateur extérieur. On notera que nombreux sont les exemples où des travaux confidentiels et importants sont effectués sur des ordinateurs extérieurs aux organismes qui en sont les commanditaires.

On notera que, même sans posséder d'installation de traitement électronique propre, le simple

<sup>2</sup> Voir les questionnaires figurant en annexe 2 du présent ouvrage.

fait pour le service d'Inventaire du PST d'utiliser un ordinateur extérieur lui impose de pouvoir disposer des logiciels de dépouillement qui doivent, d'une part, être adaptés au matériel

utilisé, et d'autre part être adaptés aux besoins précis des destinataires et utilisateurs des résultats de l'Inventaire du PST.

## I. SECTEUR DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

Année de référence Niveau de détail	n	n+1	n+2	n+3	n+4	n+5	n+6	n+7	n+8
1. Premier niveau de détail (enquête succincte, couvrant seulement le personnel et le budget des Unités S&T) Base annuelle	-	X	X	-	X	X	-	X	X
2. Deuxième niveau de détail (enquête complète donnant des informations détaillées sur l'unité de S&T, les activités S&T, le personnel S&T) Base triennale	X	-	-	X	-	-	X	-	-

## II. SECTEUR DE SERVICE GENERAL

1. Premier niveau de détail	-	-	X	X	-	X	X	-	
2. Deuxième niveau de détail	-	X	-	-	X	-	-	X	

## III. SECTEUR DE LA PRODUCTION

1. Premier niveau de détail	-	-	-	X	X	-	X	X	-
2. Deuxième niveau de détail	-	-	X	-	-	X	-	-	X