

LA SCIENCE EN INDE

**L'infrastructure des Sciences et Technologies et de l'Innovation, la Recherche &
Développement et le système d'enseignement supérieur**

SST - Ambassade de France en Inde

Publié par le Service pour la Science et la Technologie

Ambassade de France en Inde

2, Aurangzeb Road

New Delhi 110011, Inde

Auteur : BORIS BOLLIET - boris.bolliet@ens-lyon.fr

Directrice de la publication : VÉRONIQUE BRIQUET - LAUGIER

Mise à jour : Décembre 2012

Ce document est téléchargeable sur le site internet : <http://www.adit.fr/>

Avant-propos

L'objectif de ce document est de rassembler des informations sur le système d'enseignement supérieur et l'infrastructure des S&T en Inde. Il s'adresse à quiconque veut approfondir ses connaissances sur l'Inde par simple curiosité, aux décideurs français, aux universités, et à toute personne/institution désireuse d'entamer une collaboration à caractère scientifique avec l'Inde. En outre, l'Inde, démocratie la plus peuplée au monde, peut faire l'objet d'études de cas en administration des sciences ou en sociologie des sciences, et l'information disponible ici est susceptible d'intéresser les spécialistes en guise de lecture introductive.

Pour une vue d'ensemble sur les sciences en Inde on peut d'abord lire l'[Introduction](#), puis consulter la Table des matières pour approfondir les thèmes d'intérêt. La plupart des figures ainsi que les tableaux ont été repoussés en fin de chaque partie, dans une volonté de distinguer le corps du texte, qui se veut un exposé généraliste, des illustrations présentant des aspects plus spécifiques des S&T.

La rédaction de ce rapport s'est accompagnée d'un réel souci de précision et de fiabilité. Ainsi :

- ★ Les données sur le développement socio-économique et les statistiques sur les S&T servant d'indicateurs pour des comparaisons au niveau international proviennent de rapports et d'analyses publiés par des agences internationales, généralement des agences de l'ONU (UNESCO, Banque Mondiale, OMC, FMI, OMS, UNAIDS, IAEA, WIPO, UNCTAD, ESCAP).
- ★ Les données sur la recherche thématique, sur l'économie indienne (agriculture, industrie et services) et sur l'enseignement supérieur au niveau national proviennent de rapports annuels des diverses institutions du gouvernement (bien que parfois les derniers rapports disponibles ne datent que de 2009). En particulier, les ressources de la *National Science and Technology Management Information System Division*¹ (NSTMISD - *Department of Science and Technology*) correspondaient tout à fait aux besoins de cette étude. La NSTMISD est l'agence centrale indienne chargée de la collection, du traitement et de la diffusion de l'information sur les ressources et l'activité de l'Inde en S&T depuis quarante ans. L'UNESCO consulte régulièrement la NSTMISD pour réunir les données sur les S&T relatives à l'Inde. Les publications récentes de la NSTMISD (disponibles sur le site internet) sont :
 - *Directory of R&D Institutions* (biannuel) : une liste de toutes les institutions/entreprises (publiques et privées) ayant déclaré une activité R&D, selon le secteur de recherche et selon la localisation. Au total 4 288 unités R&D ont été identifiées en 2010.
 - *Directory of Extramural Research & Development Project* (annuel) : un répertoire des projets R&D disposant de financements publics en cours. Au total 4 828 projets impliquant 18 agences gouvernementales ont été répertoriés en 2010 (voir p. 38).
- ★ Les données bibliométriques et sur l'innovation (brevets) sont essentiellement basées sur le rapport du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche français intitulé *La*

¹ <http://www.nstmis-dst.org/>

*coopération scientifique et technologique franco-indienne : le point de vue français*² (publié en mars 2012 pour la Stratégie Nationale de Recherche et d'Innovation) et sur le récent rapport de Thomson Reuters commandé par le DST : *A bibliometric study of India's research output and collaboration* (2011). Lorsqu'il s'agit d'un institut en particulier, les données proviennent de son rapport annuel.

- ★ Les données sur la recherche en sciences humaines et sociales sont principalement issues du rapport du *Department For International Development*, du gouvernement du Royaume-Uni, intitulé *Social Science Research in India : A Mapping Report* publié en septembre 2011.

Les références bibliographiques ne sont pas systématiquement présentes dans le corps du texte mais toutes ont été placées dans la partie Références sous la forme d'une bibliographie détaillée. Par ailleurs, dès qu'une administration/université/institution majeure est mentionnée, elle est accompagnée d'un hyperlien en note de bas de page conduisant sur son site internet.

Ce rapport a été rédigé dans le cadre d'un stage effectué au SST de l'Ambassade de France en Inde entre juillet et décembre 2012. Dr. Véronique Briquet Laugier, responsable du Service Scientifique de l'Ambassade de France en Inde est à l'origine de cette initiative et a supervisé la progression du travail durant toute la durée du stage. Je tiens d'abord à exprimer ma vive gratitude à mes professeurs de physique à l'ENS de Lyon pour m'avoir autorisé et encouragé à effectuer ce stage :

- ★ Peter Holdsworth et Francesca Chilla, respectivement Directeur et Directrice adjointe du département de physique ;
- ★ Michel Farizon et Sébastien Manneville, Responsables de la formation en sciences de la matière ;

Je remercie également Jérôme Calvet et Anne-Cécile Boucher, au service étude et scolarité de l'ENS de Lyon, pour la gestion des questions administratives, avant et tout au long de mon séjour en Inde, de même que Pascal Cuziol, au service des relations internationales qui a diffusé la proposition de stage, veillé au bon déroulement de mon dépôt de candidature et m'a assisté dans les procédures de demandes de financements. Côté indien, les conseils, les critiques et l'accompagnement de l'ensemble de l'équipe du SST ont été très précieux, à savoir :

- ★ Véronique Briquet-Laugier, Conseillère pour la science à l'Ambassade de France en Inde.
- ★ Vivek Dham et Radhika Viswanathan, Coordinateurs scientifiques, et Marine Ridoux, Chargée de mission.
- ★ Dominique Aymer de la Chevalerie, Représentant du CNRS en Inde.
- ★ Vishal Dhingra, Secrétaire du SST et voisin de table.

De plus je remercie Dr. D.K. Avasthi et son doctorant Dinesh Chandra Agarwal pour m'avoir reçu à la fin du mois d'août à l'*Inter University Accelerator Centre* (New Delhi) pour un entretien qui m'a éclairé sur les conditions matérielles de la recherche universitaire en Inde. Je tiens aussi à remercier l'Ambassade de France en Inde et plus particulièrement l'ENS de Lyon en tant qu'institutions. Et finalement, Hervé Lauret pour sa relecture de l'intégralité du document.

Les vues exprimées dans le rapport sont celles de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement celles du Service pour la Science et la Technologie de l'Ambassade de France en Inde.

Boris BOLLIET
Janvier 2013

²[http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/\[...\]](http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/[...])

Table des matières

Avant-propos	iii
I Introduction	1
II Administration des sciences	15
II.1 La politique scientifique	15
II.2 Organismes de soutien à la politique scientifique	16
II.2.A Les conseils politiques	16
II.2.B Les académies des sciences	17
III Au service de la Nation	19
III.1 <i>Ministry of Science and Technology</i>	19
III.1.A DSIR et CSIR	20
III.1.B <i>Department of Science and Technology</i>	22
III.1.C <i>Department of Biotechnology</i>	24
III.2 La R&D dans les domaines de la sécurité nationale	25
III.2.A Le programme nucléaire	27
III.2.B L'aérospatiale	28
III.2.C La défense	30
III.3 L'agriculture et la recherche en médecine	31
III.3.A La R&D en médecine	31
III.3.B La R&D dans le secteur agricole	33
III.4 Energies et gestion de l'environnement	33
III.5 La R&D industrielle	34
III.6 Les sciences humaines et sociales	35
IV L'enseignement supérieur	41
IV.1 Les universités	42
IV.2 Les écoles d'ingénieurs	47
IV.3 Les principaux concours d'admission dans l'enseignement supérieur en sciences	50
V Les grands acteurs passés et présents de la science en Inde, personnes et institutions	59
V.1 Exemples de carrières scientifiques	60
V.2 Des centres prestigieux pour la formation et la recherche	65
VI Les collaborations internationales	69
VI.1 Les collaborations bilatérales	69
VI.2 Les collaborations multilatérales	71

Références	77
Annexe	81

Liste des figures

1.1	Organisation de l'infrastructure des S&T	7
1.2	Part (%) des articles copubliés dans la production scientifique totale de l'Inde	9
1.3	Part (%) des publications indiennes dans la production mondiale et indice h	10
6.1	Les copublications de l'Inde avec ses principaux partenaires scientifiques en physique, chimie, biologie et mathématiques	75
6.2	Les copublications de l'Inde avec ses principaux partenaires scientifiques en agriculture, sciences de l'environnement et énergies	75
6.3	Les copublications de l'Inde avec ses principaux partenaires scientifiques en sciences de l'ingénieur, génie chimique et sciences des matériaux	76

Liste des tableaux

1.1	Répartition du budget R&D	8
1.2	Nombres d'unités R&D par secteur	11
1.3	Importance des différents secteurs de la R&D dans la production scientifique de l'Inde	12
1.4	Les dix journaux indiens aux indices SJR les plus élevés	13
3.1	Liste des administrations majeures de l'infrastructure des S&T	38
3.2	Liste des centres majeurs de la recherche en SHS	39
3.3	Liste des centres émergents de la recherche en SHS	39
4.1	Inscriptions dans l'enseignement supérieur en fonction des disciplines	52
4.2	Doctorats en fonction des disciplines	52
4.3	Inscriptions dans l'enseignement supérieur en fonction du diplôme préparé	53
4.4	Les <i>Colleges</i> et leur répartition selon les spécialités	53
4.5	Évolution des effectifs du système d'enseignement supérieur entre 1950 et 2011	53
4.6	Les disparités régionales du système d'enseignement supérieur	54
4.7	Liste récapitulative des institutions d'enseignement supérieur	55
4.8	Liste des vingt universités les plus productives entre 1998 et 2008	56
4.9	La recherche universitaire selon les disciplines	57
6.1	Nombre de copublications scientifiques de l'Inde avec ses dix premiers partenaires	74



Plus grandes villes (agglomérations)

et rang mondial :

Superficie totale :

Fuseau horaire :

Indépendance :

Population totale :

Densité :

PIB-PPA par hab. :

Monnaie :

Delhi (2^{ème}, plus de 20Mhab.), Mumbai (7^{ème}), Calcutta (10^{ème})

3 287 263 km² (7^{ème})

UTC+5h30 (Paris : UTC + 1h)

Signée le 15 août 1947 (suite à la domination britannique)

1 241 491 960 (2^{ème} après la Chine)

3 822 hab./km² (6^{ème})

3 700\$ (125^{ème})

Roupie indienne - INR

(EUR/INR = 70,2 en déc. 2012)

L'Inde est une république fédérale, dont la capitale est New Delhi, constituée de vingt-huit états, administrés par les *State Governments* (gouvernements des états), et sept *Union Territories*³ dont l'administration est gérée par l'*Union Government* (gouvernement central).

³Les *Union Territories* sont : Andaman and Nicobar Islands, Chandigarh, *The Government of NCT of Delhi*, Dadra and Nagar Haveli, Daman and Diu, Lakshadweep, Puducherry.

Les dépenses intérieures pour la R&D⁴ (DIRD) représentent aujourd'hui 0,8 % du PIB nominal. En termes de production scientifique⁵ l'Inde est passée de la quinzième position en 2000 à la huitième position en 2011 avec un taux d'augmentation annuel moyen de +8 % durant les dix dernières années, au deuxième rang mondial derrière la Chine (+10 %). En termes de qualité, la recherche indienne reste en retrait par rapport à celle des pays développés, avec un indice d'impact moyen de 0,68 contre 1,01 pour la France. Mais ici aussi la dynamique est prometteuse puisque cet indice a plus que doublé au cours des dix dernières années, soit la deuxième plus forte progression enregistrée après celle de Singapour. En termes d'innovation l'Inde se classe à la soixante deuxième position du *Global Innovation Index 2012* sur 125 pays. L'infrastructure des S&T qui ne s'est réellement développée qu'à partir de 1947 est aujourd'hui vaste : en 2010 la NSTMISD (voir p. iii) fait état de 4828 projets R&D en cours disposant de financements publics qui impliquent dix-huit agences gouvernementales (voir la liste p. 38) et 4288 institutions/entreprises (publiques et privées). Les deux tableaux ci-dessous présentent les principaux indicateurs de l'innovation⁶ et de la R&D pour l'Inde, la France (ou l'Union Européenne), les États-Unis et la Chine. Ils sont suivis d'une chronologie qui récapitule le développement de l'infrastructure des S&T dans le contexte historique depuis la première guerre d'indépendance en 1857.

⁴Définition de l'INSEE : La dépense intérieure de recherche et développement (DIRD) correspond aux travaux de recherche et développement exécutés sur le territoire national quelle que soit l'origine des fonds. Une partie est exécutée par les administrations, l'autre par les entreprises. Elle comprend les dépenses courantes (masse salariale des personnels de R&D et dépenses de fonctionnement) et les dépenses en capital (achats d'équipements nécessaires à la réalisation des travaux internes à la R&D et opérations immobilières réalisées dans l'année).

⁵Nombre de publications.

⁶Les données sur le PIB sont issues des fiches pays du *CIA Worldfactbook* et sont celles de 2011. Les données sur les DIRD sont issues du rapport *2012 Global R&D Funding Forecast* de l'agence américaine Battelle. Les données sur les ressources humaines des S&T sont issues de *UNESCO Science Report 2010*. Les données bibliométriques sont issues de Thomson Reuters, *A bibliometric study of India's research output and collaboration*, 2011. Les données sur les brevets sont issues du rapport de la WIPO : *2012 World Intellectual Property Indicators*.

INDICATEURS ÉCONOMIQUES ET RESSOURCES HUMAINES

	Inde	France	États-Unis	Chine
PIB nominal (en 1 000 milliards de \$) :	1.7 (10 ^{ème})	2.7 (5 ^{ème})	15 (1 ^{er})	7 (2 ^{ème})
PIB-PPA (en 1 000 milliards de \$) :	4.4 (3 ^{ème} – 4 ^{ème})	2.2 (10 ^{ème})	15 (1 ^{er})	11 (2 ^{ème})
Taux de croissance (nominale) :	+6.8%	+1.7%	+1.8%	+9.2%

DIRD en % du PIB nominal :	0.8%	2.2%	2.3%	1.6%
Part (%) de la DIRD dans la DIRD mondiale :	2.9%	3.6% (UE : 24.5%)	31.1%	14.2%

DIRD-PPA (en milliards de dollars) :	40	50	440	200
DIRD-PPA en % du PIB-PPA :	0.9%	2.3%	2.9%	5.6%
Taux d'accroissement annuel moyen de la DIRD-PPA :	+9%	(UE : +6.5%)	+6%	+22%

Ressources humaines en S&T par million d'habitants (2009) :	100 – 200	3 000 – 4 000	4 000 – 6 000	1 000 – 2 000
Nombre de chercheurs (2007) en milliers :	155 (9 ^{ème})	250 (8 ^{ème})	1 425 (1 ^{er})	1 425 (2 ^{ème})
Part (%) de l'effectif mondial des S&T (2007) :	2%	4% (UE : 20%)	20%	20%

INDICATEURS DE L'INNOVATION

	Inde	France	États-Unis	Chine
Nombre de publications en 2010 (en milliers) :	36	57	272	105
Part (%) des publications dans la production scientifique mondiale :	3.5% (9 ^{ème})	5% (6 ^{ème})	30% (1 ^{er})	12% (2 ^{ème})

Nombre de brevets déposés par des résidents et par des non-résidents à l'Office national des brevets (en milliers) :	42.3	16.8	503.6	526.4
Part (%) dans le nombre de dépôts dans tous les offices de brevets :	2%	1%	25%	20%

Part (%) des brevets déposés par des résidents dans le nombre total de dépôts de brevets à l'Office national :	21%	88%	49%	79%
--	-----	-----	-----	-----

Nombre de brevets déposés par des résidents à l'étranger (en milliers) :	6.9	41.0	184.5	19.7
Évolution du nombre de brevets déposés par des résidents à l'étranger (en milliers) par rapport à 2010 – 2011 :	+14.4%	−0.7%	−3.3%	+29.7%

Nombre de brevets déposés par des résidents dans tous les offices de brevets :	15.7	55.7	432.0	435.6
--	------	------	-------	-------

EFFECTIFS DE LA R&D EN INDE

Étudiants inscrits dans l'enseignement supérieur :	17 M
Universités et écoles d'ingénieurs (<i>degree awarding institutions</i>) :	634
<i>Colleges</i> (voir 5) :	33 000

Chercheurs :	150 000
Effectif total des S&T :	18 M

Unités R&D (publiques et privées) :	4 300
Projets en cours (2012) :	4 800

Ministères impliqués dans le financement :	21
Nombre d'académies des sciences :	5

CHRONOLOGIE DE LA CRÉATION DES INSTITUTIONS MAJEURES DE L'INFRASTRUCTURE DES S&T EN INDE DEPUIS 1857

Révolte des cipayes (première guerre d'indépendance)	1857	<i>University of Madras ; University of Mumbai ; University of Calcutta ;</i>
Début du Raj britannique ; <i>Government of India Act 1858 ;</i>	1858	Naissance de Sir Jagadish Chandra Bose (1858-1937)
	1861	<i>Archaeological Survey of India (ASI) ; Naissance de A.P. Chandra Ray (1861-1944) ;</i>
Naissance de M.K. Gandhi (1869-1948)	1869	<i>Haffkine Institute</i> (recherche médicale)
	1875	<i>India Meteorological Department (IMD)</i>
Grande famine (10 millions de morts)	1876	
	1882	<i>Panjab University</i>
Création de l' <i>Indian National Congress</i>	1885	
	1887	Naissance de S. Ramanujan (1887-1920)
	1894	Naissance de S.N. Bose (1894-1974)
Famine (environ 5 millions de morts)	1899	
	1904	Mort de J.N. Tata (1839-1904)
	1906	<i>Forest Research Institute Deradhun (FRI)</i>
	1907	Naissance de D.D. Kosambi (1907-1966)
	1909	<i>Indian Institute of Science (IISc) ; Naissance de H.J. Bhabha (1909 –1966) ;</i>
Un Indien est nommé conseiller du Vice-roi.	1911	<i>Indian Patents and Designs Act</i>
	1913	
R. Tagore reçoit le Prix Nobel de littérature	1914	<i>Indian Science Congress Association (ICSA)</i>
Retour de M.K. Gandhi en Inde	1915	
	1916	<i>Banaras Hindu University (BHU)</i>

<i>Non-Cooperation Movement</i>	1919	Naissance de V.A. Sarabhai (1919 – 1971)
	1920	<i>Aligarh Muslim University</i>
	1922	<i>University of Delhi</i>
	1929	<i>Indian Council of Agricultural Research (ICAR)</i>
<i>Purna Swaraj declaration of independence</i> par le <i>Indian National Congress</i>	1930	<i>National Academy of Science (NAS)</i> ; C.V. Raman reçoit le Prix Nobel de physique ;
Pendaison de Bhagat Singh par les britanniques	1931	
<i>Government of India Act 1935</i>	1934	<i>Indian Academy of Science (IAS)</i>
	1935	
	1936	<i>Indian Agricultural Research Institute (IARI)</i> ; <i>Tata Institute of Social Sciences (TISS)</i> ;
	1940	<i>Hindustan Aeronautics Limited (HAL)</i>
<i>Quit India Movement</i> ; L' <i>Indian National Army</i> est créée par Subhas Chandra Bose en Asie du Sud Est ;	1942	
	1945	<i>Anthropological Survey of India (AnSI)</i> ; <i>Tata Institute of Fundamental Research (TIFR)</i> ;
	1947	<i>Physical Research Laboratory (PRL)</i>
<i>Indian Independence Act</i> ; Partition : l'Inde et le Pakistan deviennent deux dominions du <i>Commonwealth</i> des nations ; Première guerre indo-pakistanaise ;		
Assassinat de M. Gandhi par Nauram Godse	1948	<i>Atomic Energy Commission (AEC)</i>
	1949	<i>Indian Council of Medical Research (ICMR)</i> ; <i>University of Pune</i> ;
Nouvelle Constitution, l'Inde devient une république souveraine	1950	Amendement de l' <i>Indian Patents and Designs Act 1911</i> ; <i>Planning Commission</i> ;
	1951	IIT Kharagpur
Premières élections générales, Jawaharlal Nehru élu Premier Ministre	1952	<i>National Development Council (NDC)</i>
	1953	<i>University Grants Commission (UGC)</i>

Guerre sino-indienne (Première avancée chinoise)	1954	<i>Department of Atomic Energy (DAE); Bhabha Atomic Research Centre (BARC); Bharat Electronics Limited (BEL);</i>
	1955	<i>Jadavpur University</i>
	1956	<i>Council of Scientific and Industrial Research (CSIR); Nouveaux statuts de Central University et Deemed University; All India Institute of Medical Sciences (AIIMS);</i>
	1958	<i>Scientific Policy Resolution; Defence Research and Development Organisation (DRDO); IIT Bombay;</i>
	1959	<i>Regional Engineering Colleges (RECs); IIT Kanpur et IIT Madras;</i>
	1960	<i>Début de la Green Revolution; Premier Joint Entrance Examination (JEE); CIRUS (Canadian-Indian Reactor, U.S.) reactor; Central Power Research Institute (CPRI);</i>
Guerre sino-indienne - ("conflit de 1962"); Le Portugal rend Diu, Daman et Goa à l'Inde;	1961	<i>IIT Delhi; Institute of Technology Act (Institutions of National Importance) et les six premiers IITs deviennent des INIs; National Council for Educational Research and Training (NCERT); Indian National Science Academy (INSA);</i>
	1962	<i>Indian National Committee for Space Research (INCOSPAR); Punjab Agricultural University;</i>
	1963	<i>Thumba Equatorial Rocket Launching Station (TERLS)</i>
Mort de Jawaharlal Nerhu	1964	<i>Bharat Heavy Electricals Limited (BHEL)</i>
Deuxième Guerre indo-pakistanaise	1965	<i>Indian Institute of Advanced Study (IIAS)</i>
L'Inde ne ratifie pas le TNP	1968	<i>H. Gobind Khorana reçoit le Prix Nobel de médecine</i>
	1969	<i>Indian Space Research Organisation (ISRO); Indian Council of Social Science Research (ICSSR); Jawaharlal Nerhu University;</i>
	1970	<i>Début de la White Revolution; Patents Act;</i>

Troisième guerre indo-pakistanaise (création du Bangladesh)	1971	<i>Department of Science & Technology (DST)</i>
	1972	<i>Department of Space (DoS) ; Indian Council of Historical Research (ICHR) ;</i>
	1973	Début de la <i>Blue Revolution</i>
Premier test nucléaire indien “ <i>Smiling Buddha</i> ”	1974	<i>Science and Engineering Research Council (SERC) ; Hyderabad University ;</i>
	1975	Lancement du premier satellite indien Aryabhata
	1977	<i>Indian Council of Philosophical Research (ICPR)</i>
	1978	<i>Anna University</i>
Mère Theresa reçoit le Prix Nobel de la Paix	1979	<i>Satellite Launch Vehicle (SLV)</i>
	1980	<i>Department of Environment ; Variable Energy Cyclotron (VEC) ;</i>
	1981	<i>Commission for Additional Sources of Energy (CASE)</i>
	1982	<i>Department of Non-Conventional Energy Sources (DNES) ; National Science and Technology Entrepreneurship Development Board (NSTEDB) ;</i>
	1983	<i>Technology Policy Statement ; Atomic Energy Regulatory Board (AERB) ; Lancement de INSAT-1B ; S. Chandrasekhar reçoit le Prix Nobel de Physique ;</i>
Opération <i>Blue Star</i> qui entraîne l’assassinat de Indira Gandhi par ses gardes du corps sikhs	1984	<i>Mother Teresa Women’s University ; Inter University Accelerator Centre (IUAC) ;</i>

Des fondamentalistes hindous détruisent une mosquée à Ayodha.	1985	<i>Ministry of Human Resource Development (MHRD); Department of Scientific and Industrial Research (DSIR); Ministry of Environment and Forest (MEF); Distance Education Council (DEC) et Indira Gandhi National Open University (IGNOU); Dhruva reactor;</i>
	1986	<i>Department of Biotechnology (DBT); R&D Cess Act;</i>
	1987	<i>All India Council for Technical Education (AICTE); Indian National Academy of Engineers (INAE); Nuclear Power Corporation of India Limited (NPCIL); Centre Indo - Français Pour la Recherche Avancée (CEFIPRA);</i>
	1988	<i>Department of Electronics and Information Technology (DeitY); Technology Information, Forecasting and Assessment Council (TIFAC); Indian Council of Forestry Research and Education (ICFRE);</i>
	1991	<i>DAE-CERN Agreement</i>
	1992	<i>Ministry of Non-Conventional Energy Sources (MNES); National AIDS Control Organisation (NACO); Inter-University Centre for Astronomy and Astrophysics (IUCAA);</i>
	1993	<i>Polar Satellite Launch Vehicle (PSLV); Central Agricultural University Imphal;</i>
	1994	<i>National Assessment and Accreditation Council (NAAC)</i>
	1995	<i>Department of Industrial Policy & Promotion (DIPP); National Council of Rural Institutes (NCRI);</i>
	1996	<i>Information and Library Network (INFLIBNET)</i>
Deuxième essai nucléaire "Opération Shakti"	1998	A. Sen reçoit le Prix Nobel en économie
Quatrième guerre indo-pakistanaise (Conflit de Kargil)	1999	<i>Amendement du Patents Act 1970; National Bioresource Development Board (NBDB); Synchrotron Radiation Source Indus-1;</i>

	2000	<i>Information Technology Act</i>
Tremblement de terre au Gujarat ; V.S. Naipaul reçoit le Prix Nobel de littérature ;	2001	<i>Geosynchronous Satellite Launch Vehicle</i> (GSLV) ; Lancement de GSAT-1 ;
Émeutes entre hindous et musulmans.	2002	
Attentat à Bombay	2003	<i>S&T Policy Resolution</i> ; <i>Patents Rules</i> ; <i>Department of AYUSH</i> ; Les RECs deviennent les <i>National Institutes of Technology</i> (NITs) ;
Manmohan Singh élu PM Tsunami	2004	
Inondations au Maharashtra	2005	Début de la construction de <i>Indus-2</i> ; L'Inde entre dans la collaboration du projet ITER ;
	2006	Amendement du <i>Patents Rules 2003</i> ; <i>Ministry of Earth Sciences</i> (MES) ; <i>Ministry of New and Renewable Energy</i> (MNRE) ; <i>National Institute of Science Education and Research</i> (NISER) ;
P. Patil, première femme élue Président	2007	Les NITs deviennent des INIs ; Début du projet New Indigo ;
Attentats à Mumbai	2008	Succès de la mission lunaire Chandrayaan-1
	2009	V. Ramakrishnan reçoit le Prix Nobel de chimie
	2010	<i>National Innovation Council</i> (NIC) ; <i>Indian Institutes of Science Education and Research</i> (IISERs) ;
P. Mukherjee élu 13 ^{ème} Président	2012	Neuf nouveaux IITs ; Six nouveaux AIIMS ;

Partie I

Résumé introductif

Pour les personnes non familières avec l'Inde on commence par rappeler quelques éléments sur l'histoire, l'économie, la géographie, et la démographie. Ils aident à comprendre les choix du gouvernement dans l'élaboration de la politique scientifique et l'infrastructure des S&T. La politique scientifique est présentée à la partie II. La partie III décrit les institutions et organisations du gouvernement au cœur de l'infrastructure et du financement des S&T tout en précisant les rôles de chacune dans les différents domaines scientifiques. La partie IV est consacrée au système d'enseignement supérieur en sciences. La partie V est une compilation de parcours de quelques éminents scientifiques indiens et de présentations d'institutions prestigieuses. Enfin la partie VI dresse un tableau des collaborations scientifiques bilatérales et multilatérales de l'Inde.

Géographie, population et économie

L'Inde est un territoire riche en ressources naturelles (quatrième plus importante réserve de charbon au monde). C'est aussi le septième plus grand pays avec plus de sept mille kilomètres de côtes maritimes donnant sur l'Océan Indien, bordé à l'est par la Baie du Bengale et à l'ouest par la Mer Arabe. Les terres arables représentent 48,8 % du territoire et les terres cultivées 2,8 %. L'Inde, avec plus d'un milliard deux cent millions d'habitants, est le deuxième pays le plus peuplé après la Chine. La classe moyenne indienne, qui a un niveau de vie analogue à celui des sociétés occidentales, représente environ 25 % de la population, alors qu'un Indien sur trois vit avec moins de 2 \$ par jour. En 2009, un tiers des Indiens n'avait pas accès à l'électricité. Des problèmes alimentaires et sanitaires graves sévissent encore comme la malnutrition, la lèpre ou le paludisme. L'Inde n'a pas connu d'exode rural massif, et 70 % des Indiens vivent encore à la campagne. Cela dit, Delhi et Mumbai font partie des dix plus grandes agglomérations au monde. Les autres grandes villes sont Calcutta au Bengale Occidental (quinze millions d'habitants), Chennai au Tamil Nadu et Bangalore au Karnataka (sept millions d'habitants). L'état indien consacre environ 3 % de son PIB à l'éducation, à 1,5 points en-dessous de la moyenne mondiale, et deux fois moins que la France. L'alphabétisation est encore faible : environ 80 % des hommes et 65 % des femmes de plus de quinze ans peuvent lire et écrire. Deux langues sont officielles dans la Constitution : l'anglais, qui s'est imposé comme langue administrative, et le Hindi pratiqué par 40 % de la population principalement au nord du pays. La Constitution reconnaît par ailleurs quatorze autres langues : Bengali, Telugu, Marathi, Tamil, Urdu, Gujurati, Malayalam, Kannada, Oriya, Punjabi, Assamese, Kashmiri, Sindhi et Sanskrit. En tenant compte des dialectes, les langues effectivement parlées sont bien plus nombreuses. Enfin, 80 % de la population est de confession hindoue et la plus importante minorité est la communauté musulmane (entre 15 % et 20 % de la population). Le jaïnisme, le christianisme, le judaïsme, le bouddhisme et la religion sikhe sont aussi présentes en Inde depuis plusieurs siècles.

Le gouvernement et les S&T

L'Inde est une république fédérale dont la capitale est New Delhi divisée en vingt-huit états, administrés par les *State Governments* (gouvernements des états), et sept *Union Territories* (territoires de l'Union) dont l'administration est gérée par l'*Union Government* (gouvernement central). En plus des territoires de l'Union, le gouvernement central est en charge de la politique nationale. L'acte d'indépendance qui a entraîné la partition de l'Empire colonial britannique des Indes en deux pays indépendants, l'Inde et le Pakistan, est entré en vigueur le 15 août 1947. Depuis la partition, les frontières entre l'Inde et le Pakistan (de même que les frontières entre l'Inde et la Chine), ont été disputées à plusieurs reprises. Ces tensions ont poussé les deux pays à se doter de l'arme nucléaire dans les années 1990¹. Le premier Premier Ministre de l'Inde Jawaharlal Nehru a mis en avant, dès l'indépendance, l'importance cruciale de la science pour répondre aux besoins de la Nation. Il affirmait alors que “dans un pays comme l'Inde l'autosuffisance est inévitable et doit être au cœur des développements technologiques” pour justifier la politique scientifique à venir. Nehru est à l'origine de l'ouverture et du développement de nombreux laboratoires et instituts, en collaboration avec des scientifiques indiens de premier plan tels que H.J. Bhabha pour le programme nucléaire, et V. Sarabhai pour le programme spatial.

Le gouvernement central se compose de quarante neuf ministères. L'implication du gouvernement dans la recherche scientifique doit être identifiée dans les ramifications des ministères et des organisations gouvernementales. L'infrastructure des S&T inclut plus de cinq cents universités, plus de quatre cents laboratoires nationaux, et plus de 1 300 unités R&D dans l'industrie. Ces institutions sont réparties sur l'ensemble du territoire et notamment dans quelques pôles scientifiques tels que Bangalore, Mumbai, Delhi, Chennai et Calcutta.

Le *Ministry of Human Resource Development* (MHRD), via l'*University Grant Commission* (UGC), administre le système d'enseignement supérieur. Le *Ministry of Science and Technology* (MST) est l'institution phare des S&T en Inde. Le MST comprend trois *Departments*, qui se partagent les tâches dans les différents secteurs :

1. le *Department of Science and Industrial Research* (DSIR) qui gère le *Council for Science and Industrial Research* (CSIR) analogue au CNRS en France,
2. le *Department of Science and Technology* (DST) pour l'administration des sciences,
3. le *Department of Biotechnology* (DBT) pour la recherche biotechnologie.

La recherche dans les domaines liés à la sécurité nationale est administrée par des institutions au statut particulier, présidées par le Premier Ministre :

1. le *Department of Atomic Energy* (DAE) pour le programme nucléaire,
2. le *Department of Space* (DOS) pour le programme spatial,
3. la *Defence Research and Development Organisation* (DRDO) qui dépend du *Ministry of Defence*.

En outre, d'autres ministères tels que le *Ministry of Health and Family Welfare* ou le *Ministry of Agriculture* sont fortement impliqués dans la R&D. Autour de ces institutions, des organismes de conseil aident à la formulation de la politique scientifique, comme le *National Innovation Council* (NIC) ou le *Scientific Advisory Committee to the Cabinet* (SAC).

¹ Avec Israël et la Corée du Nord, l'Inde et le Pakistan sont les seuls pays non signataires du Traité de Non Prolifération qui disposent de l'arme nucléaire.

Le *Ministry of Science and Technology*, le *Department of Space*, le *Department of Atomic Energy* et la *Defence Research and Development Organisation* absorbent la plus grande partie du budget R&D (voir le tableau 1.1). Les augmentations spectaculaires de budgets entre 2011 – 2012 et 2012 – 2013 enregistrées par le *Department of Space*, le *Ministry of Earth Science* et le *Ministry of Health and Family Welfare*, traduisent les préoccupations actuelles du gouvernement. En 2007 – 2008, 63 % de la Dépense Intérieure pour la Recherche et Développement (DIRD) étaient effectuées par le gouvernement central, 7 % par les gouvernements des états et 30 % par le secteur privé. Quant à la répartition du personnel des S&T, les instituts nationaux emploient 45 % des ressources humaines, les universités et les institutions d'enseignement supérieur 15 %, et les entreprises privées emploient les 40 % restants. Enfin l'Inde compte une centaine de chercheurs par million d'habitants (soit environ 200 000 chercheurs) dont 15 % de femmes². Pour davantage de précisions sur l'administration des sciences en Inde voir p. 15.

Domaines de recherche

Le nombre de publications scientifiques a augmenté de 66 % entre 2001–2005 (106 456) et 2006–2010 (177 208). Les domaines de recherche les plus productifs sont la physique, la biologie et la chimie (voir la figure 1.3). Dans le domaine de la santé, la recherche est fortement stimulée par l'industrie pharmaceutique et les biotechnologies³. En agronomie-alimentation, la production scientifique est considérable mais possède un faible indice d'impact. Sur les thématiques environnementales, la recherche indienne s'oriente de manière prioritaire vers la prévision et la gestion des risques naturels et le réchauffement climatique. En sciences et technologies de l'information et de la communication (STIC), la R&D de pointe se fait dans quelques instituts prestigieux (IIT Mumbai, IISc Bangalore) et dans les unités R&D de grandes multinationales indiennes (Infosys, Tata Consultancy) ou étrangères (IBM, General Electric, Cisco, Motorola, Oracle, Hewlett-Packard). La part des publications indiennes dans le volume mondial de publications est importante en chimie et en agronomie, et progresse rapidement en sciences des matériaux et en STIC (voir la figure 1.3).

La recherche en Sciences Humaines et Sociales (SHS) est dominée par quelques disciplines, notamment l'économie et la sociologie. La recherche en économie dispose généralement de plus de financement que les autres secteurs, vu la forte demande pour des analyses économiques par les acteurs politiques, les ONGs, et les entreprises. Au cours des vingt dernières années, la recherche en SHS a évolué dans les directions dictées par le contexte politique et socio-économique actuel de l'Inde (mondialisation, développement social) faisant du développement durable, de l'économie sociale et solidaire, des sciences de l'éducation et de la santé, des thèmes de recherche fréquents. Par ailleurs, la recherche sur l'égalité des genres (*Gender Studies*) et les études des cultures et des traditions (*Cultural Studies*) se développent dans le milieu universitaire et celui des ONGs.

Un total de 334 périodiques indiens figurait dans la liste SCOPUS sur 19 708 titres en 2011. Le classement SCOPUS place l'Inde à la dixième position en nombre d'articles publiés entre 1996 et 2011, juste derrière l'Espagne, et à la vingt-troisième position en termes d'indice h. Le tableau 1.4 présente les dix journaux indiens aux indices SJR⁴ les plus élevés qui figurent dans le classement

²En France : 3 750 chercheurs par million d'habitants en 2009 soit un total de 250 000 chercheurs dont 25% de femmes d'après l'UNESCO.

³En mars 2011 l'Inde a obtenu l'adhésion au groupe *Good Laboratory Practice* (GLP) de l'OCDE. Ainsi, les produits de l'industrie pharmaceutique, agroalimentaire et cosmétique manufacturés dans les laboratoires indiens certifiés peuvent être commercialisés dans les pays membres de l'OCDE.

⁴L'indice SJR a été préféré par rapport à l'*Impact Factor* de Thomson Reuters pour deux raisons principales : (1) La liste SCOPUS est plus large que celle de Thomson Reuter (JCR) et inclut des journaux non-anglophones. (2) le *SJImago Journal and Country Rank* est en libre accès à l'inverse du JCR et traduit ainsi un effort de transparence.

SCOPUS 2011. Pour davantage de précisions sur la R&D indienne on pourra se reporter à la partie [III](#) p. 19.

La R&D dans l'industrie

L'interaction entre les secteurs industriels et académiques sous la forme de projets R&D collaboratifs est encore peu significative. L'industrie opte en général pour l'achat de technologies étrangères et mène des projets R&D au sein de ses propres centres de recherche. Les principaux secteurs de R&D industrielle sont : l'industrie pharmaceutique, l'industrie automobile, l'agroalimentaire, le textile, la défense, l'aérospatiale, et les STIC. Les principaux acteurs de la R&D industrielle sont les entreprises multinationales indiennes ou étrangères, et les entreprises d'État⁵ (*Public Sector Undertaking*). En 2012, on compte 250 entreprises d'État. Par exemple Hindustan Aeronautics Limited (HAL) pour l'aérospatiale et Bharat Electronics Limited (BEL) pour les STIC qui fonctionnent toutes deux sous le contrôle du *Ministry of Defence* ; Indian Drugs and Pharmaceutical Limited (IDPL) pour l'industrie pharmaceutique sous le contrôle du *Ministry of Chemicals and Fertilizers*. Ces entreprises financent des projets de R&D intra-murale et extra-murale en s'adressant en priorité aux centres de recherche affiliés au même ministère.

L'Inde reste encore un acteur jeune de l'innovation au niveau mondial, comme en témoigne l'adoption encore récente (1995) des accords ADPIC. L'office indien des brevets relève du *Department of Industrial Policy and Promotion*⁶ (DIPP) dirigé par le *Ministry of Commerce and Industry*. Il a été reconnu en 2007 comme *International Searching Authority* (ISA) et International Preliminary Examining Authority (IPA) par l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (WIPO).

Le système de propriété intellectuelle et les conditions légales pour les transferts de technologies font encore obstacle à l'intégration totale de la R&D industrielle de l'Inde au niveau mondial. La législation sur la propriété intellectuelle doit encore évoluer pour être en adéquation avec les standards de l'OMC. Quant aux transferts de technologie il faut tenir compte du fait que l'ouverture du marché indien n'a réellement commencé qu'en 1991. Le DIPP définit les taxes et les conditions sous lesquelles l'importation et l'exportation de technologie sont possibles. Le gouvernement a mis en place un impôt sur les transferts de technologies étrangères en 1986 (*R&D Cess Act*) géré par le *Technology Development Board* (TDB) s'élevant à 5 % du montant total du paiement effectué par l'acheteur. Pour davantage de précisions sur la R&D industrielle et l'innovation on pourra se reporter à la section [III.5](#) p.34.

L'enseignement supérieur

L'enseignement secondaire s'étend de la classe 9 (14 ans) à la classe 12 (18 ans). Le droit à l'éducation gratuite jusqu'à quatorze ans est inscrit dans la Constitution et selon l'UNESCO plus de 97 % des enfants suivent l'enseignement primaire. Toutefois près de 40 % des écoliers arrêtent l'école à quatorze ans et n'intègrent donc pas l'enseignement secondaire. En 2012 le taux d'inscription dans l'enseignement supérieur en Inde est de 15 %, alors que dans les pays développés il est généralement compris entre 35 et 40 %. À l'université la grande majorité (85 %) des étudiants est au niveau licence (*undergraduate*), 12 % au niveau master (*postgraduate*) et moins de 2 % poursuit en doctorat (PhD). À la fin des années 2000, l'Inde délivrait dix mille diplômes de doctorats par an dont un peu plus d'un tiers en sciences, loin derrière les États-Unis (30 000) et la Chine (50 000).

Le système d'enseignement supérieur s'est développé après l'indépendance, le nombre d'universités passant de 27 en 1950 à plus de 500 en 2012. Les universités et écoles privées restent minoritaires

⁵Pour lesquelles le gouvernement possède plus de 51 % des parts.

⁶<http://www.dipp.nic.in>

et peu visibles. En termes d'inscriptions, l'Inde est à la troisième position mondiale avec dix-sept millions d'étudiants (dont sept millions de filles) après les États-Unis et la Chine. L'enseignement supérieur est administré au plus haut niveau par l'*University Grant Commission* (UGC), financée par le MHRD. Les universités se classent en plusieurs catégories : les *Central Universities* financées par le gouvernement central, les *State Universities* financées par les gouvernements des états, les *Private Universities* qui disposent de financements privés.

En dépit du nombre élevé d'établissements universitaires, le nombre d'inscriptions dans l'enseignement supérieur dépasse largement la capacité d'accueil. L'enseignement à distance, institutionnalisé en Inde depuis 1962, comble en partie cette lacune. Les *Open Universities* sont des établissements à part entière disposant d'une structure administrative semblable à celle des universités classiques. Le concept d'université ouverte renvoie à une approche plus souple dans la sélection des étudiants, le choix des disciplines, les méthodes d'enseignement et la conduite des examens. Il y a quatorze *Open Universities*, dont une *Central University* (IGNOU) établie en 1985. Les frais d'inscription dans les *Open Universities* sont moins élevés que dans les universités classiques et permettent aux étudiants de ne pas quitter le domicile familial pour leurs études. L'enseignement à distance (*Open Distance Learning* - ODL) semble ainsi, pour des raisons pratiques, particulièrement attractif et concerne environ un quart du nombre total d'étudiants. L'université IGNOU dispense un enseignement à plus de quatre millions d'étudiants en Inde et dans trente six autres pays, nombre inégalé ailleurs dans le monde.

Pour l'enseignement technique, des écoles d'ingénieurs publiques et privées ont vu le jour en parallèle des universités comme les prestigieuses *Indian Institutes of Technology* (IITs) et les *National Institutes of Technology*⁷ (NITs) déclarés *Institutes of National Importance*. Le nombre d'écoles d'ingénieurs s'élève à quatre vingt en 2012. Entre 2000 et 2009 le nombre d'inscriptions dans l'enseignement technique a été multiplié par cinq et s'élève en 2012 à près de trois millions. Cependant 60 % des inscriptions n'ont lieu que dans quatre états : l'Andhra Pradesh, le Tamil Nadu, le Karnataka et le Maharashtra.

Les instituts d'enseignement supérieur ne se limitent pas aux universités et écoles d'ingénieurs : plus de trente mille *Colleges* habilités à dispenser des cours et délivrer des diplômes de premier cycle et plus rarement de second cycle leurs sont affiliés. Les *Colleges* se classent en plusieurs catégories selon leur statut institutionnel (*Constituent College*, *Affiliated College*, *Stand Alone Institution*) ou selon leur spécialité (*Medical College*, *Engineering College*, *Teacher Education College*, etc.). C'est dans cet ensemble complexe d'institutions que les dix sept millions d'étudiants indiens se répartissent.

La moitié des dépenses annuelles pour l'enseignement supérieur (1,25 % du PIB⁸ en 2009 – 2010) est destinée aux universités, 40 % sont destinés à l'enseignement technique et les 10 % restants sont réservés aux états de la région nord-est (Arunachal Pradesh, Assam, Manipur, Meghalaya, Mizoram, Nagaland et Tripura, Sikkim) moins développés. Parmi les trente mille *Colleges* identifiés par le MHRD 57 % fonctionnent exclusivement sur la base de financements privés et 22 % avec des financements exclusivement publics. Pour davantage de précisions sur l'enseignement supérieur on pourra se reporter à la partie IV p. 41.

Les collaborations scientifiques internationales de l'Inde

Les États-Unis sont le partenaire principal pour les collaborations scientifiques bilatérales de l'Inde, suivis par le Royaume-Uni, le Japon, l'Allemagne et la France. Par ailleurs l'Inde a su diversifier

⁷ *IIT Bombay* est l'unique institut d'enseignement supérieur indien à figurer dans le classement du *Times Higher Education World University Ranking* 2011 – 12 (THOMSON REUTERS) au rang 301 – 350.

⁸ UGC (2012). *Higher Education in India at a Glance*.

ses partenaires scientifiques en Asie, en Afrique et en Amérique du Sud. La coopération scientifique entre la France et l'Inde s'organise autour du Centre Franco-Indien Pour la Recherche Avancée (CEFIPRA), de l'Institut Français de Pondichéry et du Centre de Sciences Humaines. Elle concerne particulièrement les domaines prioritaires de la France (le nucléaire civil et la défense). En outre, l'Inde est membre de nombreuses organisations internationales qui supervisent des coopérations scientifiques multilatérales, comme les agences de l'ONU, l'ASEAN et le Mouvement des pays Non Alignés. Pour davantage de précisions on pourra se reporter à la partie [VI](#).

Aujourd'hui le savoir-faire scientifique et technologique de l'Inde connaît un développement rapide et une évolution dans ses orientations. Il bénéficie du développement économique et social du pays, de la politique volontariste menée par le gouvernement et de l'ouverture progressive du marché aux investisseurs étrangers.

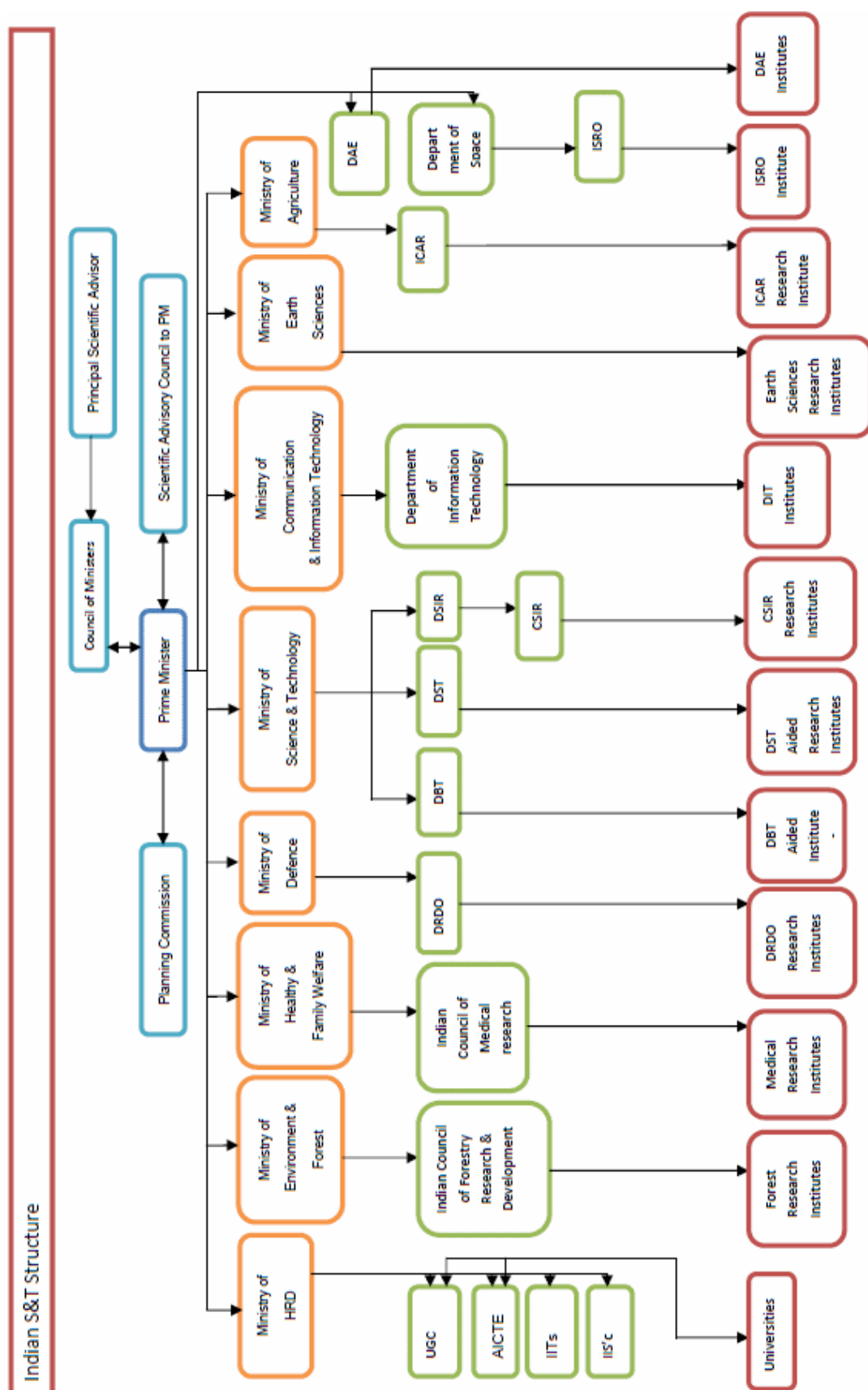


FIGURE 1.1 : L'administration de l'infrastructure des S&T et ses institutions majeures. Source : New Indigo.

Ministères - <i>Departments</i>	Part (%) du budget R&D (2012)	Croissance nominale (2011 – 2012)
DSIR	7.9%	8.3%
DST	6.5%	10.1%
DBT	3.4%	9.0%
Total <i>Ministry of Science and Technology</i>	17.7%	9.2%
<i>Department of Atomic Energy</i>	17.3%	13.8%
<i>Department of Space</i>	15.2%	51.5%
<i>Ministry of Defense</i>	13.5%	11.32%
<i>Ministry of Health and Family Welfare</i>	12.6%	23.4%
<i>Ministry of Agriculture</i>	12.2%	7.7%
<i>Ministry of Earth Sciences</i>	3.77%	36.4%

TABLEAU 1.1 : Allocation du budget R&D en 2012 selon les principaux ministères et *Departments*.
Source : SST-Ambassade de France en Inde, 2012.

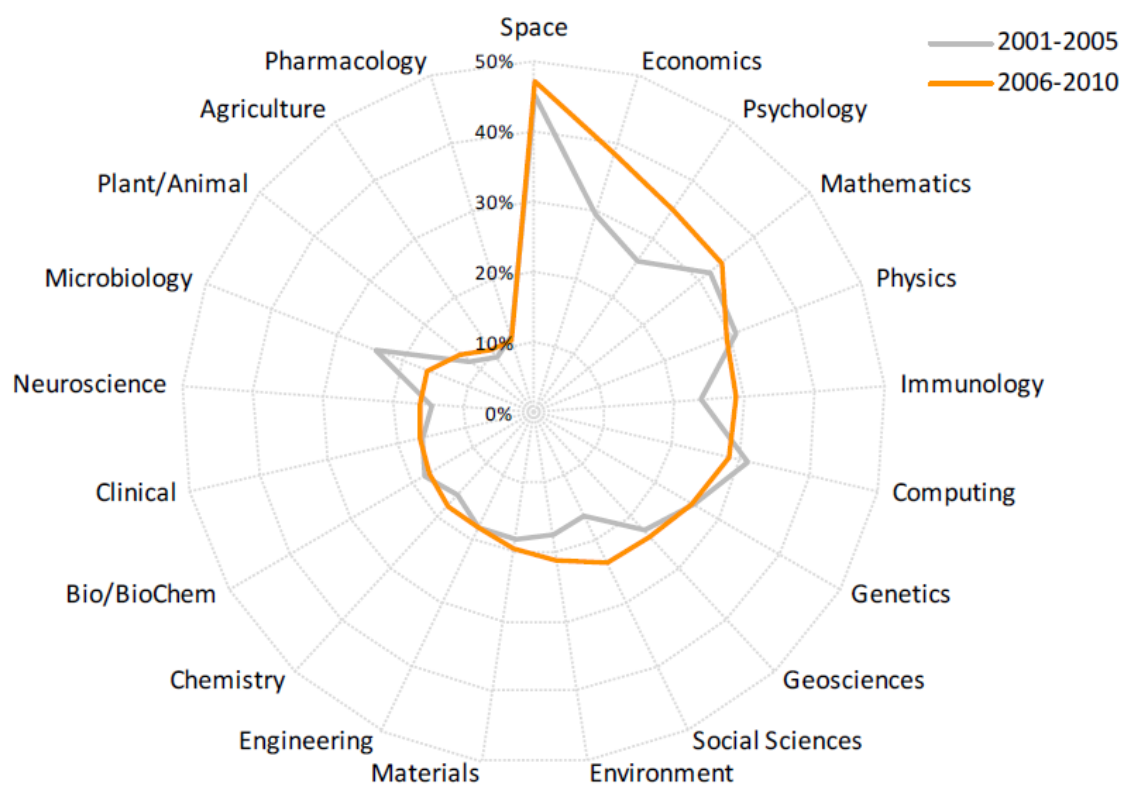


FIGURE 1.2 : Part (%) des articles copubliés dans la production scientifique totale de l'Inde sur les périodes 2001 – 2005 et 2006 – 2010 dans 21 disciplines et sous disciplines. Source : Thomson Reuters, *A bibliometric study of India's research output and collaboration*, 2011.

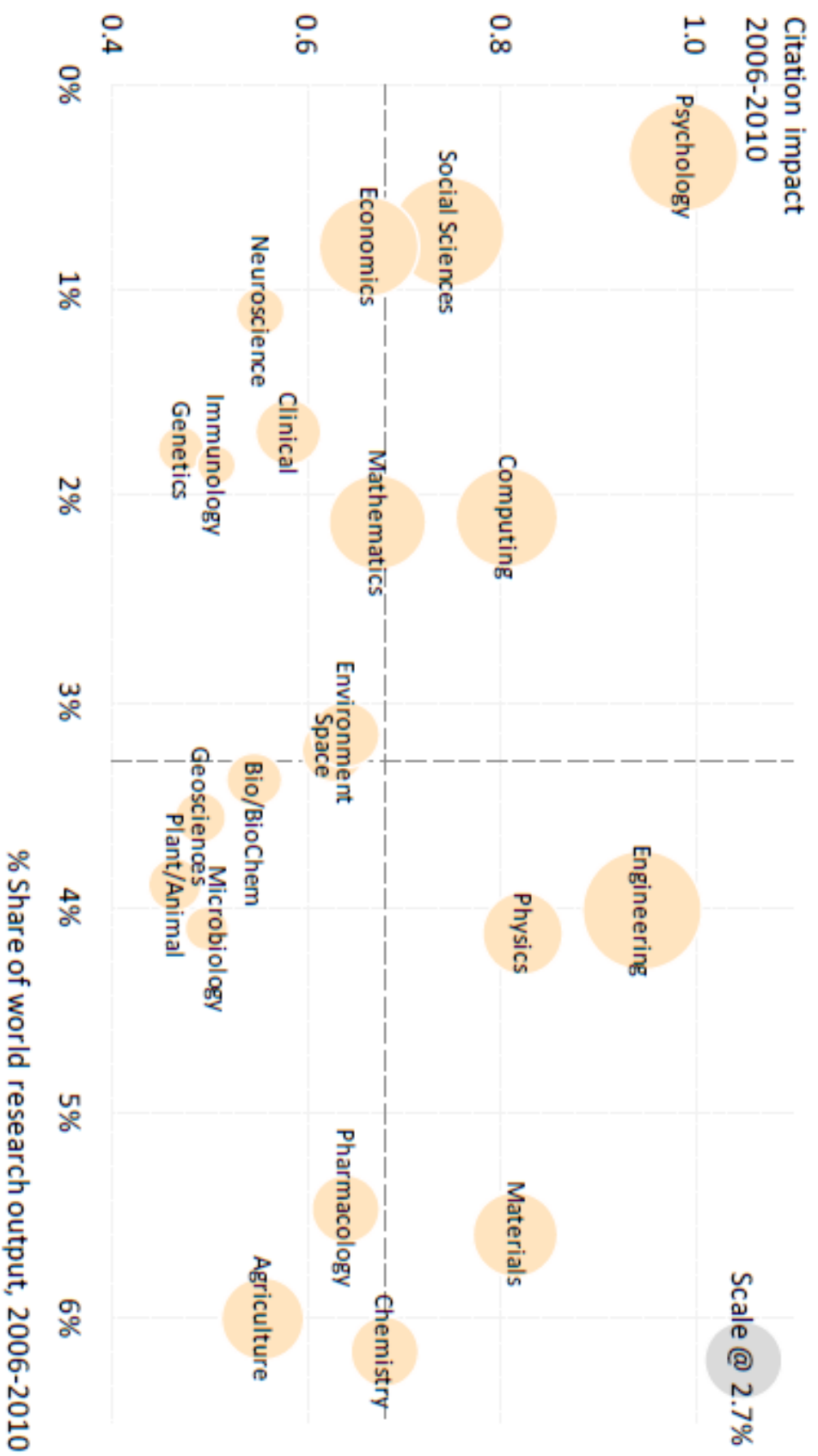


FIGURE 1.3 : Part (%) des publications indiennes dans la production mondiale d'articles scientifiques en fonction des domaines de recherche entre 2006 et 2010 et indice d'impact moyen du domaine. Les lignes en pointillés marquent les valeurs moyennes pour l'indice d'impact et la part de publications indiennes dans la production scientifique mondiale, toutes disciplines confondues. Source : Thomson Reuter, *A bibliometric study of India's research output and collaboration*, 2011.

SECTEUR	Nombre	Part (%)
Privé	2 282	54%
<i>State government</i>	918	21%
<i>Central government</i>	611	14%
Universités	282	7%
Entreprises d'État (PSUs)	195	5%
Total (secteur publique)	2 206	46%
Total	4 288	100%

ÉTAT	Nombre	Part (%)
Maharashtra	846	20%
Karnataka	404	9%
Andhra Pradesh	393	9%
Gujarat	375	9%
Delhi	297	7%
West Bengal	243	6%
Total (huit états)	2 558	60%

TABLEAU 1.2 : Nombres d'unités R&D par secteur et par état. Ici les universités incluent les INIs et l'industrie privée inclut les SIROs, les PFRIs et les autres unités de la base de données CMIE. Source : NSTMIS - DST *Directory of R&D Institutions* 2010.

	Discipline	Nombre de publications (2006 – 2010)	Taux d'accroissement (par rapport à 2001 – 05)
1	Physique	38 920	+51%
2	Chimie	20 552	+53%
3	Recherche clinique	19 273	+92%
4	Sciences de l'ingénieur	18 596	+89%
5	Sciences des matériaux	14 190	+77%
6	Biologie animale et végétale	11 591	+33%
7	Biochimie et biophysique	9 722	+82%
8	Sciences agricoles	7 270	+60%
9	Pharmacologie	5 755	+125%
10	Géologie	5 558	+55%
11	Sciences de l'env.	4 858	+80%
12	Microbiologie	3 736	+180%
13	Mathématiques	3 224	+55%
14	Informatique	2 703	+48%
15	Biologie moléculaire	2 675	+91%
16	Aérospatiale	2 040	+50%
17	SHS	1 847	+81%
18	Neurosciences	1 720	+41%
19	Immunologie	1 181	+80%
20	Économie	720	+89%
21	Psychologie	475	+33%

TABLEAU 1.3 : Nombre de publications dans 21 disciplines et sous disciplines entre 2006 et 2010 et taux d'accroissement par rapport à 2005 – 06. Source : Thomson Reuter pour le DST (2011). *A bibliometric study of India's research output and collaboration.*

	Nom	Editeur	Indice SJR
1	<i>Indian Journal of Medical Research, Supplement</i>	Indian Council of Medical Research	1,108
2	<i>Bulletin of the Astronomical Society of India</i>	Astronomical Society of India, Indian Institute of Astrophysics.	1,052
3	<i>Journal of Carcinogenesis</i>	Medknow Publications and Media Pvt. Ltd.	0,848
4	<i>Journal of Vector Borne Diseases</i>	Malaria Research Center	0,678
5	<i>Journal of Biosciences</i>	Springer India.	0,577
6	<i>Proceedings of the Indian Academy of Sciences, Earth and Planetary Sciences</i>	Indian Academy of Sciences	0,556
7	<i>Indian Journal of Medical Research</i>	Indian Council of Medical Research.	0,533
8	<i>Journal of Chemical Sciences</i>	Indian Academy of Sciences	0,466
9	<i>Indian Journal of Ophthalmology</i>	Medknow Publications and Media Pvt. Ltd	0,456
10	<i>Pharmacognosy Magazine</i>	Medknow Publications and Media Pvt. Ltd	0,454

TABLEAU 1.4 : Les dix journaux indiens aux indices SJR les plus élevés qui figurent dans le classement SCOPUS 2011.

Partie II

Administration des sciences

Depuis l'indépendance, l'élite politique de l'Inde s'est fixé deux objectifs interdépendants : la modernisation et le progrès socio-économique. Que ce soit en Inde ou ailleurs, la poursuite de ces objectifs dépend grandement de la capacité de la classe dirigeante à imaginer et mettre en place un réseau d'organisations viables mobilisant les ressources humaines et naturelles de la nation de manière pérenne.

II.1) La politique scientifique

Au plus haut niveau administratif, la politique scientifique est gérée par le Premier Ministre, la *Planning Commission*, et le *Parliament Standing Committee on S&T* (voir figure 1.1). La *Planning Commission* est essentiellement chargée de formuler la politique nationale dans les domaines prioritaires, tels que l'alphabétisation, la protection de l'environnement ou l'approvisionnement en énergie. Le Premier Ministre préside la *Planning Commission* et les autres membres de la direction sont généralement des ministres, des membres du Parlement et des spécialistes en économie, en sciences politiques, etc. La *Planning Commission* dispose de trente divisions pour trente secteurs d'importance nationale tels que l'agriculture, l'emploi ou le tourisme. Tous les cinq ans un plan d'action est publié et contient, entre autres, une partie consacrée aux S&T. Le *Parliament Standing Committee on S&T* a pour missions principales d'examiner le financement de la R&D, d'estimer le budget R&D annuel, d'évaluer les rapports annuels des ministères/départements/conseils impliqués dans la R&D et de veiller à l'application de la politique scientifique nationale au sein des institutions gouvernementales. Le comité est constitué d'une quarantaine de membres nommés au sein des deux chambres du Parlement, la *Rajya Sabha* et la *Lokh Sabha*, pour une période d'un an¹.

D'après les mots de Jawaharlal Nehru : "C'est la science seule qui pourra régler les problèmes de la faim et de la pauvreté, de l'alphabétisation et de la santé publique, du gaspillage des ressources naturelles. Qui peut aujourd'hui se permettre d'ignorer la science ? A chaque moment nous devons nous en aider. Le futur appartient à la science et à ceux qui l'acceptent." Cette volonté de mettre la science au service de la nation s'est concrétisée par la création de nombreux instituts, centres de recherche, programmes de diffusion et de vulgarisation. Le Parlement a voté en 1958 la *Science Policy Resolution* qui fixe et définit les missions de la politique scientifique pour parvenir à une "société de la connaissance". Successeur de la *Science Policy Resolution*, le *Technology Policy Statment* (TPS) de 1983 était censé assurer que l'activité des S&T soit cohérente avec le développement du pays. Du TPS naquirent notamment deux nouvelles organisations au sein du DST :

1. le *Technology Information Forecasting and Assessment Council* (TIFAC), pour l'évaluation des nouvelles technologies ;

¹La *Rajya Sabha* est équivalente au Sénat français, et la *Lokh Sabha* est analogue à l'Assemblée Nationale.

2. le *Technological Development Board* (TDB) pour leur mise en application ;

Avec l'intégration de l'économie indienne dans l'économie mondiale au cours des années 1990, le Parlement a fait évoluer le TPS en *S&T Policy Resolution* en 2003 (voir en annexe pour des extraits du texte en anglais). En juin 2012, lors du centième anniversaire de l'*Indian Congress Science Association* (ICSA - voir II.2.B), le Premier Ministre Manmohan Singh a annoncé qu'au vu de l'évolution du contexte scientifique, une nouvelle résolution devrait rapidement remplacer la *S&T Policy Resolution* de 2003.

Le plan quinquennal, publié par la *Planning Commission* tout les cinq ans depuis 1951, définit les moyens d'action qui doivent être mis en œuvre par les institutions pour atteindre les objectifs de la politique scientifique. Les principaux défis stratégiques définis pour la période 2012 – 2017 sont :

- ★ Maintenir et augmenter la croissance économique à 9 – 10 % par an, en investissant davantage dans l'infrastructure des S&T et en favorisant les Partenariats Public Privé.
- ★ Améliorer la gestion de l'environnement et lutter contre la dégradation des ressources.
- ★ Organiser un effort de décentralisation.
- ★ Assurer le futur des ressources en énergie en les adaptant à la demande croissante.
- ★ Repenser l'infrastructure des transports.
- ★ Améliorer l'accès à une éducation de qualité à un coût abordable pour tous.
- ★ Améliorer le système de santé publique.

La *Planning Commission* vise à l'issue du douzième plan, un PIB-PPA de 7 000 \$/hab./an et une augmentation des dépenses pour la R&D pour atteindre 2 % du PIB.

II.2) Organismes de soutien à la politique scientifique

Le gouvernement se réfère à des conseils et des académies pour l'élaboration de la politique scientifique. Des conseils politiques assistent directement le gouvernement et la *Planning Commission*, des conseils scientifiques (*Scientific Advisory Committees*) assistent les ministères et *Departments* sur des thématiques particulières, et les académies des sciences se font les porte-paroles des chercheurs et universitaires auprès des décideurs.

II.2.A) Les conseils politiques

On décrit ici les principaux conseils politiques qui jouent un rôle majeur dans la formulation et l'application de la politique scientifique au niveau national. La politique scientifique au niveau des états est gérée par un réseau de *State Councils for Science & Technology*.

Scientific Advisory Committee to the Cabinet Les membres du SAC-C¹ sont issus du gouvernement, de l'industrie et des académies. C'est le conseil scientifique le plus proche du Premier Ministre, dirigé par le *Principal Scientific Advisor to the Government of India* (PSA to GOI). Le conseil a mis en place des groupes de travail : le *Core Group on Automotive R&D* (CAR) pour encourager la R&D dans l'industrie automobile, et les RuTAGs (*Rural Technology Action Groups*) en collaboration avec des ONGs pour le développement rural via l'utilisation des nouvelles technologies.

¹<http://psa.gov.in/>

Scientific Advisory Committees Les *Scientific Advisory Committees* sont des conseils scientifiques présents dans la plupart des ministères pour conseiller le ministre, à l'image du SAC-PM pour le Premier Ministre.

National Development Council Le NDC est présidé par le Premier Ministre et comprend l'ensemble des ministres. C'est le conseil à la tête de la *Planning Commission*. Il a été établi en 1952 pour assister les institutions dans l'application des plans quinquennaux.

National Innovation Council Le NIC² a été créé en 2010 pour développer la stratégie nationale de l'innovation. En plus de son rôle de conseil auprès de la sphère politique au plus haut niveau, le NIC finance des programmes d'aide aux petites entreprises et aux ONGs. Le NIC semble être en passe de devenir l'outil majeur du gouvernement pour établir les connections nécessaires entre agences de financement, industrie et académie pour la R&D et l'innovation.

National Council of Educational Research and Training Le NCERT³ a été établi en 1961 par le gouvernement pour assister et conseiller le gouvernement sur les problématiques relatives à l'éducation et au secteur académique. Le conseil supervise cinq prestigieux centres de formation des professeurs des écoles : les *Regional Institutes of Education* à Ajmer, Bhopal, Bhubaneswar, Mysore et Shillong.

II.2.B) Les académies des sciences

Les académies regroupent d'éminents scientifiques indiens, financent des projets de recherche et attribuent des bourses d'étude et de thèse aux plus brillants étudiants. Il en existe un très grand nombre rassemblant les scientifiques sur des domaines plus ou moins spécialisés. Ici seules les six académies principales sont décrites :

Indian Academy of Sciences L'IAS⁴ a été fondée en 1934 par le Prix Nobel C.V. Raman pour la promotion de la science. L'IAS publie des journaux scientifiques, organise des congrès, et participe à la diffusion de la culture scientifique. Au sein de l'Académie huit comités s'occupent des différents secteurs : mathématiques, chimie, physique, technologie, médecine, sciences de la vie, sciences de la terre, biologie.

Indian National Science Academy Le *National Institute of Sciences of India*, maintenant l'INSA, a été inauguré en 1935 à Calcutta puis déplacé à Delhi en 1951. Les missions de l'INSA sont :

- ★ la coordination des activités des autres académies, institutions et services scientifiques du gouvernement,
- ★ la publication de revues scientifiques,
- ★ le financement de programmes pour la promotion des sciences.

L'INSA⁵ est impliquée dans des réseaux internationaux tels que l'*Inter Academy Panel* (IAP), *Inter Academy Council*, et le *International Council for Science* (ICSU) et participe ainsi à la gestion des

²<http://www.innovationcouncil.gov.in>

³<http://www.ncert.nic.in>

⁴<http://www.ias.ac.in/>

⁵<http://insaindia.org>

problématiques mondiales telles que les énergies, l'eau, la démographie, le réchauffement climatique, etc.

Indian National Academy of Engineers Fondée en 1987, l'INAE⁶ rassemble des scientifiques et ingénieurs indiens distingués couvrant l'ensemble des sciences de l'ingénieur. Il y a dix comités : génie civil, STIC, génie mécanique, chimie appliquée, électronique et télécommunications, génie électrique, aérospatiale, métallurgie, énergies, domaines pluridisciplinaires. L'INAE est représentée au sein du *Scientific Advisory Committee to the Cabinet* (SAC-C). L'académie a pour rôle de conseiller le gouvernement sur la diffusion des technologies et la formation aux sciences de l'ingénieur. L'INAE est financée en partie par le DST. Au niveau international l'INAE représente l'Inde au sein de l'*International Council of Academies of Engineering and Technological Sciences* (CAETS).

National Academy of Sciences La NAS⁷ fut créée en 1930 pour offrir à la communauté scientifique indienne un forum d'échanges et davantage d'opportunités de publier des travaux de recherche. La NAS publie des revues scientifiques, tient des congrès annuels et des séminaires. Chaque année, l'Académie offre de nombreuses récompenses à des scientifiques et professeurs indiens. La NAS organise aussi des concours ou des ateliers pour la promotion des sciences.

Academy of Scientific and Innovation Research L'AcSIR⁸ a été créée en 2011 par le DSIR avec la mission de promouvoir la recherche interdisciplinaire. L'AcSIR offre des bourses d'études et de doctorat et encourage l'interaction entre laboratoires et centres de recherche.

Indian Science Congress Association L'ICSA⁹ a été fondée en 1914 par deux chimistes britanniques pour organiser des congrès dans toutes les disciplines scientifiques. C'est sans doute aujourd'hui la société scientifique la plus importante, traditionnellement présidée par le Premier Ministre. L'ICSA de même que l'IAS, l'INAE et la NASI sont financées par le DST. Quant à l'AcSIR elle est financée par le DSIR.

On peut enfin mentionner deux conseils autonomes régulièrement sollicités par le gouvernement : le *National Council of Applied Economic Research* (NCAER) pour des modèles et analyses économiques et le NASSCOM pour l'évaluation du secteur industriel.

⁶<http://www.inae.org>

⁷<http://www.nasi.org.in/>

⁸<http://acsir.res.in>

⁹<http://www.sciencecongress.nic.in>

Partie III

Au service de la Nation, le financement de la recherche publique

Le montant du budget R&D et la répartition des dépenses en fonction des ministères sont principalement décidés par la *Planning Commission* lors de l'élaboration du plan quinquennal. Les administrations majeures impliquées dans le financement de l'infrastructure des S&T sont :

- ★ Le *Ministry of Science and Technology* (MST), qui héberge le *Department of Scientific and Industrial Research* (DSIR), le *Department of Science and Technology* (DST) et le *Department of Biotechnology* (DBT).
- ★ Le *Ministry of Human Resources and Development* (MHRD) qui administre l'UGC à la tête du système d'enseignement supérieur et héberge le *Department of Higher Education*.
- ★ La *Defence Research and Development Organisation* (DRDO) sous le contrôle du *Ministry of Defence*, l'*Indian Space Research Organisation* (ISRO) sous le *Department of Space* (DOS), et le *Department of Atomic Energy* (DAE) comparable au CEA qui administrent la R&D dans les domaines liés à la sécurité nationale. Le DOS, la DAE, la DRDO (et le CSIR) sont présidés directement par le Premier Ministre.
- ★ L'*Indian Council of Medical Research* (ICMR) qui dépend du *Ministry of Health and Family Welfare* pour la R&D en médecine.
- ★ Le *Ministry of Agriculture* pour la recherche en agronomie et agriculture via l'*Indian Council of Agricultural Research* (ICAR) analogue à l'INRA en France.

Le tableau 3.1 présente une liste des dix-huit premières administrations impliquées dans le financement de la recherche publique. Dans les sections suivantes on décrit les plus importantes administrations de l'infrastructure des S&T, en mentionnant leurs activités et leurs réseaux d'instituts. L'ordre suivi est celui de l'importance du budget R&D.

III.1) *Ministry of Science and Technology*

Le *Ministry of Science and Technology* (MST) comprend trois *Departments* :

1. *Department of Scientific and Industrial Research* (DSIR) pour l'interaction avec l'industrie et la gestion du *Council for Scientific and Industrial Research* (CSIR), analogue au CNRS français.

2. *Department of Science and Technology* (DST) pour la gestion de la politique scientifique et des collaborations internationales.

3. *Department of Biotechnology* (DBT) pour le secteur des biotechnologies.

Le MST dispose d'un budget total de 7 857 *crores roupies*¹ pour l'année 2012 – 2013 :

	Budget (en cr. rps) et part (%) du total
DSIR	3 484 (44%)
DST	2 873 (36%)
DBT	1 500 (20%)

III.1.A) *Department of Scientific and Industrial Research et Council for Scientific and Industrial Research*

Le CSIR² a été établi en 1942, quelques années avant l'indépendance. En 1985 le CSIR a été placé sous le contrôle du *Department of Scientific and Industrial Research*³ (DSIR) qui dépend du *Ministry of Science and Technology* (MST), nouvellement créé pour lier le CSIR au gouvernement de manière plus efficace. Le CSIR dispose d'un important réseau de laboratoires. En 2012 il supervise 39 laboratoires/instituts où travaillent plus de 17 000 employés et 450 doctorants, recrutés et évalués par le *Recruitment and Assessment Board* (RAB). La R&D dans les laboratoires du CSIR couvre toutes les disciplines scientifiques.

Constatant que plus de huit cent millions d'Indiens gagnent moins de 2 \$ par jour le CSIR a lancé l'initiative *CSIR-800* afin d'améliorer leurs conditions de vie (hébergement à faible coût, eau potable, accès aux soins médicaux, énergie et développement durable). Pour encourager l'interaction entre industrie et académie le CSIR a mis en place la *New Millennium Indian Technology Leadership Initiative* (NMITLI) : une plateforme majeure pour les Partenariats Public Privé (PPPs) dans l'agriculture, les biotechnologies, la bio-informatique, l'industrie pharmaceutique, la chimie, les technologies de l'information et les énergies.

Le CSIR compte deux instituts chargés de l'analyse et de la diffusion des données relatives à la production et l'activité scientifique en Inde :

1. Le *National Institute of Science Communication and Information Resources* (NISCAIR) qui gère :

- ★ Le *NISCAIR Online Periodicals Repository*, un répertoire couvrant les publications de dix sept périodiques indiens de premier plan.
- ★ La *National Science Library* (NSL) et le *Directory of Indian Scientific Periodicals*.
- ★ La *National Science Digital Library* (NSDL) pour faciliter l'accès à l'information aux étudiants.
- ★ Le *National Union Catalogue of Scientific Serials in India* (NUCSSI) qui répertorie les titres disponibles dans les centres de documentation des instituts de recherche indiens.

¹ Le *crore* est une unité utilisée en Asie, 1 *crore* = 10⁷.

² <http://rdpp.csir.res.in>

³ <http://www.dsir.gov.in/>

2. Le *National Institute of Science, Technology and Development Studies* (NISTADS) est notamment en charge du *National Knowledge Resource Consortium* (NKRC) qui met en ligne les ressources des centres de documentation des trente neuf instituts du CSIR et des quinze instituts du DST.

Le CSIR collabore avec le *Department of Ayurveda, Yoga and Naturopathy, Unani, Siddha and Homeopathy* (AYUSH) du *Ministry of Health and Family Welfare* pour le projet *Traditional Knowledge Digital Library* (TKDL). Cette initiative fut initialement motivée par l'augmentation d'appropriations frauduleuses du savoir médical traditionnel indien à la fin des années 1990. Par exemple, des brevets avaient été déposés en Europe et aux États-Unis sur les effets thérapeutiques du cumin et du *neem* (margousier). Aujourd'hui TKDL a évolué en une véritable encyclopédie pour la médecine traditionnelle indienne et contenait en 2010 plus de 220 000 entrées.

Les dépôts de brevets par les chercheurs du CSIR passent par l'*Intellectual Property Management Division* (IPMD). En 2010 le CSIR détenait 2 349 brevets actifs en Inde et 3 054 à l'étranger dont plus de quatre cents accordés au cours de l'année 2009 – 2010. Par ailleurs pendant la même année les chercheurs du CSIR ont publié plus de 4 250 articles dans des journaux SCI⁴.

Les collaborations internationales du CSIR sont gérées par l'*International S&T Affairs Directorate* (ISTAD). En 2009 – 2010 plus de six cents scientifiques du CSIR se sont rendus à l'étranger alors que les laboratoires de l'organisation ont reçu plus de quatre cents visites de chercheurs étrangers. Concernant les coopérations bilatérales, les instituts du CSIR collaborent notamment avec l'Argentine, la Chine, la République Tchèque, la France, l'Italie, le Japon, la Russie, le Royaume-Uni et l'Allemagne. Après les États-Unis, l'Allemagne est le partenaire principal du CSIR, avec des projets collaboratifs diversifiés par exemple en géologie, sciences des matériaux, bio-économie, aérospatiale et métrologie.

Le CSIR est aussi engagé dans des collaborations multilatérales, par exemple avec l'Europe via deux programmes : le Projet Européen sur les recherches pour le traitement du SIDA, de la malaria et de la tuberculose ; et *New Indigo*, un consortium d'organisations de S&T européennes et indiennes pour la promotion de la recherche collaborative.

Bien que l'activité principale du *Department of Scientific and Industrial Research* (DSIR) soit d'administrer le CSIR, le DSIR a d'autres missions :

- ★ La gestion de deux entreprises d'État (PSUs) à l'interface entre la R&D et l'industrie : *National Research and Development Corporation* (NRDC) et *Central Electronic Limited* (CEL).
- ★ Le financement du *Technology Promotion Development and Utilisation Scheme* (TPDU) pour stimuler l'innovation dans l'industrie. Les sous-programmes du TPDU sont :
 - *Industrial R&D Promotion Programme* (IRDPP),
 - *Technology Development and Demonstration Programme* (TDDP),
 - *Technopreneur Promotion Programme*,
 - *Technology Development Utilization Programme for Women* (TDUPW) pour la promotion de l'égalité des genres.

Le DSIR a ainsi soutenu 260 projets de recherche en 2010 – 2011 dans des unités R&D industrielles intra-murales et extra-murales, dans un vaste champ disciplinaire, notamment la métallurgie, l'électronique, la mécanique, la chimie industrielle.

⁴SCI est l'acronyme pour Science Citation Index, une liste de journaux scientifiques établie par Eugène Garfield en 1960 puis gérée par l'entreprise anglaise Thomson Reuters. L'élaboration de la liste tient sur des critères sélectifs rigoureux qui rendent possible le calcul du facteur d'impact (*Impact Factor*). La liste inclut plus 6 500 journaux scientifiques couvrant plus de 150 disciplines.

- ★ L'identification des unités R&D dans l'industrie : en décembre 2011, 1 618 unités R&D ont été répertoriées (consulter la [liste](#)). Après l'identification des unités R&D industrielles, le DSIR décide ou non de leur accorder le statut de *Scientific and Industrial Research Organisations* (SIROs). Le statut de SIRO permet un allègement des taxes et des charges administratives. En parallèle toute institution/organisation publique impliquée dans la R&D (cela inclut les universités, les IITs, etc.) doit se déclarer auprès du DSIR en tant que *Public Funded Research Institution* (PFRI). En 2012 il y avait 650 PFRI et 500 SIROs.
- ★ La représentation de l'Inde au sein de l'*United Nation Conference on Trade And Development* (UNCTAD) et de la *World Intellectual Property Organisation*⁵ (WIPO). La gestion de l'*Asia Pacific Center for the Transfer of Technology* (APCTT), et le financement de l'*Academy of Scientific and Industrial Research* (AcSIR).

III.1.B) *Department of Science and Technology*

Le DST⁶ a été créé en 1971 pour la coordination du financement de la R&D et de la politique scientifique au sein des instituts publics. En 2011–2012 le DST a financé des projets de recherche qui ont conduit à 2 270 publications, 258 dépôts de brevets, et 167 obtentions de doctorats. Ainsi environ 42 % des publications scientifiques de l'Inde en 2011 – 2012 étaient issues de projets impliquant le DST.

Le DST supervise quinze centres de recherche repartis sur l'ensemble du pays ainsi que les principales académies scientifiques : l'IAS, l'INSA, l'INAE, la NASI et l'ISCA (voir la section II.2.B). Par ailleurs le DST est à la tête de quatre organisations majeures de l'infrastructure des S&T :

1. Le *Technology Information, Forecasting and Assessment Council* (TIFAC), établi en 1988 pour évaluer et favoriser les innovations technologiques dans les domaines d'importance nationale en stimulant la collaboration entre industries et académies. Le TIFAC finance des programmes de recherche pour l'innovation dans des secteurs tels que l'agriculture, l'agro-alimentaire, la santé, la biodiversité ou les transports. Depuis 2007 le TIFAC représente l'Inde au sein de l'*International Institute for Applied Systems Analysis* basé en Autriche, une organisation qui produit des études interdisciplinaires sur les modèles économiques et les méthodes de recherches en sciences humaines et sociales. Par ailleurs le TIFAC joue un rôle central au sein de l'*Association of South East Asian Nations* (ASEAN) en tant que conseiller sur les nouveaux matériaux, les biotechnologies, les technologies de l'information et l'aérospatiale.
2. Le *National Accreditation Board for Testing and Calibration Laboratories* (NABL), est chargé d'accréditer les laboratoires de test et de calibration au niveau national en s'assurant que les normes de sécurité et les méthodes utilisées sont en accord avec les standards internationaux. Le NABL reconnaît aujourd'hui 1 600 laboratoires de test et de calibration parmi lesquels 20 % disposent de financements publics.
3. La *Vigyan Prasar* est probablement l'organisation la plus active et productive pour la popularisation et la vulgarisation des sciences auprès des Indiens.
4. La *National Innovation Foundation* (NIF) établie en 2000 pour stimuler l'innovation frugale, à savoir des innovations technologiques à bas coûts basées sur le savoir traditionnel de l'Inde dans les zones rurales.

⁵La *World Intellectual Property Organization* (<http://www.wipo.int/>) est l'agence de l'ONU dédiée à la propriété intellectuelle (brevets, droits d'auteur, trademarks, etc.).

⁶<http://www.dst.gov.in>

Le *Science and Engineering Research Council*⁷ (SERC), créé en 1974 sous le DST, est l'institution phare de l'infrastructure des S&T pour le financement de la recherche publique. Au cours de l'année 2012 le SERC a financé plus de quatre mille projets de recherche intra-murale et extra-murale⁸. Le nombre de projets financés par le SERC entre les périodes 2001 – 2006 (dixième plan quinquennal) et 2007 – 2012 (onzième plan) a plus que doublé. Le SERC finance aussi des institutions publiques de l'enseignement supérieur pour encourager la recherche académique via le *Fund for Improvement of S&T Infrastructure in Higher Educational Institutions* (FIST) et le programme *Promotion of University Research and Scientific Excellence* (PURSE). D'autres programmes du SERC sont le *Sophisticated Analytical Instrument Facilities* (SAIF) qui assure aux chercheurs un accès aux instruments de pointe disponibles sur le pays, ou encore le programme *Intensification of Research in High Priority Areas* (IRHPA) qui finance des projets dans les domaines prioritaires.

Grâce à une série de programmes pour encourager l'égalité des genres dans le S&T (*Women Scientists Scheme*) menés par le SERC le rapport hommes/femmes dans les projets financés par le DST est passé de 81/19 en 2001 à 67/33 en 2012. De même le programme *Consolidation of University Research for Innovation and Excellence* (CURIE) est destiné à favoriser la recherche dans les cinq *Women Universities* du pays (voir la section IV.1).

En plus de la *Vigyan Prasar* le DST participe à la diffusion des sciences via le *National Council for S&T Communication* (NCSTC). Le NSTC est responsable de l'édition de documents multimédias, de périodiques, de livres, et organise des congrès annuels tel que *Children's Science Congress*, *National Teacher's Science Conference*, *Science Communication Congress*. Pour le développement social le DST conduit le programme *Science for Equity, Empowerment and Development* (SEED) qui vise à améliorer les conditions de vie des plus pauvres en utilisant des technologies ingénieuses à bas coûts.

Pour promouvoir l'entrepreneuriat dans les S&T le *National Science and Technology Entrepreneurship Development Board* (NSTEDB) a été établi en 1982 sous le patronage du DST. Le NSTEDB est à l'origine des *Science and Technology Entrepreneurs Parks* (STEPs), qui sont des consortiums d'industriels et d'académies basés dans des institutions publiques, et de plus de cent programmes de formation à entrepreneuriat pour le personnel des S&T.

Le *Technology Development Board* (TDB) est exclusivement dédié à la conversion des avancées de la recherche fondamentale en produits et services commercialisables. L'un des programmes phares du TDB est le *Drug and Pharmaceutical Research Programme* (DPRP), lancé dans les années 1990, qui finance des projets collaboratifs entre industries et académies pour la découverte et la commercialisation de nouveaux médicaments. En 2012 dans le cadre du DPRP, vingt-deux brevets ont été accordés pour des nouveaux médicaments et treize pour des nouvelles méthodes de synthèse.

Les deux agences nationales de cartographie *Survey of India*⁹ et *National Atlas and Thematic Mapping Organisation* (NATMO) fonctionnent aussi sous la direction du DST. Elles sont chargées de dessiner les cartes officielles en mettant à l'œuvre les technologies les plus performantes.

Enfin l'*International Cooperation Division* du DST supervise de manière administrative l'ensemble des collaborations scientifiques internationales de l'Inde. Pour une présentation plus détaillée des collaborations scientifiques internationales de l'Inde on pourra se reporter à la partie VI.

⁷<http://www.serc-dst.org/>

⁸Un projet de recherche extra-murale est un projet conduit dans une institution indépendante de l'organisation en question, par opposition à la recherche intra-murale.

⁹*Survey of India* est la plus ancienne institution du gouvernement. Elle a été créée en 1767 par des employés de East India Company (www.surveyofindia.gov.in).

III.1.C) *Department of Biotechnology*

Le *Department of Biotechnology*¹⁰ (DBT) fondé en 1986 est le plus récent des trois *Departments* du MST. Le budget annuel du DBT pour 2012 s'élève à 1 500 *crore roupies* soit environ deux fois moins que celui du DSIR ou du DST, mais il est intégralement destiné aux biotechnologies. Le *National Bioresource Development Board* (NBDB) du DBT a été établi en 1999 pour définir les orientations des recherches en biotechnologies.

Depuis 1986, le DBT a conduit à la publication de cinq mille articles scientifiques, et a financé quatre mille programmes de recherches postdoctorales. L'activité R&D du DBT implique près de cinq mille scientifiques par an dans les universités et les laboratoires nationaux. Au niveau des états, le DBT participe à la promotion des biotechnologies en collaborant avec les *State S&T Councils* (voir la section II.2).

Le DBT est à la tête d'un réseau de treize instituts de recherche et de deux entreprises d'État : Bharat Immunologicals and Biologicals Corporation Limited (BIBCOL) et Indian Vaccines Corporation Limited (IVCOL). L'entreprise BIBCOL a été fondée en 1989 pour produire des vaccins contre la poliomyélite (*Oral Polio Vaccine* - OPV). Depuis janvier 1996, sept cent millions de vaccins OPV ont été administrés via le *National Immunization Programme*. L'entreprise dispose d'un équipement de pointe et est en accord avec les exigences sanitaires de la *World Health Organisation* (OMS). En parallèle, l'entreprise IVCOL a été créée en 1989 pour la R&D sur les vaccins. Cependant, à la suite de problèmes de transferts de technologies, l'entreprise a dû suspendre son activité en 1992. Néanmoins, le DBT a annoncé en 2012 sa restructuration imminente.

Le DBT participe à la promotion des biotechnologies dans le secteur académique en assistant les universités dans la création de nouveaux cursus de masters et de nouveaux programmes de doctorats. Depuis 2005, le nombre de doctorats en biotechnologies dans les quatre-vingts meilleures universités augmente en moyenne de 18 % par an. Les trois programmes de financement du DBT sont :

1. le *Small Business Innovation Research Initiative* (SBIRI),
2. le *Biotechnology Industry Partnership Programme* (BIPP),
3. le *Biotechnology Research Assistance Programme* (BIRAP) en collaboration avec le *Biotechnology Industry Research Assistance Council* (BIRAC).

À travers ces programmes, le DBT encourage les interactions entre industrie et académie ainsi que la création de PPPs. Les transferts de technologies vers l'industrie sont supervisés par la *Biotechnology Patent Facilitating Cell* (BPFC) qui est la division des brevets du DBT.

En accordant des bourses de recherches, le DBT finance la R&D extra-murale et encourage l'égalité des genres (*Bio-Care programme/awards for Women Scientists, National Woman Bioscientist Awards*).

Le DBT finance actuellement plus de mille six cents projets dans l'agriculture, l'agro-alimentaire, les biotechnologies animales et végétales, les engrais bio, les bio-pesticides, la bio-informatique, les biotechnologies pour la médecine, les bioénergies, la génétique, la génomique, et les recherches sur les cellules souches. Pour stimuler la recherche pluridisciplinaire le DBT a établi des *Centres of Excellence* (COE) dans plusieurs villes, apportant l'infrastructure et les financements nécessaires. Le DBT mène par ailleurs deux programmes pour le développement social par les biotechnologies : *Programme for Rural Areas* et *Programme for SC/ST population*¹¹.

¹⁰<http://dbtindia.nic.in>

¹¹L'acronyme SC/ST désigne les *Schedule Castes* et les *Scheduled Tribes*, c'est-à-dire les groupes sociaux traditionnellement désavantagés par le régime des castes en Inde. Selon les recensement de 2001 (<http://www.censusindia.gov.in>) les SCs et les STs représenteraient un quart de la population.

Pour l'analyse, le stockage et la diffusion de l'information sur les biotechnologies le DBT a mis en place en 1987 le *Biotechnology Information System Network* (BTISNet), qui a notamment conduit au réseau virtuel *Biogrid-India* lequel connecte les instituts de recherche en biotechnologies.

Les collaborations bilatérales du DBT impliquent les États-Unis, le Sri Lanka, la Suède, la France, le Royaume-Uni, l'Allemagne, le Myanmar, la Russie, la Suisse, Israël, la Finlande, l'Espagne, l'Australie, le Danemark et la Biélorussie. Le DBT est aussi engagé dans des collaborations multilatérales via l'ASEAN, la *South Asian Association for Regional Cooperation* (SAARC), l'*International Centre For Genetic Engineering and Biotechnology* à New Delhi, etc.

III.2) La R&D dans les domaines de la sécurité nationale

En 2012 les budgets du DAE, DOS et DRDO ont augmenté très fortement (respectivement : +14 %, +51 %¹ et +11 %). Par ailleurs en 2011 – 2012 le *Department of Atomic Energy* (DAE), le *Department of Space* (DOS) et la *Defence Research and Development Organisation* (DRDO) absorbaient 46 % du budget R&D total, alors que le MST et ses trois *Departments* (DSIR, DST et DBT) ne se voyaient allouer que 18 % du budget R&D total.

Actuellement, l'énergie nucléaire n'est pas une source majeure de production d'électricité : elle est la quatrième après l'énergie thermique, l'hydroélectrique et les énergies renouvelables. Mais le gouvernement envisage de faire passer la part de l'énergie nucléaire dans la production totale d'électricité de 3 % en 2012 à 9 % en 2020². En 2012 l'Inde possède déjà vingt et une centrales opérationnelles d'une capacité totale de 5 780 MW dans six états (Maharashtra, Rajasthan, Tamil Nadu, Uttar Pradesh, Gujarat, Karnataka). Cinq centrales sont en construction et devraient être opérationnelles entre 2013 et 2016, ce qui augmentera de 3 800 MW la production d'électricité. Après la signature d'accords bilatéraux avec la France en 2010 (impliquant l'entreprise française Areva), l'Inde prévoit la construction en 2017 d'une centrale dotée de six réacteurs EPR de troisième génération (*Jaitpura Nuclear Power Project*), ce qui en fera la plus grande centrale nucléaire au monde en termes de production d'électricité, avec une capacité de 9 900 MW.

Un programme nucléaire en trois étapes a été formulé dans les années 1950 par H.J. Bhabha avec l'objectif d'amener l'Inde à l'indépendance énergétique : en 2012 la première étape qui consiste à fabriquer des réacteurs à eau lourde (PHWR) touche à sa fin, la deuxième étape (construction d'un surgénérateur) est supposée prendre un an, quant à la troisième (construction d'un super réacteur à eau lourde - AHWR) elle devrait débuter en 2014 et se dérouler sur une dizaine d'années. Les spécialistes estiment que l'Inde n'héberge qu'un à deux pourcents des réserves mondiales en uranium, mais un tiers des réserves mondiales en thorium³. C'est pourquoi, dès ses débuts, le programme nucléaire a été basé sur l'utilisation du thorium comme combustible. En outre, l'Inde investit dans des recherches sur la fusion et collabore avec la Russie, la Chine, la Corée du Sud, les États-Unis, le Japon et les pays de l'Union Européenne sur projet ITER, en finançant 9 % du projet⁴.

L'Inde possède l'arme atomique, étant l'un des quatre pays non signataires du Traité de Non Prolifération de 1968⁵. Elle n'a commencé que tardivement des recherches dans le domaine des armes

¹ Plus forte augmentation de budget R&D enregistrée parmi tous les *Departments*.

² À titre de comparaison l'énergie nucléaire est responsable de 78 % de la production d'électricité en France générés par 58 réacteurs.

³ Toutefois, en mars 2011 une réserve d'uranium susceptible de faire partie des vingt plus grandes réserves d'uranium au monde a été découverte en Andhra Pradesh.

⁴ Le plan de financement du projet ITER prévoit que l'Union européenne finance 45 % des travaux et que les six autres pays prennent en charge 9 % des frais.

⁵ Les trois autres pays sont : le Pakistan, la Corée du Nord et Israël.

de destruction massive, et s'est d'abord focalisée sur le nucléaire civil. C'est en 1972, à la suite de la guerre de 1971 avec le Pakistan⁶, qu'Indira Gandhi donna son accord au *Bhabha Atomic Research Center* (BARC) pour débiter un programme de fabrication de l'arme atomique. Le premier test de bombe atomique, surnommé *Smiling Buddha*, a eu lieu en 1974 au Rajasthan. C'était le premier test nucléaire effectué par un pays autre que les cinq membres permanents du Conseil de Sécurité des Nations Unies⁷. C'est en réponse à cet événement que la communauté internationale a mis en place le *Nuclear Supplier Group* afin de mieux contrôler les transferts de technologies et de produits radioactifs. D'autres essais indiens eurent lieu en 1998 sous l'appellation *Operation Shakti*. Bien que l'Inde n'ait jamais donné d'informations précises sur son arsenal, les estimations se situent entre quatre-vingts et cents armes nucléaires⁸.

Le développement de l'énergie nucléaire en Inde ne va pas sans contestations. Après le désastre de Fukushima au Japon en 2011, des Indiens vivant à proximité des sites d'activité ou de construction de centrales organisèrent des mouvements de protestation. Le projet franco-indien à Jaitpura a provoqué des manifestations antinucléaires, et le gouvernement du Bengale Occidental a refusé la proposition de construction de six réacteurs par la Russie dans la ville de Haripur. Le groupe le plus actif dans les protestations antinucléaires est sans doute le *People's Movement Against Nuclear Energy* fondé en 2003 au Tamil Nadu.

Les activités de R&D en aérospatiale ont commencé au début des années 1960, avec l'étude de la haute atmosphère et de l'ionosphère au dessus de l'équateur magnétique qui passe au niveau de la ville de Thiruvananthapuram au Kerala. Prenant conscience de l'immense potentiel des technologies de l'aérospatiale pour le développement de la nation, Vikram Sarabhai formula le programme spatial indien. Ce programme était motivé par des buts pacifiques, tel que les télécommunications, la diffusion de la radio et de la télévision, l'éducation à distance, la météorologie et la géographie. Pour organiser les recherches dans ce domaine le gouvernement créa d'abord INCOSPAR en 1962 qui devint l'*Indian Space Research Organisation* en 1969, aujourd'hui l'une des six plus grandes agences spatiales gouvernementales au monde⁹. Le *Département of Space* établi en 1972 pour héberger l'ISRO est présidé par le Premier Ministre. L'Inde dispose maintenant d'un réseau de satellites très étendu et la première mission lunaire Chandrayaan-1 s'est déroulée avec succès en 2008.

Enfin, la défense est probablement l'un des secteurs de la R&D où le transfert de technologies vers l'industrie est le plus efficace. Les entreprises d'État HAL, BEL et IOF rayonnent mondialement dans l'industrie de l'armement. HAL a construit le premier avion de chasse d'Asie du Sud et fabrique aujourd'hui de nombreux modèles d'avions et hélicoptères de combat. En termes de vente d'armes HAL figure à la trente-quatrième position du classement mondial du *Stockholm International Peace Research Institute* (SPIRI) en 2011¹⁰. Quant à la compagnie Indian Ordnance Factories, spécialisée dans les armes légères elle figure à la quarante-sixième position et Bharat Electronics Limited, pour le téléguidage des missiles et les systèmes de navigation, à la soixante-et-onzième position. Le SPIRI publie aussi un classement des pays selon la part du PIB allouée à la défense, dans lequel l'Inde figure à la septième position en 2011 avec 2,6 %, derrière les États-Unis, la Chine, la Russie, le

⁶La guerre de 1971 entre l'Inde et le Pakistan, l'une des plus courtes guerres de l'histoire, a duré treize jours et a conduit à l'indépendance du Bangladesh précédemment appelé East Pakistan, une partie du Pakistan à l'autre bout de l'Inde. La guerre de 1971 a causé la mort de deux à trois millions de personnes et l'exil d'une dizaine de millions de personnes, du Bangladesh vers l'Inde.

⁷Chine, France, Russie, Royaume-Uni, États-Unis,

⁸États-Unis et Russie : plusieurs milliers. France, Chine et Royaume-Uni : plusieurs centaines.

⁹Les cinq autres agences sont : la NASA aux États-Unis, la RKA en Russie, l'ESA en Europe, la CNSA en Chine et la JAXA au Japon.

¹⁰Les compagnies française et européennes THALES et EADS sont respectivement aux 11^{ème} et 7^{ème} positions. SPIRI - <http://www.sipri.org>

Royaume-Uni, la France et le Japon. Enfin, toujours selon le SPIRI l'Inde est le trente-troisième exportateur d'armes au monde (la France est le troisième derrière les États-Unis et la Russie) et le premier importateur d'armes, l'Australie est à la deuxième position et la Pakistan à la troisième.

III.2.A) Le programme nucléaire

Le *Department of Atomic Energy*¹¹, créé en 1954 participe au développement des technologies liées à l'énergie nucléaire et de leurs applications dans l'agriculture, la médecine, l'industrie et la recherche fondamentale. Le comité de direction du DAE est l'*Atomic Energy Commission* (AEC) fondé en 1948. Le DAE supervise cinq centres de R&D, cinq entreprises d'État, trois consortiums d'industries et finance en parallèle la recherche extra-murale dans huit instituts indiens de haut niveau engagés dans des recherches en science fondamentale, astronomie, astrophysique, cancérologie, etc. Depuis 1997, le DAE a déposé 119 brevets qui sont encore actifs. Le budget total du DAE pour 2012 – 2013 est de 9 232 *crore roupies*, presque trois fois plus important que le budget du DSIR. La recherche menée par le DAE s'organise autour de grands instruments :

- ★ Le réacteur Dhruva est le plus important réacteur nucléaire en Inde. Il est utilisé pour la recherche comme pour la production de plutonium nécessaire à la fabrication d'armes nucléaires.
- ★ Le *Variable Energy Cyclotron* au *Variable Energy Cyclotron Centre* (VECC) est opérationnel depuis 1980. Le VECC est aussi l'un des nœuds principaux du réseau ERNET (*Education and Research Network*) sous le contrôle du *Department of Information Technology*. ERNET fournit aux instituts de recherche et aux universités un accès à un réseau spécialement conçu pour eux (services de conseil, de gestion, de formation ou encore d'hébergement de sites web, outils pour les vidéoconférences, etc.). ERNET est actuellement utilisé par plus d'un millier d'institutions couvrant tous les domaines de la recherche scientifique. En tant qu'entreprise ERNET India mène des projets de R&D sur le *high speed networking*, les *wireless sensor networks*, et le *cloud computing*.
- ★ Les *Synchrotron Radiation Sources*, Indus 1 et Indus 2 (en construction au *Raja Ramanna Centre for Advanced Technology*) permettent l'utilisation du rayonnement synchrotron pour la recherche en sciences de la matière, chimie, et biologie.

Le comité de régulation et de surveillance du DAE est l'*Atomic Energy Regulatory Board* (AERB). Il a été créé en 1983 avec la mission d'assurer que l'utilisation de radiations et de l'énergie nucléaire en Inde ne conduise pas à des problèmes sanitaires et à la dégradation de l'environnement. L'AERB est assisté dans ses fonctions par d'autres organismes : les *Safety Review Committees* pour évaluer les risques liés aux activités industrielles et les *Advisory Committees* qui examinent les mesures de sécurité dans les projets soumis au DAE.

Le *Board of Radiation and Isotope Technology* (BRIT) gère l'approvisionnement en radio-isotopes pour l'industrie et les hôpitaux. Actuellement, l'Inde importe de l'uranium en provenance de la Russie, de la Mongolie, du Kazakhstan, de l'Argentine, de la Namibie et du Niger. Sur le territoire indien, l'*Atomic Minerals Directorate for Exploitation and Research* (AMD) est en charge de la prospection de minerais radioactifs.

La plupart des instituts et universités supervisés par le DAE figurent au premier plan des S&T indiennes, par exemple le *Tata Institute of Fundamental Research* (TIFR) et le *Bhabha Atomic Research Center* (BARC). Les collaborations internationales du DAE impliquent notamment l'IAEA,

¹¹ www.dae.gov.in/

les expériences américaines PHENIX, STAR, celles du Fermilab, de même qu'ALICE, CBM et CMS au CERN, le *Max Planck Institute* en Allemagne, et les partenaires du projet ITER.

Les unités industrielles du DAE sont le *Nuclear Fuel Complex* à Hyderabad et le *Heavy Water Board*, respectivement en charge de l'enrichissement d'uranium et de la production d'eau lourde pour les systèmes de refroidissement des réacteurs. Enfin, quatre entreprises d'État (PSUs) fonctionnent sous le DAE :

1. Electronic Corporation of India Limited (ECIL) qui développe et fabrique les instruments nécessaires aux systèmes de sécurité et aux réseaux de télécommunications par satellite du *Department*. ECIL est par ailleurs impliquée dans l'industrie de l'armement et fabrique des antennes et des composants pour les missiles et les avions de chasse indiens. Dans le secteur commercial ECIL fabrique par exemple les systèmes d'inspection de bagages par rayon X pour les aéroports.
2. Indian Rare Earths Limited exploite les ressources en terres rares du pays et extrait, entre autres, l'ilérite, le rutile, le zircon, le monazite, la sillimanite et le grenat, utilisés en tant que sources de thorium, mais aussi pour la porcelaine, la céramique et les bijoux.
3. Uranium Corporation of India est responsable de l'exploitation des cinq mines d'uranium à Jadugora, Bhatin, Narwapahar, Turamdih, et Banduhurang.
4. Nuclear Power Corporation of India Limited est responsable de la construction des centrales nucléaires et de la distribution de l'énergie.

III.2.B) L'aérospatiale

L'aérospatiale comptait pour 15 % des dépenses en R&D en 2012, soit une augmentation de 51 % par rapport à 2011. Historiquement, en 1962 le *Department of Atomic Energy* créa l'*Indian National Committee for Space Research* (INCOSPAR) présidé par Vikram Sarabhai. En 1969 INCOSPAR fut restructuré et devint l'*Indian Space Research Organisation*¹² (ISRO). L'ISRO est l'agence du DOS chargée de la R&D pour l'aérospatiale. Le DOS employait en 2011 plus de 17 000 personnes dont deux tiers impliqués dans la R&D.

L'ISRO a mis en place avec succès deux réseaux de satellites d'importance nationale. Le réseau *Indian National Satellites* (INSAT) est dédié aux télécommunications, à la météorologie et aux opérations de sauvetage. L'INSAT a été lancé en 1983 en collaboration avec le *Department of Telecommunications*, l'*Indian Meteorological Department* du *Ministry of Earth Sciences*, All India Radio et Doordarshan¹³. En 2012, INSAT est le plus grand réseau de télécommunication civile d'Asie Pacifique. Sur les vingt et un satellites lancés, onze sont encore opérationnels. Leurs noms commencent avec les préfixes INSAT, GSAT, EDUSAT et KALPANA, suivis de chiffres. KALPANA collecte spécifiquement les données météorologiques, et EDUSAT, mis en orbite en 2004, a permis le développement de l'éducation à distance. EDUSAT est utilisé par plus de 35 000 classes qui vont du niveau primaire au niveau universitaire.

Le deuxième réseau satellitaire majeur est le réseau *Indian Remote Sensing* (IRS) pour la gestion des ressources naturelles. IRS comprend douze satellites d'observation, lancés entre 2001 et 2012. Leurs données sont utilisées pour l'agriculture, la gestion de l'eau, les plans d'urbanisme, les prospections minières, la gestion forestière, la prévision des risques climatiques, etc.

¹²<http://www.isro.org>

¹³All India Radio créée en 1936, et Doordarshan créée en 1959 sont les deux agences qui administrent respectivement la radio et la télévision en Inde. Elles fonctionnent sous la *Prasar Bharati*, littéralement *Broadcasting Corporation of India* du *Ministry of Information and Broadcasting*.

Les réseaux INSAT et IRS sont utilisés en commun par les *Village Ressource Centers* (VRCs) en collaboration avec des ONGs. En 2012, il y a 473 VRCs répartis dans vingt-deux états, connectés aux universités agricoles, ce qui permet un accès au savoir pour les populations rurales.

Les satellites d'observation sont mis en orbite par le *Polar Satellite Launch Vehicle* (PSLV) alors que les satellites de télécommunications sont lancés grâce au *Geostationary Satellite Launch Vehicle* (GSLV) pour atteindre des orbites géostationnaires. Le PSLV a permis la mise en orbite de vingt-six satellites indiens et de vingt-neuf satellites étrangers entre 1993 et septembre 2012¹⁴. Le PSLV n'a connu que deux échecs (dont un partiel) : IRS-1E en 1993, lors de la première utilisation du PSLV, et IRS-1D en 1997. Le GSLV opère depuis 2001 et permet à l'Inde d'être autonome pour le lancement des satellites de télécommunications. Toutefois, sur les sept lancements avec le GSLV seuls deux ont totalement réussi (EDUSAT en 2004 et GSAT-2 en 2003), les autres satellites INSAT ont été placés en orbites avec des lanceurs étrangers (Ariane-5 la plupart du temps). L'ISRO a par ailleurs conçu de nombreux satellites dédiés à la recherche scientifique entre 1975 (Aryabhata) et 2011 (Megha-Tropiques en collaboration avec le CNES).

Le programme spatial indien inclut des recherches en astronomie, en astrophysique, en sciences de la terre, pour l'étude de l'atmosphère, et en physique théorique. La grande réussite de l'Inde en aérospatiale a été Chandrayaan-1 placé en orbite autour de la Lune avec succès en 2008 pour une durée d'un an, marquant le début de l'exploration lunaire par l'Inde. Le satellite transportait onze instruments scientifiques, conçus en Inde, aux États-Unis, au Royaume-Uni, en Allemagne, en Suède et en Bulgarie. Une nouvelle mission, Chandrayaan-2, en collaboration avec la Russie est prévue pour 2014. Le Satish Dhawan Space Research Centre à Shrikota en Andhra Pradesh est le site utilisé pour les lancements de satellites. Il est opérationnel depuis 1971.

À travers le programme *Sponsored Research Programme* (RESPOND), qui débuta au début des années 1970, le DOS a financé vingt-quatre nouveaux projets et soixante-quatre projets déjà en cours dans plus de soixante-dix instituts en 2011 – 2012. Dans les *Space Technology Cells* (qui sont des centres pour la R&D en aérospatiale dans quatre IITs, le IISc et l'université de Pune) le DOS a financé cinquante-six nouveaux projets et cent neuf projets déjà en cours. Par ailleurs, l'entreprise d'État Antrix Corporation Limited met à la disposition du marché mondial les produits et services de l'industrie aérospatiale indienne. La clientèle prestigieuse d'Antrix inclut EADS Astrium, Intelsat, Avanti Group, etc.

Les grands projets du DOS dans le cadre de coopérations internationales sont : Megha-Tropiques avec le CNES en climatologie, YOUTHSAT avec *Moscow State University* qui étudie les radiations dans le cosmos, SARAL avec le CNES pour l'océanologie, Chandrayaan-2 avec la Russie, et ASTROSAT avec la *Canadian Space Agency* (CSA) pour l'astronomie.

Enfin l'ISRO représente l'Inde dans un grand nombre organisations internationales telles que :

¹⁴Il s'agit du satellite SPOT-6 construit par la compagnie française EADS Astrium dans le cadre d'un programme d'observation de la terre mené par le CNES.

- ★ UN-COPUS,
- ★ *United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific* (UN-ESCAP),
- ★ *International COSPAS-SARSAT* pour les opérations de secours,
- ★ *International Astronautical Federation* (IAF),
- ★ *Space Frequency Coordination Group* (SFCG),
- ★ *International Global Observing Strategy* (IGOS),
- ★ *International Space Exploration Coordination Group* (ISECG),
- ★ *International Charter 'Space and Major Disasters'*,
- ★ *International Academy of Astronautics* (IAA),
- ★ *Committee on Earth Observation Satellites* (CEOS),
- ★ *Committee on Space Research* (COSPAR),
- ★ *Inter Agency Debris Coordination Committee* (IADC),
- ★ *Coordinating Group on Meteorological Satellites* (CGMS),
- ★ *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing* (ISPRS),
- ★ *International Committee for Global Navigation Satellite Systems* (ICG),
- ★ *UN Platform for Space based Disaster Management and Emergency Response* (UNSPIDER).

III.2.C) La défense

La défense comptait pour 13,5 % du budget R&D en 2011 – 2012. En Inde le développement de nouvelles technologies à des fins militaires est organisé par la *Defence Research and Development Organisation*¹⁵ (DRDO) du *Ministry of Defence*. La DRDO a été créée en 1958 par la fusion du *Technical Development Establishment of the Indian Army* (TDE), du *Directorate of Technical Development & Production* (DTDP) et de la *Defence Science Organisation* (DSO). Aujourd'hui, la DRDO est à la tête d'un réseau comprenant plus de cinquante laboratoires engagés dans le développement de nouvelles technologies pour l'aéronautique, l'armement, l'électronique, les véhicules de combat, les missiles, les simulations numériques, les sciences de la vie, l'agriculture, etc. En 2012, la DRDO employait plus de 30 000 personnes dont environ 15 000 chercheurs. Elle était propriétaire de 416 brevets en Inde et de 45 brevets à l'étranger alors que 459 autres brevets en Inde et 110 brevets à l'étranger étaient à l'examen.

La DRDO finance par ailleurs de la recherche extra-murale, par exemple au *Centre of Excellence for Computational Fluid Dynamics* (CFD) à l'IISc de Bangalore pour l'aéronautique. Le financement de la recherche est organisé par différents comités selon les secteurs :

- ★ l'*Aeronautics Research and Development Board* (AR&DB),
- ★ l'*Armament Research Board* (ARMEB),
- ★ le *Naval Research Board* (NRB),
- ★ le *Life Sciences Research Board* (LSRB).

La collaboration de la DRDO avec l'industrie est extrêmement variée avec un réseau qui inclue plusieurs centaines d'entreprises dont HAL, BEL et IOF. Des entreprises de renommée mondiale comme Dassault, Airbus, Boeing, et Rolls Royce sont des clients réguliers de HAL. Quant à la collaboration scientifique internationale, elle implique plus de trente cinq pays.

¹⁵ <http://drdo.gov.in/>

III.3) L'agriculture et la recherche en médecine

À l'exception des *Survey Departments* la recherche en médecine est l'un des domaines les plus anciens des S&T en Inde. Par exemple le *Haffkine Institute* à Mumbai avait été fondé en 1869 pour mener des recherches sur la peste, le *Malaria Institute of India* (rebaptisé *National Center for Disease Control*) a été fondé en 1927 et le *All India Institute of Hygiene and Public Health* en 1932. La création du *All India Institute of Medical Sciences* (AIIMS) à New Delhi en 1956 marque la détermination de l'Inde à poursuivre la recherche en médecine après l'indépendance. Toutefois selon le *CIA World Fact Book* l'Inde reste l'un des cinq pays qui investit le moins dans son système de santé avec seulement 2,4 % de son PIB consacré au secteur en 2009.

L'agriculture-agronomie est l'un des défis majeurs de l'Inde puisque le pays représente seulement 2,3 % de la surface terrestre et héberge 17,5 % de la population mondiale. De plus, selon les chiffres du *Directorate of Economics and Statistics*¹ du *Department of Agriculture and Cooperation* du *Ministry of Agriculture*, la population rurale représentait encore 70 % de la population totale en 2011 et le secteur agricole employait plus de la moitié de la population. Néanmoins, le secteur ne contribue qu'à un sixième du PIB et est très instable à cause de la forte dépendance aux conditions climatiques (moussons², inondations, etc.).

Les principales cultures en Inde sont (de la plus importante à la moins importante en volume) : le riz, le blé, la canne à sucre, le coton, le jute et la roselle (*Hibiscus sabdariffa*). L'agriculture après l'indépendance a été marquée par plusieurs révolutions :

- ★ La *Green Revolution* désigne un ensemble d'initiatives menées à partir des années 1960 jusque dans les années 1980 pour augmenter la productivité. Norman Borlaug, surnommé le père de la *Green Revolution*, a été le principal acteur de l'introduction de graines hybrides. Les systèmes d'irrigation se sont alors largement modernisés. Cette modernisation s'est accompagnée d'une utilisation systématique et massive d'engrais nocifs pour les sols et l'environnement en général. La *Green Revolution* a permis à l'Inde d'être autonome pour la production du blé et des autres céréales au sortir des années 1980.
- ★ La *White Revolution*, ou *Operation Flood* désigne un ensemble de projets menés entre 1970 et 1996 par le *National Dairy Development Board*, financé en grande partie par la Banque Mondiale. L'Inde devint ainsi le plus grand producteur de produits laitiers au monde, après avoir réussi à doubler la quantité de lait disponible par personne.
- ★ La *Blue Revolution* a eu lieu entre 1973 et 2002 dans l'industrie de la pêche et l'aquaculture et a contribué à l'élévation du niveau de vie des populations pauvres des littoraux indiens.

III.3.A) La R&D en médecine

L'*Indian Council of Medical Research*³ (ICMR), du *Department of Health Research* (DHR) sous le *Ministry of Health and Family Welfare*, est l'institution gouvernementale en charge de la R&D dans le secteur médical. Elle comptait pour 12,6 % du budget R&D total en 2012. Le DHR a établi une liste de 834 organisations, incluant des entreprises privées, impliquées dans la R&D en médecine, la plupart dans l'industrie pharmaceutique⁴. Le rôle du DHR par rapport à l'ICMR est analogue à

¹Le DES collecte et publie des données statistiques au niveau nationale en rapport avec le secteur agricole afin de conseiller les décideurs (<http://agricoop.nic.in/Agristatistics.htm>).

²Le gouvernement estime que 55,7% de l'activité agricole dépend de la mousson.

³<http://www.icmr.nic.in/>

⁴<http://202.141.106.123/httpdocs/DHRI/DHRIDefault.aspx>

celui du DSIR par rapport au CSIR. Les autres Departments du MHFW sont eux aussi actifs dans des domaines spécifiques de la R&D médicale, en recherche clinique (recherche médicale appliquée), excepté le *Department of Health and Family Welfare* qui est à la tête du système de santé publique. Pour récapituler, les quatre *Departments* du MHFW sont :

1. Le *Department of Indian Systems of Medicine Homeopathy* avait été créé en 1995 puis rebaptisé en 2003 *Department of AYUSH*. Sa mission est de promouvoir l'enseignement et la recherche en médecine Ayurvédique, Yoga & Naturopathie, Unani, Siddha et Homéopathie. Il y a ainsi cinq comités qui financent des projets de recherche dans ces cinq domaines cités. Le *Department of AYUSH* supervise plus de trois mille hôpitaux, cinq cent *Medical Colleges* et *National Institutes* et plus de huit mille laboratoires pharmaceutiques. Le *Department of AYUSH* travaille en collaboration avec le CSIR sur le projet TKDL (voir la section III.1.A).
2. Le *Department of Health and Family Welfare* qui est à la tête du système de santé publique.
3. Le *Department of AIDS Control* qui supervise la *National AIDS Control Organisation* (NACO) en charge de la gestion de l'épidémie du SIDA en Inde. En plus des financements publics, la NACO reçoit une aide financière considérable de la part de la Banque Mondiale et du *Department for International Development* (DFID) du gouvernement du Royaume-Uni. La NACO est aujourd'hui l'un des leaders et coordinateurs de la recherche sur le SIDA en Asie du Sud. Chaque année depuis 1998, la NACO en collaboration avec le *National Institute of Health and Family Welfare* et le *National Institute of Medical Statistics* (tous deux dépendants de l'ICMR) publie une estimation du nombre de personnes séropositives en Inde. Les méthodes statistiques utilisées sont approuvées par UNAIDS et l'OMS. Ainsi en 2011, le SIDA touchait 0,36 % de la population, soit entre 2 et 3,1 millions de personnes dont 39 % de femmes. Selon le rapport 2011 de la NACO le nombre de nouvelles infections par année a diminué de moitié au cours de la dernière décennie. Selon le *CIA World Fact Book* (2009) l'Inde se trouve à la quatre-vingt quatrième position en pourcentage de la population vivant avec le SIDA.
4. La raison d'être du *Department of Health Research* (DHR) est la gestion de l'ICMR. L'ICMR est présidé par l'*Union Health Minister* (ministre de la santé) assisté par des comités et conseils pour l'élaboration de la politique scientifique. L'ICMR finance la recherche médicale intra-murale et extra-murale. La recherche intra-murale se fait dans les trente-deux instituts de recherche de l'ICMR. Parmi eux, vingt et un sont des *National Institutes* et se consacrent à la recherche dans des domaines tels que la tuberculose, la lèpre, le choléra, la malaria et le sida. Six sont des *Regional Medical Research Centres* et se focalisent sur des problèmes spécifiques à leur localisation géographique, et cinq sont des centres de recherche spécialisés en toxicologie, micro-organismes, diagnostic prénatal, et expérimentation animale. La recherche extra-murale prend plusieurs formes, par exemple la création de *Centres for Advanced Research* dans des instituts publics ou simplement le financement de projets de recherche dans des universités.

Les domaines prioritaires de la recherche médicale en Inde cités par le DHR sont :

- | | |
|-----------------------------|--|
| ★ les risques épidémiques ; | ★ les maladies mentales ; |
| ★ la contraception ; | ★ les maladies cardiovasculaires ; |
| ★ l'oncologie ; | ★ la pharmacie (incluant les traitements
issus de méthodes traditionnelles) ; |
| ★ la maternité ; | |
| ★ la malnutrition ; | ★ le diabète. |

III.3.B) La R&D dans le secteur agricole

La recherche en agriculture et en agronomie est supervisée par l'*Indian Council of Agricultural Research* (ICAR) du *Department of Agricultural Research and Education* (DARE) qui dépend du *Ministry of Agriculture*. Le *Ministry of Agriculture* s'organise de la même manière que le *Ministry of Health and Family Welfare* ou que le *Ministry of Science and Technology*, avec trois *Departments* dont un exclusivement dédié à la recherche (DARE). Les deux autres *Departments* du *Ministry of Agriculture* sont :

1. Le *Department of Agriculture and Cooperation*, principalement pour la supervision des coopératives agricoles.
2. Le *Department of Animal Husbandry, Dairying and Fisheries* dédié à la pêche, l'aquaculture et l'élevage.

Quant au DARE il se consacre à la gestion de l'ICAR et à la promotion des sciences agricoles et de l'agronomie dans le système d'enseignement supérieur. Avec plus de quatre-vingt dix instituts de recherche et cinquante universités agricoles le réseau d'organisations agricoles de l'Inde est l'un des plus étendus au monde. L'ICAR fut établi en 1929 pour la coordination et la gestion des recherches et de l'enseignement en agriculture. Depuis les années 1950, ICAR joue un rôle décisif pour la sûreté alimentaire : la production de céréales à été multipliée par cinq (*Green Revolution*), celle de poissons par neuf (*Blue Revolution*), celle de lait par six (*White Revolution*) et celle d'œufs par vingt-sept. ICAR est structuré en onze divisions :

★ <i>Crop Sciences</i>	★ <i>Animal Science</i>	★ <i>Agricultural Education</i>
★ <i>Horticulture</i>	★ <i>Fisheries</i>	★ <i>Administration</i>
★ <i>Natural Resource Managment</i>	★ <i>Agricultural Extension</i>	★ <i>Finance</i>
	★ <i>Knowledge Managment</i>	★ <i>Agricultural Engineering</i>

Au fil des plans quinquennaux ICAR a conduit les *All India Coordinated Research Projects* (AICRPs) qui sont des projets de R&D agricole sur des thèmes d'importance nationale. Soixante AICRPs sont toujours en cours en 2012. D'autre part, l'ICAR a mis en place les *Krishi Vigyan Kendras* (KVKs), un réseau de six cents centres de diffusion des connaissances et des technologies en agriculture développées dans les instituts de recherche. L'entreprise publique AgrInnovate India Limited gère la commercialisation des technologies sur le marché national et mondial. Enfin, la collaboration internationale implique des organisations telles que CABI, FAO, NACA, APAARI, UN-CAPSA, APCAEM, ISTA ou ISH, et plus de trente pays engagés dans des coopérations bilatérales.

III.4) Energies et gestion de l'environnement

L'Inde est le quatrième consommateur d'énergie au monde et le cinquième producteur. La production d'énergie est une problématique clé de l'économie indienne, pour assurer l'élévation du niveau de vie, mais aussi pour ne pas freiner l'essor industriel. La part des énergies renouvelables dans la consommation en énergie est remarquablement élevée (25 % du total contre un peu plus de 5 % en France). Jusqu'au début des années 2000, l'Inde produisait plus d'énergie qu'elle n'en consommait, mais depuis dix ans cette tendance s'est inversée. Le développement des industries, des moyens de transport, et des appareils électroménagers a fait exploser la demande énergétique. L'Inde importe

maintenant environ un tiers de sa consommation en énergie et est engagée dans un vaste programme nucléaire, en quête de l'autosuffisance.

Le *Ministry of New and Renewable Energy*¹ (MNRE) soutient des projets R&D pour accroître l'utilisation et l'efficacité des sources d'énergies renouvelables, en collaboration étroite avec l'industrie. En outre le *Ministry of Power* conduit de la R&D pour la manufacture des équipements électriques nécessaires à la transmission, la génération et la distribution d'électricité, notamment au *Central Power Research Institute* à Bangalore (avec ses laboratoires annexes à Bhopal, Hyderabad, Koradi, Noida, Kolkata et Guwahati).

Concernant la gestion de l'environnement, il faut rappeler que la faune et la flore indienne est l'une des plus diversifiées au monde. L'Inde héberge 7,6 % des mammifères, 12,6 % des oiseaux, 6,2 % des reptiles, 4,4 % des amphibiens et 11,7 % des poissons présents sur Terre. La forêt couvre 20 % du territoire : elle est tropicale sur l'île d'Andaman et dans la région nord-est, conifère dans l'Himalaya. En 2006, l'industrie forestière engendrait 0,9 % du PIB et la déforestation est devenue un problème sérieux. L'impact écologique de l'homme étant très menaçant pour la biodiversité, le gouvernement a mis en place un réseau étendu de parcs nationaux et de zones protégées. L'Inde est l'un des rares pays à avoir inscrit dans sa Constitution que : "l'État se doit de protéger et préserver la faune et la flore du territoire" et plus loin que "la protection de l'environnement, incluant les forêts, les lacs, les rivières et la faune et la flore doit être un devoir pour chaque citoyen de même qu'éprouver de la compassion pour tout être vivant".

Le *Department of Environment* établi en 1980, devint un ministère à part entière en 1985 : le *Ministry of Environment and Forest* (MEF). Le MEF administre en particulier l'*Indian Council of Forestry Research & Education*² (ICFRE). La mission de l'ICFRE est de planifier et d'assurer la coordination de la recherche dans tous les aspects de la gestion forestière en tenant compte des problématiques actuelles tels que le changement climatique, la conservation de la biodiversité et la déforestation. L'ICFRE supervise douze instituts de recherche. Quant à la prévision des risques naturels (sécheresse, inondation, tsunami, tremblement de terre, etc.) est prise en charge par le *Ministry of Earth Sciences*, créé en 2006, l'un des plus jeunes ministères du gouvernement.

III.5) La R&D industrielle

Les principaux secteurs de la R&D industrielle indienne sont : le textile, les transports, l'énergie, les télécommunications, le pétrole, l'agro-alimentaire, la santé et l'environnement. La R&D industrielle en Inde prend de plus en plus d'importance, sous la houlette des multinationales indiennes ou étrangères. L'Inde a été classée troisième pays le plus attractif après les États-Unis et la Chine pour l'installation de centres de R&D. Si le pays n'est en 2010 qu'en neuvième position pour les investissements directs étrangers, il est en revanche le premier pour les investissements directs à l'étranger en R&D, au travers d'entreprises comme WIPRO, HCL, Patni, Infosys, Mahindra Satyam, Mind Tree, essentiellement dans le secteur des télécommunications et des logiciels, suivis par l'automatisme, la santé, l'aérospatiale, la défense et les transports. Le secteur industriel concentre 20 % de la force de travail indienne soit plus de cent millions de personnes.

En 2007, plus de trois cents multinationales avaient déjà installé des centres d'ingénierie et de R&D en Inde telles que : CISCO, Motorola, Sanofi-Aventis, General Electric, Hewlett Packard, Nokia, Siemens, Cap Gemini, Schneider Electric, Safran, Thales, AREVA, EADS. La principale raison qui incite les multinationales à ouvrir des centres de R&D en Inde reste le bas coût de la main-d'œuvre (quatre à cinq fois moins chère qu'aux États-Unis).

¹<http://www.mnre.gov.in>

²<http://www.icfre.org/>

Afin de développer la R&D dans le secteur privé et de la rapprocher de la recherche publique, le gouvernement indien a pris depuis une vingtaine d'années plusieurs initiatives :

- ★ Création de différents types de clusters - programmes *Science and Technology Entrepreneur Parks* (STEPs), *Software Technology Parks*, *Bioparks* ou création de zones économiques spéciales.
- ★ Développement de structures de valorisation (à titre d'exemple la *Foundation for Innovation and Technology Transfer* à l'IIT de Delhi, l'*Industrial Research and Consultancy Centre* à l'IIT de Mumbai), et d'incubateurs (*Society for Innovation Entrepreneurship* encore à l'IIT de Mumbai).
- ★ Création de centres de services scientifiques destinés au secteur privé dans les universités et les instituts de recherche comme le Centre for Scientific and Industrial Consultancy (CSIC) de l'IISc à Bangalore.

Le DSIR publie régulièrement depuis 1983 une liste des unités R&D dans l'industrie disponible sur le lien suivant : [Directory of Recognised in-house R&D Units](#). Le répertoire contenait 1 378 entrées en 2010. Le tableau ci-dessous présente l'évolution de la répartition des dépenses dans les principaux domaines de la R&D industrielle entre 2000 et 2006¹ :

Secteur industriel	2000	2006	Taux d'accroissement
Pharmacie	28%	50%	+490%
Biotechnologies	3%	5%	+404%
Mécanique	2%	2%	+281%
Télécommunications	1%	2%	+220%
Engrais chimiques	6%	5%	+178%
Cosmétique	3%	2%	+145%
Transports	25%	19%	+143%
Technologies de l'information	11%	7%	+102%
Métallurgie	5%	3%	+69%
Équipements électroniques	16%	5%	+10%
Total	1 741 Millions INR	5 648 Millions INR	+ 224%

III.6) Les sciences humaines et sociales

L'*University Grant Commission* (UGC) estime que plus d'un tiers des étudiants suivent une formation en SHS, ce qui est équivalent au nombre d'étudiants inscrits en sciences exactes. Trois types d'institutions conduisent des recherches en SHS :

¹Source : *UNESCO Science Report 2010*.

1. les universités,
2. les instituts du gouvernement dépendants des différents ministères (dont des instituts de l'ICAR et de l'ICMR et les *Institutes for Rural Development* du MHRD),
3. les ONGs telles que SEWA, Jagori, *Centre for Enquiry into Health and All Allied Themes*, et *Public Health Foundation of India*.

L'*Indian Council for Social Science Research* (ICSSR) est l'agence gouvernementale en charge de l'administration et du financement des recherches en SHS à l'image de l'ICAR pour l'agriculture. Au sein de ses vingt-cinq instituts de recherche, l'ICSSR a financé plus de trois mille projets de recherche au cours des quarante dernières années.

Il est difficile de connaître précisément la part du budget allouée à la recherche en SHS. Le rapport du DFID estime que seulement 20 % du budget de l'ICSSR est destiné à la recherche, le reste serait réservé pour le financement de l'administration. Pour le financement de la recherche en SHS le gouvernement a mis en place deux autres organisations dépendantes du MHRD : l'*Indian Council for Historical Research* (ICHR) et l'*Indian Council of Philosophical Research* respectivement pour la recherche en histoire et la recherche en philosophie. L'ICHR et l'ICPR organisent aussi des conférences, et publient des journaux scientifiques. En 2011 – 2012 l'ICSSR a reçu 68,49 *crore roupies* et le ICHR a reçu 14,10 *crore roupies*, l'allocation totale de fonds pour l'UGC s'élevant à 4556 *crore roupies* (en augmentation de 26 % par rapport à l'année précédente). Sur la période 2006 – 2010 le financement total de l'ICSSR représente 2,3 % de l'allocation du CSIR ou encore 11 % de celle de l'ICMR. Indépendamment, l'UGC finance aussi des projets en SHS qui concernaient moins de 12 % de son budget total en 2009 – 2010.

Pour l'archéologie et l'anthropologie il faut mentionner deux organisations spécifiques du *Ministry of Culture* : *Anthropological Survey of India* (AnSI) et *Archeological Survey of India* (ASI). AnSI travaille principalement sur l'anthropologie morphologique et culturelle, l'Inde étant à cet égard un milieu d'études très riche¹. Pour sa part, ASI mène des recherches en archéologie et est chargée de la protection de l'héritage culturel indien. Il y a actuellement plus de 3650 monuments et sites archéologiques reconnus d'importance nationale.

Par ailleurs depuis le milieu des années 1990 les financements non-gouvernementaux pour la recherche en SHS se développent. Des organisations multilatérales comme la Banque Mondiale et ADB, ou bilatérale (DFID, CIDA, USAID, NORAD) ont financé des études sur la pauvreté, l'emploi, l'éducation et la santé. De même des organisations caritatives comme Ratan Tata Trust, Bill and Melinda Gates Foundation ou Ford Foundation jouent un rôle significatif dans ce domaine.

En ce qui concerne les publications, on relève que la publication d'articles dans des journaux scientifiques (qui sont souvent des journaux peu reconnus) est moins fréquente que la publication de livres, de manuels ou de chapitres dans des livres. Une étude de l'ICSSR sur l'affiliation des auteurs suggère que le plus grand nombre de publications sont issues des universités. Parmi les publications dans les journaux, la majorité concerne la sociologie, l'économie et la psychologie. Les journaux qui publient le plus d'articles en SHS sont : *Contribution to Indian Sociology*, *Sociological Bulletin*, *Indian Economic and Social History Review*, *Indian Journal of Social Work*, *Indian Journal of Gender Studies*, et *Economic and Political Weekly*².

D'après une étude du DFID datant de 2011, et qui porte sur un millier de livres en SHS publiés par huit grandes maisons d'édition telles que Sage, Oxford University Press et Orient Longman, 31

¹La Constitution reconnaît 645 tribus présentes en Inde.

²Le *Economic and Political Weekly* n'est pas un journal scientifique à proprement parler mais est l'un des hebdomadaires les plus lus en Inde, considéré comme une tribune pour les intellectuels indiens pro-marxistes.

% avaient été écrits par des économistes, 30 % par des sociologues, 21 % par des politologues, 10 % par des historiens et 5 % par des géographes. Par ailleurs, 33 % des auteurs étaient des étrangers ou des NRIs³, 28 % travaillaient dans une université indienne et 20 % dans des instituts de recherche.

L'ICSSR invoque trois raisons pour expliquer la faiblesse relative de la recherche en SHS en Inde :

1. La faiblesse du soutien institutionnel et le manque de financements. Bien qu'un très grand nombre d'étudiants suivent des formations en SHS, moins de 20 % des universités indiennes combinent recherche et enseignement : elles se concentrent sur l'enseignement, et rendent donc rares les opportunités de recherche universitaire.
2. L'approche pluridisciplinaire est encore peu fréquente, et dans les sciences politiques la recherche est largement dominée par l'économie.
3. Le problème du langage : l'enseignement se fait en général dans la langue de l'état jusqu'au lycée, puis en anglais dans les études supérieures. De nombreux travaux de recherche restent publiés dans les dialectes locaux et ne sont jamais traduits.

La collaboration internationale en SHS a tendance à s'élargir. Par exemple, à la fin 2012, l'Inde s'est engagée dans un projet de collaboration multilatérale avec quatre pays européens impliquant l'ANR française, le FFG allemand, le *UK Economic and Social Research Council* du Royaume-Uni et la *Netherlands Organisation for Scientific Research* hollandaise.

³ *Non Resident Indians* : détenteurs d'un passeport indiens mais résident à l'étranger depuis plus de six mois.

	Ministères/ <i>Departments</i>	Nombre d'instituts/ laboratoires/PSUs
1	Department of Scientific and Industrial Research (DSIR) et Council of Scientific and Industrial Research (CSIR)	44
2	Department of Science and technology (DST)	18
3	Department of Biotechnology (DBT)	16
4	Department of Atomic Energy (DAE)	12
5	Department of Space (DoS)	18
6	Defence Research and Development Organisation (DRDO)	48
7	Indian Council of Medical Research (ICMR)	30
8	Indian Council of Agricultural Research (ICAR)	97
9	Ministry of Human Ressources Developpment (MHRD)	676
10	Ministry of Earth Science (MES)	8
11	Ministry of Environment and Forest (MEF)	13
12	Ministry of New and Renewable Energy (MNRE)	5
13	Ministry of Water Ressources (MWR)	16
14	Ministry of Food Processing Industry (MFPI)	4
15	Ministry of Power	14
16	Ministry of Petroleum	23
17	Ministry of Coal	6
18	Ministry of Communication and Information Technology	17
	Nombre total d'instituts/PSUs dépendants des agences centrales de financement de la R&D :	1 059

TABLEAU 3.1 : Liste des dix-huit administrations majeures de l'infrastructure des S&T qui financent des projets de R&D et nombre d'instituts et laboratoires de recherche affiliés.
Source : *Planning Coommission*, 2011.

	Centres “établis” de la recherche en SHS
1	<i>Delhi School of Economics, University of Delhi, Delhi</i>
2	<i>School of Social Sciences, JNU, New Delhi</i>
3	<i>Madras Institute of Development Studies (MIDS), Chennai</i>
4	<i>Institute for Social and Economic Change (ISEC), Bangalore</i>
5	<i>Centre for Development Studies (CWDS), New Delhi</i>
6	<i>Institute of Economic Growth (IEG), New Delhi</i>
7	<i>School for Women’s Development Studies (CWDS), New Delhi</i>
8	<i>Centre for the Study of Developing Societies (CSDS), New Delhi</i>
9	<i>School for Women’s Studies, Jadavpur University, Calcutta</i>
10	<i>National Institute of Advanced Studies (NIAS), Bangalore</i>
11	<i>Department of History, University of Delhi, Delhi</i>
12	<i>Indian Institute of Advanced Studies (IIAS), Shimla</i>
13	<i>Centre for Law and Governance, JNU, New Delhi</i>
14	<i>Centre for Studies in Social Sciences (CSSS), Calcutta</i>
15	<i>Centre for Policy Research (CPR), New Delhi</i>

TABLEAU 3.2 : Liste des quinze centres majeurs de la recherche en SHS en 2011. Source : DFID.

	Centres émergents de la recherche en SHS
1	<i>Indira Gandhi Institute of Development Research (IGIDR), Mumbai</i>
2	<i>Department of Social Sciences, IIT Delhi, New Delhi</i>
3	<i>Tata Institute of Social Sciences (TISS), Mumbai</i>
4	<i>Department of Social Sciences, Indian Statistical Institute (ISI), Calcutta/Delhi</i>
5	<i>National Institute of Science, Technology & Developing Studies (NISTADS), Delhi</i>
6	<i>International Center for Research on Women (ICRW), New Delhi</i>
7	<i>Public Health Foundation of India (PHFI), New Delhi</i>
8	<i>Indian Institutes of Dalit Studies (IIDS), New Delhi</i>
9	<i>Department of Economics and Social Sciences, Indian Institute of Management (IIM), Bangalore</i>

TABLEAU 3.3 : Liste de neuf centres émergents de la recherche en SHS en 2011. Source : DFID.

Partie IV

L'enseignement supérieur

Le système d'enseignement supérieur indien, avec un peu moins de dix-sept millions d'étudiants (dont sept millions de femmes), est le troisième plus important au monde après celui des États-Unis et de la Chine en termes de nombre d'étudiants. Les états qui concentrent le plus grand nombre d'étudiants sont l'Andhra Pradesh (Hyderabad), le Maharashtra (Mumbai, Pune), le Tamil Nadu (Pondichery) et l'Uttar Pradesh (Lucknow, Kanpur, Varanasi). Le gouvernement central et les gouvernements des états se partagent la responsabilité de l'enseignement supérieur. Toutefois la coordination et la standardisation des universités est exclusivement à la charge du gouvernement central et se fait en général par le biais de l'*University Grant Commission* (UGC) financée par le *Ministry of Human Resource Development* (MHRD). L'admission à l'université se fait selon le résultat des élèves de classe de terminale ("*10+2*", ou *12th class*) à l'examen de fin d'année.

Le cursus indien est analogue au cursus européen. Le *Bachelor of Science* (B.Sc), ou plus généralement *Bachelor degree* est équivalent au diplôme de licence et est obtenu après trois années d'études supérieures. Dans les écoles d'ingénieurs, le diplôme s'appelle *Bachelor of Technology* (B.Tech) et pour les études littéraires *Bachelor of Arts*. Durant ces trois premières années, les étudiants sont qualifiés d'*undergraduate students*, après l'obtention du B.Sc les étudiants peuvent continuer en master (*postgraduate students*). Après deux ans il reçoivent le *Master degree* ou *Master of Science* (M.Sc) dans le cas d'études scientifiques. Pour poursuivre en doctorat (PhD), les diplômés de master doivent passer un concours national administré par l'UGC (en collaboration avec le CSIR dans les disciplines scientifiques). Environ 85 % des étudiants sont inscrits en licence, un peu plus de 12 % en master, et 2 % sont doctorants¹.

Le système d'enseignement supérieur est supervisé par de nombreux comités chargés de l'évaluation, de l'accréditation, de la standardisation et de la régulation des établissements d'enseignement supérieur selon leurs programmes d'enseignement et leurs activités de recherche, notamment afin d'assurer leur viabilité dans le contexte international :

¹ En France : 66% en licence, 33% en master, et moins de 1% en doctorat, sur environ un million d'étudiants. Source : MESR.

Conseil/Division	Ministère	Domaine(s) concerné(s)
<i>National Assessment and Accreditation Council</i> (NAAC)	UGC-MHRD	L'ensemble des instituts d'enseignement supérieur
<i>All India Council of Technical Education</i> (AICTE)	DHE-MHRD	Instituts d'enseignement techniques
<i>National Council for Teacher Education</i> (NCTE)	DSEL-MHRD	Instituts de formation des enseignants (<i>Colleges of Teacher Education</i>), évaluation des enseignants du secondaire
<i>National Council for Rural Institutes</i> (NCRI)	MHRD	Éducation dans le monde rural, promotion de l'éducation gandhienne <i>Nai Talim</i>
<i>Accreditation Board</i> (AB)	ICAR	<i>Agricultural Universities</i> et <i>Colleges</i>
<i>Directorate of Education</i>	ICFRE-MEF	<i>Forestry Universities</i>
<i>Medical Council of India</i> (MCI)	MHRD	<i>Medical Colleges</i>
<i>Distance Education Council</i> (DEC)	MHRD	<i>Open Universities</i>
<i>State Councils of Higher Education</i> (SCHE)	Gouvernements des états	<i>State Colleges</i> et autres instituts dépendants des gouvernements des états

IV.1) Les universités

Les premières universités modernes ont été créées au milieu du XIX^{ème} siècle par les britanniques, comme l'*Indian Institute of Technology* à Roorke établi en 1847 (*Thomson College of Civil Engineering*) et *University of Calcutta* créée en 1857. Cela dit, en 1950 il y avait moins d'une trentaine d'universités. En juin 2012, il y a plus de six cents universités réparties sur l'ensemble des vingt-huit états et des sept territoires de l'Union. Les universités se classent en plusieurs catégories selon leur statut institutionnel :

- ★ Les *Central Universities* sont les universités financées par le gouvernement central. En annexe de l'université, des *Colleges* affiliés sont habilités à dispenser des cours et à délivrer des diplômes au nom de l'université à un plus grand nombre d'étudiants dans une zone géographique étendue.
- ★ Les *Deemed Universities* sont des universités (ou plus souvent des institutions d'enseignement technique tels que IISc, IIIT Allahabad, etc.) reconnues pour la qualité de l'enseignement et de la recherche qu'elles hébergent et qui ont donc obtenu un statut spécial leur accordant davantage d'autonomie.

- ★ Les *Private Universities* fonctionnent sur la base de financements privés et ne sont pas autorisées à affilier des *Colleges* annexes, cependant elles délivrent des diplômes reconnus par l'UGC.
- ★ Les *State Universities* sont les universités d'états, moins prestigieuses que les *Central Universities*, elles disposent aussi d'un réseau de *Colleges (State Colleges)* et sont financées par les gouvernements des États.

Il faut enfin signaler l'existence un grand nombre de "fausses universités", qui ne sont pas accréditées par l'UGC. Le tableau ci-dessous récapitule les différents types d'universités en précisant leur nombre¹.

	Nombre	Part (%) du total
<i>Central Universities</i>	42	7%
<i>Deemed Universities</i>	129	21%
<i>State Universities</i>	297	48%
<i>Private Universities</i>	145	24%
Nombre total d'universités	613	100%

Parmi les universités on peut distinguer trois sous-familles qui répondent à des objectifs distincts :

1. Pour la promotion de l'égalité des genres le gouvernement a créé des *Women Universities*. Il y en avait cinq en 2012, et l'UGC a annoncé la création de vingt nouvelles *Women Universities* dans le cadre du douzième plan avec un réseau de huit cent nouveaux *Constituent Colleges*. Les cinq *Women Universities* qui fonctionnent actuellement sont :
 - ★ *Karnataka State Women University*, Bijapur ;
 - ★ *Smt. Nathibai Damodar Thackersey Women's University*, Mumbai ;
 - ★ *Jayoti Vidyapeeth Women's University*, Jaipur ;
 - ★ *Avinashilingam Institute for Home Science & Higher Education for Women*, Coimbatore (*Deemed University*) ;
 - ★ *Mother Teresa Women's University*, Kodaikanal ;
2. Pour l'enseignement à distance (*Open Distance Education*), le MHRD a mis en place quatorze *Open Universities*, concernant environ un quart du nombre total d'étudiants, dont la *Central University* IGNOU avec ses quatre millions d'étudiants (voir I).
3. Les cinquante et une *Agricultural Universities* pour l'enseignement agricole, supervisées par la *Division of Agricultural Education* du DARE et l'ICAR, dont :
 - ★ une *Central University* (CAU Imphal) ;
 - ★ quatre *Deemed Universities* :
 - *Indian Agricultural Research Institute* (IARI), Delhi ;
 - *Indian Veterinary Research Institute* (IVRI), Izzatnagar ;

¹Sources : UGC (2012), *Higher Education in India at a Glance* ; MHRD (2011), *All India Survey on Higher Education 2011*.

- *National Dairy Research Institute* (NDRI), Karnal ;
 - *Central Institute of Fisheries Education* (CIFE), Mumbai ;
- ★ quarante cinq *State Agricultural Universities*.

Les *Colleges* affiliés aux universités peuvent être de deux types :

1. *Constituent Colleges* lorsque la dépendance est financière et académique,
2. *Affiliated Colleges* lorsque les financements sont extérieurs mais les diplômes délivrés sont accrédités par l'université de référence.

En outre, d'autres autorités comme l'*Institute of Chartered Accountants of India*, l'*Institute of Company Secretaries of India*, ou encore l'*Institute of Actuaries of India* sont habilitées à autoriser la création de *Colleges* indépendants des universités, et que le MHRD désigne sous le nom de *Stand Alone Institutions* (SAIs). Elles seraient plus de onze mille en 2012.

Le nombre total de *Colleges*, sans tenir compte des SAIs, s'élève à environ trente mille (le MHRD en dénombre 27 468, l'UGC en reconnaît 33 023 et le site www.studyguideindia.com en répertorie 30 322), alors qu'ils étaient moins de trois cents en 1950. Les *Colleges*, qu'ils soient *Constituent* ou *Affiliated Colleges*, se rangent aussi dans différentes catégories selon leur spécialisation disciplinaire (voir le tableau 4.4). Leur répartition traduit les disparités régionales et on retrouve la majorité des *Colleges* dans les cinq états qui dominent le paysage scientifique indien : Maharashtra, Karnataka, Andhra Pradesh, Uttar Pradesh et Tamil Nadu (voir le tableau 4.6).

La recherche universitaire

La recherche académique prend une place grandissante. Depuis le début des années 2000, le gouvernement a pris de nombreuses dispositions pour promouvoir la recherche académique. Par exemple le DST a plus que doublé l'allocation de fonds pour la R&D universitaire au cours des trois dernières années et la part de publications scientifiques venant des universités dans la production scientifique totale de l'Inde a elle aussi doublé entre 2006 et 2012 passant de 15 % à 31 %. Entre 1998 et 2008 le nombre total de publications de l'Inde s'élève à 356 729, soit 2,10 % de la production scientifique mondiale². L'Inde est ainsi à la deuxième position parmi les pays BRIC³ derrière la Chine (6,47 %). Au cours de cette période, les cinquante meilleures universités indiennes étaient responsables de 26 % de la production scientifique totale. Parmi les dix universités les plus productives, quatre sont des *Central Universities*, mais les *State Universities* font parfois mieux classées en nombre de citations. En termes d'indice h ⁴, toutes disciplines confondues entre 1998 et 2008, les dix premières universités sont⁵ :

²Selon la base de données SCOPUS, publiée par Elsevier, couvrant plus de 5 000 éditeurs et 18 000 journaux.

³Brésil, Russie, Inde, Chine.

⁴L'indice h , ou nombre de Hirsh, a été suggéré par Jorge E. Hirsh en 2005 pour évaluer la qualité de la recherche : un chercheur (ou une institution) a un nombre de Hirsh égale à h si parmi le nombre total de ses publications, h articles ont été cités plus de h fois. Selon J.E. Hirsh, pour un physicien travaillant dans une université majeure $h \simeq 12$; pour un membre de l'*United States National Academy of Sciences* $h \geq 45$.

⁵Source : NISTADS pour le SERC (DST), (2011). *Measure of Performance of Universities in India : An Analysis of the Publication Output in Science and Technology (Study Period 1998-2008)*.

	Université	Indice h
1	<i>University of Hyderabad</i> (CU) Andhra Pradesh	62
2	<i>University of Delhi</i> (CU) Delhi	61
3	<i>Panjab University</i> Chandigarh	59
4	<i>Banaras Hindu University</i> (CU) Uttar Pradesh	58
5	<i>Jadavpur University</i> West Bengal	55
6	<i>University of Pune</i> Maharashtra	47
7	<i>Anna University</i> Tamil Nadu	46
8	<i>University of Madras</i> Tamil Nadu	44
9	<i>Jawaharlal Nerhu University</i> (CU) Delhi	43
10	<i>Aligarh Muslim University</i> Uttar Pradesh	42

Pour consolider la recherche académique l'UGC a mis en place à partir de 1984 des *Inter University Centers* (IUCs) qui mettent du matériel expérimental de pointe à la disposition des universités. Cela permet aux universités qui n'ont pas les moyens de financer la construction ou l'acquisition de certains instruments d'avoir l'opportunité de conduire des activités de R&D de haut niveau. En 2012 il y avait sept IUCs :

1. L'*Inter University Accelerator Center* (IUAC), créé en 1984, est un accélérateur de particules utilisé pour la physique nucléaire, la physique des matériaux, la physique atomique, la biologie, la physique du rayonnement, et la recherche médicale.
2. L'*Inter University Centre for Astronomy and Astrophysics* (IUCAA) a été fondé en 1988 pour centraliser l'activité des groupes de recherche en astronomie et astrophysique et fonctionne comme un laboratoire de recherche. Les principaux domaines de recherche à l'IUACC concernent la gravitation, le magnétisme, la cosmologie, la astrophysique stellaire et interstellaire, l'optique, la physique du système solaire et la radio-astronomie. L'astrophysicien Thanu Padmanabhan, auteur de nombreux ouvrages dont la plupart sont devenues des références pour les étudiants et chercheurs du monde entier, est actuellement professeur à l'IUACC.
3. Créé aussi à la fin des années 1980 en tant qu'IUC le *Consortium for Scientific Research* (UGC-DAE CSR) a pour rôle de fournir un cadre institutionnel qui permet de mettre les

grands instruments du *Department of Atomic Energy* (DAE), à la disposition de la recherche universitaire. Quatre centres ont vu le jour :

- ★ À Indore pour la gestion des synchrotrons Indus 1 et Indus 2.
 - ★ À Mumbai au *Bhabha Atomic Research Centre* (BARC) pour l'utilisation de faisceaux de neutrons.
 - ★ À Kalpaka pour les instruments de l'*Indira Gandhi Center for Atomic Research* (IGCAR).
 - ★ À Calcutta au *Variable Energy Cyclotron Center* (VECC) pour la physique théorique.
4. Le *Consortium for Educational Communication* (CEC) participe à la coordination des *Educational Media Research Centers* (EMRCs) et des *Audio Visual Research Centres* (AVRCs) créés par l'UGC dans dix-huit universités. Ces centres éditent des documents multimédias destinés à un usage éducatif. En parallèle, ils organisent des stages de formation du personnel universitaire pour l'utilisation de ces nouveaux outils d'enseignement.
 5. L'*Information and Library Network Center* (INFLIBNET) à Amedhabad supervise le partage de l'information (bibliothèques, publications, etc.) entre les universités et centres de recherche. INFLIBNET gère les bases de données des centres de documentation au niveau national, et conduit de la R&D pour l'optimisation des logiciels d'édition et de traitement de base de données.
 6. L'*Inter University Centre for International Studies* (IUCIS), à Hyderabad, est destiné à offrir une plateforme académique pour les chercheurs indiens mais aussi pour l'Asie Centrale et l'Asie du Sud en sciences humaines et sociales.
 7. Le *National Assessment and Accreditation Council* (NACC), créé en 1994 à Bangalore a pour mission d'évaluer les performances des universités et *Colleges* et d'accréditer les programmes d'enseignements.

En plus des sept IUCs, l'UGC supervise quatre *National Facilities* :

1. Le *Western Regional Instrumentation Centre*, Mumbai, propose des formations pour l'utilisation des instruments usuels en sciences expérimentales et approvisionne les centres de recherche (spectrophotomètres, chambres à vide, etc.).
2. Le *MST Radar Facilities Center*, à Tirupati, organise la mise à disposition des radars des *MST Radar Facilities* de l'ISRO pour la recherche universitaire en astrophysique et en météorologie.
3. L'*Inter University Centre for Humanities and Social Sciences* (IUCHSS), à l'*Indian Institute of Advanced Study* de Shimla est destiné à rassembler la communauté scientifique sur des sujets de sciences sociales en organisant des séminaires.
4. Le *Crystal Growth Centre*, à Madras, est un laboratoire spécialisé dans la croissance des cristaux, leurs caractérisations et leurs applications.

Dans le cadre du douzième plan quinquénal, l'UGC a proposé d'accorder un statut spécial aux universités les plus performantes dans des domaines clés de la R&D. En 2012, les universités retenues pour le statut *University with Potential for Excellence* étaient :

Université	Discipline(s)
<i>Jadavpur University</i> , Salt Lake Campus, Calcutta	STIC et nanotechnologies
<i>Pune University</i> , Ganeshkhind Road , Pune	biochimie et biotechnologies
<i>University of Hyderabad</i> , Kukatpally, Hyderabad, Andhra Pradesh	recherche multidisciplinaire
<i>Jawaharlal Nehru University</i> , New Mehrauli Road, New Delhi	génétique, génomique et biotechnologies
<i>University of Madras</i> , Chennai, Tamilnadu	botannique
<i>Madurai Kamraj University</i> , Nagamalai Puthukottai, Tamilnadu	nanotechnologies appliquées à la biologie
<i>North Eastern Hill University</i> (NEHU), Shillong, Meghalaya	biophysique
<i>University of Calcutta</i> , Senate House, Calcutta	biophysique
<i>University of Mumbai</i> , Mumbai	éco-technologies

IV.2) Les écoles d'ingénieurs

L'enseignement technique concerne les sciences de l'ingénieur, le management, l'architecture, l'urbanisme, la pharmacie, les arts appliqués, l'hôtellerie et la restauration. La création d'instituts dédiés à l'enseignement technique a été initiée par les britanniques avant l'indépendance pour la formation de contremaîtres indiens dans le secteur des bâtiments publics, des routes, des chemins de fer, ainsi que pour former du personnel indien à l'utilisation d'appareils militaires. Les ingénieurs haut gradés étaient recrutés au Royaume-Uni, mais leur nombre était insuffisant. Les premiers établissements d'enseignement technique ont vu le jour dans la première moitié du XIX^{ème} siècle à Roorke, Mumbai, Madras, Calcutta et Pune. Au moment de l'indépendance l'Inde disposait ainsi d'une cinquantaine d'écoles d'ingénieurs qui accueillaient quatre mille étudiants. Le nombre d'écoles d'ingénieurs n'a ensuite cessé d'augmenter pour répondre aux objectifs de la politique scientifique. En 1951, le premier *Indian Institute of Technology* fut créé à Kharagpur, puis en 1959 les *Regional Engineering Colleges* (RECs) et trois ans plus tard le statut *Institute of National Importance* (INI) fut accordé aux IITs. Les RECs devinrent les *National Institutes of Technology* (NITs) en 2003 et aujourd'hui avec les IITs ils font partie des plus prestigieuses écoles polytechniques de l'Inde. Le gouvernement créa le *All India Council of Technical Education* (AICTE) sous l'UGC en 1987 pour administrer l'enseignement technique au niveau national. En 2012, il y a plus de quatre vingt écoles d'ingénieurs et plus de vingt mille *Colleges* délivrant des B.Tech et M.Tech (voir le tableau 4.4).

Le nombre annuel de diplômés d'écoles d'ingénieurs et de *Colleges* techniques est passé de cinq cent mille en 2010 à sept cent mille en 2011. Les diplômés des écoles d'ingénieurs deviennent en général les acteurs principaux de la R&D industrielle. Cependant, seulement 25 % des nouveaux diplômés parviennent à trouver un emploi. Face à ce constat, le MHRD a mis en place les *Board of Apprenticeship and Training* (BOATs). Leur objectif est de faciliter l'insertion professionnelle des nouveaux diplômés en proposant des périodes d'apprentissage d'un an au sein d'entreprises partenaires. Les quatre BOATs se situent à Mumbai pour le secteur ouest, à Kanpur pour la région

nord, à Calcutta pour l'est et à Chennai pour la partie sud. La R&D au sein des écoles d'ingénieurs est quasi inexistante, excepté dans les IITs où elle représente environ un tiers de l'activité.

Les pôles de l'enseignement technique

Parmi les quatre vingt écoles d'ingénieurs, certaines ont été reconnues pour la qualité de l'enseignement et de la recherche qu'elles hébergent. Afin de les distinguer, le gouvernement les a déclarées *Institute of National Importance* (INI), un statut qui leur permet davantage d'autonomie académique et leur facilite les démarches budgétaires. Cela concerne notamment les quinze *Indian Institutes of Technology* (IITs), les trente *National Institutes of Technology* (NITs) et les cinq *Indian Institutes of Science Education and Research* (IISERs). Pour récapituler, les écoles d'ingénieurs financées par le gouvernement central sont :

ÉCOLES D'INGÉNIEURS	81
<i>Institutes of National Importance</i>	67
- <i>Indian Institutes of Technology</i> (IITs)	15
- <i>National Institutes of Technology</i> (NITs)	30
- <i>Indian Institutes of Information Technology</i> (IIITs)	4
- <i>Indian Institutes of Science Education and Research</i> (IISERs)	5
- Autres INIs	13
<i>Indian Institute of Science</i> (IISc)	1
Autres	13

- ★ Les trente *National Institutes of Technology* ont reçu le statut INI en 2007. Ils sont généralement en tête des classements académiques, après les IITs et l'IISc. Les NITs offrent des formations en ingénierie, de la licence au doctorat et l'admission se fait selon un concours commun très sélectif : le *All India Engineering Entrance Examination*.
- ★ Les cinq *Indian Institutes of Science Education and Research* (Calcutta, Pune, Mohali, Bhiopal, Thiruvananthapuram) sont des nouvelles écoles d'ingénieurs mises en place par le MHRD en 2010 en suivant le modèle des NITs. Ces nouvelles écoles disposent déjà du statut INI et le concours d'entrée (IIT-JEE) est très sélectif. À l'heure d'aujourd'hui, ils apparaissent comme des pôles de l'enseignement technique en devenir. La création des IISERs s'inscrit dans la continuité de celle du *National Institute of Science Education and Research* à Bhubaneswar par le DAE en 2006 sur le modèle de l'IISc de Bangalore.
- ★ L'*Indian Institute of Science* (IISc) à Bangalore fait partie du petit groupe d'institutions indiennes qui rayonnent mondialement. L'IISc est dans une situation intermédiaire entre enseignement technique et généraliste, recherche appliquée et recherche fondamentale. L'IISc délivrent aussi bien des diplômes de M.Tech que de M.Sc et ses activités de recherche vont de la gravitation quantique à l'optimisation des réseaux de télécommunications. En termes institutionnels, voire académique comme on vient de l'évoquer, il est naturel de placer l'IISc aux côtés des IITs, puisque c'est un Institute. Toutefois, le champ disciplinaire couvert par le

IISc se révèle bien plus large que celui des IITs ou des autres écoles d'ingénieurs et il aurait aussi sa place dans la partie sur la recherche universitaire puisqu'il délivre aussi des B.Sc et des M.Sc et hébergea des projets de recherche aussi diversifiés que ceux des *Central Universities* les plus performantes. L'IISc fait l'objet d'un paragraphe au chapitre : [Les grands acteurs passés et présents de la science en Inde, personnes et institutions.](#)

Indian Institutes of Technology

Le premier IIT a été créé à Kharagpur en 1951 au Bengale Occidental sans soutien étranger, alors que les cinq suivants, créés entre 1958 et 1961, ont bénéficié de l'aide de différents pays. Celui de Mumbai, créé en 1958, a reçu l'aide de l'UNESCO et de l'URSS, celui de Kanpur, fondée en 1959 celle des États-Unis, tandis que l'Allemagne apportait la même année son soutien à la création de l'IIT Chennai. Enfin le Royaume-Uni participa à la création de l'IIT Delhi en 1961. L'*IIT Act* fut adopté par le Parlement en 1961 faisant des six premiers IITs des *Institutes of National Importance*. Plus récemment, l'IIT Guwahati a été créé en 1994 et suite à l'éveil économique de l'Uttar Pradesh à la fin des années 1990 le *Thomson College of Civil Engineering* devint l'IIT Roorke en 2001. Six nouveaux IITs ont été créés en 2008, toujours par décision parlementaire, dont l'IIT Jodhpur (Rajasthan) en collaboration avec des universités françaises. Enfin en 2012 l'*Institute of Technology* de la prestigieuse *Banaras Hindu University* est devenu IIT Varanasi (BHU). L'*IIT Council* supervise l'ensemble des quinze IITs au plus haut niveau. Il est dirigé par le ministre du MHRD et comprend des membres du Parlement. Chaque IIT est dirigé par un *Board of Governor*, nommé par le gouvernement central. Les *Boards of Governors* disposent de peu d'autonomie financière et administrative et reste sous la dépendance du MHRD. En revanche les IITs disposent d'une autonomie académique aux mains d'un conseil de professeurs (plus de deux cent dans chaque IIT). L'admission dans les IITs se décide selon les résultats obtenus au *Joint Entrance Examination* (JEE) et au *Graduate Aptitude Test Engineering* (GATE). Le JEE, ouvert aux titulaires du diplôme de fin d'études secondaire (*12th class examination*), est l'un des plus sélectifs au monde. Moins de 2 % des candidats sont reçus alors que par exemple les taux d'admission à Harvard et Cambridge sont autour de 7 %. En 2006, sur 300 000 candidats seuls 2 000 ont été admis. Si tous les IITs comptent des départements de mathématiques, physique, chimie, mécanique, électricité, informatique, génie civil, chaque institut a aussi ses spécialités propres, par exemple :

IIT	Spécialités
Kanpur	aérospatiale, aéronautique, science des matériaux, métallurgie
Kharagpur	construction navale, métallurgie, géologie, géophysique
Mumbai	aérospatiale, aéronautique, informatique, génie civil
Delhi	informatique, textile, biochimie, biotechnologies
Chennai	mécanique, océanologie
Roorkee	génie civil, papétrie
Guwahati	électronique

Ces dernières années les IITs ont tendance à se tourner davantage vers l'industrie et les entreprises privées afin d'élargir leurs ressources financières et leur réseau de partenaires. Les IITs s'engagent

ainsi dans des contrats de R&D pour des services de consultance, d'expertise ou d'évaluation de produits. La plupart des IITs disposent désormais de parcs technologiques où peuvent se développer des coopérations avec des partenaires extérieurs. Les initiatives se multiplient, comme l'accueil d'entreprises créées par d'anciens étudiants ou la mise en place d'associations pour la promotion de l'innovation et des transferts de technologie, notamment à Delhi et Kharagpur. Par ailleurs au sein des instituts créés avec le concours de pays étrangers la collaboration internationale se maintient.

IV.3) Les principaux concours d'admission dans l'enseignement supérieur en sciences

L'examen de fin d'études secondaires est le *All India Senior School Certificate Examination* (AISSCE), administré par le *Central Board of Secondary Education* (CBSE) du MHRD. Il existe des équivalents à cet examen selon les états et les lycées, et l'appellation générale est *Higher Secondary Examination*, ou encore *Board Examination* ou *12th class examination*. Il se déroule en deux phases : un examen général en classe 10 (équivalente à la classe de seconde en France) puis un examen spécialisé en classe 12 (équivalente à la classe de terminale). L'examen se déroule en mars - avril et l'annonce des résultats a lieu en mai. Le taux de réussite est d'environ 80 % (87 % pour les filles et 76 % pour les garçons en 2012). L'admission dans les universités se fait en général selon les performances des étudiants au AISSCE. Toutefois les universités les plus prestigieuses imposent souvent un examen indépendant supplémentaire.

Le CBSE est aussi en charge de l'examen *All India Engineering Entrance Examination* (AIEEE) pour l'admission dans la plupart des écoles d'ingénieurs et *Colleges*, qui donne accès aux trente NITs et aux cinq *Indian Institutes of Information Technology* (IIITs). L'examen a lieu en avril et les résultats sont annoncés en mai. Les candidats sont classés selon leur score : au niveau national (*All India Rank* – AIR), et fédéral (*State Rank* - SR). Le AIEEE est ouvert aux candidats ayant passé le AISSCE et obtenu une note supérieure à 10/20. Le taux d'admission dans les écoles qui sélectionnent en fonction de l'AIEEE est autour de 3 % sur plus d'un million de candidats.

L'admission dans les IITs se fait via le *IIT-Joint Entrance Examination* (IIT-JEE), conduit chaque année au printemps par l'un des IITs à tour de rôle. Les candidats doivent avoir réussi leur examen de fin d'études secondaires pour se présenter à l'IIT-JEE. L'examen donne accès à l'enseignement supérieur de premier cycle au sein des IITs. Le taux d'admission est l'un des plus faible au monde : environ 2 % en 2011 pour plus de 500 000 candidats. L'IIT-JEE est aussi considéré comme le second concours le plus difficile en Inde après l'*Engineering Services Examination*, organisé par l'*Union Public Service Commission* (UPSC), qui permet l'admission au corps des ingénieurs du gouvernement, auquel en 2010 plus de 150 000 candidats se sont présentés pour 434 postes.

A partir de 2013 l'admission aux NITs se fera selon les résultats aux deux concours IIT-JEE et AIEEE. Et l'IIT-JEE se déroulera en deux étapes *JEE Main* et *JEE Advanced*.

Pour l'admission en deuxième cycle (et dans certains programmes de thèse), dans les instituts financés par le gouvernement les candidats doivent se présenter au *Graduate Aptitude Test in Engineering* (GATE), mené conjointement par l'IISc et les IITs. À l'issue de l'examen les candidats reçoivent le *GATE Score* (une note calculée en fonction de la moyenne de tous les candidats) qui permet aux instituts de sélectionner les candidats. Enfin, pour suivre des formations qui conduisent au M.Sc dans les IITs les étudiants doivent, en plus, passer le *Joint Admission Test for M.Sc*¹.

Finalement, pour l'admission en programmes de thèses, les étudiants de second cycle dans les

¹Habituellement les IITs délivrent des B.Tech et M.Tech, les cursus qui conduisent au M.Sc sont donc un peu plus selectifs.

universités doivent se présenter au *National Eligibility Test Entrance Examination* (NET) organisé par l'UGC. Le NET détermine aussi l'attribution des bourses *Junior Research Fellowship* (JRF) qui sont délivrées aux meilleurs candidats pour des périodes de cinq ans. Le NET concerne les sciences humaines et sociales, le droit, les sciences de l'environnement, l'informatique et l'électronique. Pour les autres domaines scientifiques (sciences de la vie, physique, mathématiques, chimie, sciences de la terre, océanologie, météorologie) l'examen est mené en coopération avec le CSIR sous appellation UGC-CSIR NET. Il existe de nombreux autres examens et concours au niveau fédéral pour l'admission dans les *State Colleges* et les *State Universities*.

Discipline	Part (%) du total
SHS	36%
Sciences	18%
Commerce	17%
Sciences de l'ingénieur	17%
Médecine	4%
Sciences de l'éducation	3%
Droit	2%
Autre (agriculture, médecine vétérinaire)	3%
Total (nombre d'étudiants)	$\simeq 17$ millions

TABLEAU 4.1 : Nombre d'étudiants inscrits dans l'enseignement supérieur en fonction des disciplines en 2010 – 2011 et part (%) du total. Source : UGC, 2012.

Discipline	Part (%) du total
Sciences	34%
SHS	31%
Sciences de l'ingénieur	9%
Commerce	7%
Agriculture	5%
Sciences de l'éducation	4%
Médecine	3%
Médecine vétérinaire	1%
Droit	1%
Autre	5%
Total (diplômes délivrés)	$\simeq 12\,000$

TABLEAU 4.2 : Nombre de diplômes de doctorats délivrés en 2009 – 2010 en fonction des disciplines (part (%) du total). Source : UGC, 2012.

Diplôme préparé	Part (%) du total
Licence	86%
Master	13%
Doctorat et études post-doctorales	1%
Total (nombre d'étudiants)	$\simeq 17$ millions

TABLEAU 4.3 : Nombre d'étudiants inscrits dans l'enseignement supérieur en fonction du diplôme préparé en 2010 – 2011. Source : UGC, 2012.

	Part (%) du total
<i>Arts & Sciences Colleges</i>	28%
<i>Teacher Training Colleges</i>	28%
<i>Medical Colleges</i>	24%
<i>Engineering Colleges</i>	7%
<i>Women Education Colleges</i>	4%
<i>Law and Legal Colleges</i>	4%
<i>Managment College</i>	3%
Autres	2%

TABLEAU 4.4 : Les *Colleges* et leur répartition selon les spécialités, indépendamment du statut légal. Calculé à partir des données du site www.studyguideindia.com/ sur un total de 30 322 *Colleges*.

	Universités	<i>Colleges</i>	Enseignants	Étudiants
1950 – 51	30	700	2 400	400 000
2010 – 11	600	30 000	810 000	17M
Facteur d'accroissement	$\times 20$	$\times 45$	$\times 35$	$\times 43$

TABLEAU 4.5 : Évolution du nombre d'universités, d'enseignants, d'inscriptions, de *Colleges* et facteurs d'augmentations (*Fold Increase*) entre 1950–1951 et 2010–2011. Par exemple en 1951 le nombre d'enseignants s'élevait à 24 000 et est 34,7 fois plus important en 2011. Source : UGC, 2012.

		Universités		<i>Colleges</i>	
État		Nombre	Part (%)	Nombre	Part (%)
1	TAMIL NADU	59	9%	2267	7%
2	UTAR PRADESH	58	9%	3859	12%
3	RAJASTHAN	48	8%	2412	7%
4	ANDHRA PRADESH	46	7%	4066	12%
5	MAHARASHTRA	44	7%	4631	14%
6	KARNATAKA	42	7%	3078	9%
7	GUJARAT	36	6%	1836	6%
8	MADHYA PRADESH	28	4%	2236	7%
9	WEST BENGAL	26	4%	942	3%
	DELHI	25	4%	243	1%
	Sous total	412	70%	25 570	77%
10	HARYANA	22	3%	902	3%
11	BIHAR	21	3%	663	2%
12	KERALA	19	3%	1063	3%
13	ODISHA	19	3%	1100	3%
14	UTAR KHAND	19	3%	360	1%
15	HIMACHAL PRADESH	18	3%	344	1%
16	PUNJAB	17	3%	852	3%
17	CHATTISGARH	15	2%	641	2%
18	JARKHAN	12	2%	231	1%
19	JAMMU KASHMIR	11	2%	328	1%
20	ASSAM	10	2%	507	2%
21	MEGHALAYA	9	1%	64	~
22	SIKKIM	5	1%	15	~
23	PONDICHERRY	4	1%	86	~
24	NAGALAND	4	1%	55	~

TABLEAU 4.6 : Les disparités régionales du système d'enseignement supérieur en 2010 – 2011. Répartitions des universités (634) et des *Colleges* (33 023) dans les états de la république de l'Inde, Delhi inclu, les six autres *Union Territories* étant négligeable. Les quatres états du nord-est (Arunachal Pradesh, Manipur, Mizoram, Tripura), en retard économique, ne sont pas non plus présents. Source : UGC, 2012.

Institutions	Nombre
<i>Central Universities</i>	43
<i>Deemed Universities</i>	129
<i>Indian Institute of Technology (IITs)</i>	15
<i>National Institute of Technology (NITs)</i>	30
<i>Indian Institute of Information Technology (IIITs)</i>	4
<i>Indian Institute of Management (IIMs)</i>	13
<i>Indian Institute of Science (IISc)</i>	1
<i>Indian Institute of Science Education and Research (IISERs)</i>	5
<i>National Institute of Teacher and Training Research NITTRS</i>	1
<i>Autres (Indian School of Mines, National Institute of Fundry and Forge Technokgy)</i>	9
<i>Sanskrit and Vedic Institutions</i>	4
<i>Hindi and other languages</i>	4
<i>Administration (National University of Educational Planning and Administration)</i>	1
<i>Publication, édition (National Book Trust of India)</i>	1
Nombre totale :	260

TABLEAU 4.7 : Liste récapitulative des institutions publiques du système d'enseignement supérieur et de formation à la recherche. Source : MHRD, *Annual Report 2012*.

	Université	Nombre de Publications	Part (%) des publications indiennes	Part (%) d'articles cités
1	<i>University of Delhi</i>	6 572	1.84%	74%
2	<i>Banaras Hindu University</i>	5 951	1.67%	76%
3	<i>Jadavpur University</i>	5 328	1.49%	70%
4	<i>Anna University</i>	4 250	1.19%	65%
5	<i>University of Madras</i>	3 338	0.94%	79%
6	<i>University of Calcutta</i>	3 160	0.89%	71%
7	<i>Aligarh Muslim University</i>	2 880	0.81%	72%
8	<i>Panjab University</i>	2 829	0.79%	77%
9	<i>Annamalai University</i>	2 617	0.73%	71%
10	<i>University of Hyderabad</i>	2 511	0.70%	81%
11	<i>Jawaharla Nerhu University</i>	2 296	0.64%	75%
12	<i>University of Rajasthan</i>	2 096	0.59%	73%
13	<i>University of Mysore</i>	2 087	0.59%	72%
14	<i>University of Mumbai</i>	2 020	0.57%	74%
15	<i>Punjab Agricultural University India</i>	1 970	0.55%	56%
16	<i>University of Pune</i>	1 910	0.54%	79%
17	<i>Andhra Universiyt</i>	1 901	0.53%	63%
18	<i>Cochin University of Science and Technology</i>	1 784	0.50%	71%
19	<i>CCS Haryana Agricultural University</i>	1 746	0.49%	54%
20	<i>Osmania University</i>	1 741	0.49%	64%
	Total	58 987	17%	71%

TABLEAU 4.8 : Liste des vingt universités les plus productives entre 1998 et 2008, toutes disciplines confondues. Source : CSIR-NISTADS, 2011.

Discipline	Part (%) des publications universitaires dans la discipline	Université la plus productive	Université la plus citée
Physique	51%	<i>University of Delhi (CU)</i>	<i>Panjab University</i>
Chimie	47%	<i>Jadavpur University</i>	<i>Hyderabad University</i>
Mathématiques	54%	<i>University of Delhi</i>	IUCAA
Biologie	43%	<i>University of Madras</i>	<i>University of Delhi</i>
Agriculture	43%	<i>Punjab Agricultural University</i>	<i>University of Delhi</i>
Énergies	30%	<i>Jadavpur University</i>	<i>Anna University</i>
Sc. de l'environnement	42%	<i>Anna University</i>	<i>Anna University</i>
Génie chimique	42%	<i>University of Mumbai</i>	<i>University of Mumbai</i>
Sc. de l'ingénieur	29%	<i>Anna University</i>	<i>Jadavpur University</i>
Sc. des matériaux	41%	<i>Anna University</i>	<i>Anna University</i>

TABLEAU 4.9 : La recherche universitaire selon les disciplines entre 1998 et 2008 : la part des publications universitaires dans la production scientifique de l'Inde et les universités les plus performantes (université la plus productive et université la plus citée).
Source : CSIR-NISTADS.

Partie V

Les grands acteurs passés et présents de la science en Inde, personnes et institutions

L'Inde est riche d'un passé scientifique éblouissant, comme les Grecs et les Babyloniens. On attribue l'invention du zéro dans son usage moderne à Brahmagupta, un mathématicien et astronome du V^{ème} siècle. Les textes védiques (vers 1000 av. J.-C.) font référence à des nombres aussi grands que 10^{12} . Les triplets de Pythagore et l'idée du théorème éponyme ainsi qu'une méthode de calcul de $\sqrt{2}$ sont mentionnés par Baudhayana au VIII^{ème} siècle av. J.-C. De même, un musicologue, auteur d'un traité en sanskrit sur la prosodie fait référence au triangle de Pascal et aux coefficients binomiaux au III^{ème} siècle av. J.-C. Les fonctions trigonométriques étaient utilisées par le mathématicien Aryabhata à la fin du V^{ème} siècle. Le théorème connu sous le nom de théorème de Rolle fut utilisé par Bhaskara II^{ème} au XII^{ème} siècle. En chirurgie, il est admis que l'opération de la cataracte était connue au moins à partir du VI^{ème} siècle av. J.-C. La religion bouddhiste a conduit à des écoles de philosophie atomistes dès 200 av. J.-C. Le rouet avait probablement été inventé en Inde avant d'être importé en Europe au quatorzième siècle. Le fameux *Iron Pillar*, qui se trouve au Qutb Minar à Delhi et résiste à la corrosion depuis plusieurs millénaires, est un exemple remarquable du savoir-faire des métallurgistes de l'Inde antique. Au niveau institutionnel l'Inde a vu naître (et disparaître) deux universités qui ont rayonné à travers toute l'Asie et même jusqu'à l'Europe : Nalanda au Bihar (VI^{ème}-XII^{ème} siècle après J.-C.) et Taxila aujourd'hui au Pakistan (V^{ème}-VI^{ème} siècle av. J.-C.).

Malgré ce riche passé scientifique, l'infrastructure des S&T à proprement parler ne s'est réellement construite qu'à partir de l'indépendance en 1947. L'industrie était alors peu développée. L'Inde n'a pas connu de révolution industrielle comme celle qui a façonné l'Europe et l'Amérique moderne, et on ne se risque pas en disant qu'elle a servi cette révolution. Selon l'analyste britannique Rajani Palme Dutt : "*The capital to finance the Industrial Revolution in India instead went into financing the Industrial Revolution in England*". L'origine de l'infrastructure des S&T semble essentiellement basée sur le soutien visionnaire de la classe politique au pouvoir après l'indépendance et sur sa coopération avec d'éminents scientifiques tels que Homi Bhabha pour le programme nucléaire, Vikram Sarabhai pour le programme spatial, S.S. Bhatnagar pour l'établissement du CSIR et B.P. Pal pour l'agriculture. L'objet de cette partie est de présenter quelques-uns des personnages et des institutions qui semblent avoir joué un rôle clé dans le paysage scientifique actuel de l'Inde.

Le choix des biographies et des institutions exposées est purement arbitraire. Pour les biographies l'ordre suivi est celui de la date de décès¹ et pour les institutions celui de la date de création.

¹Excepté pour M.S. Swaminathan qui est encore en vie.

V.1) Exemples de carrières scientifiques

Mathématiques : Srinivasa RAMANUJAN

S. Ramanujan est né en 1887 dans la province de Madras au Tamil Nadu dans une famille de brahmanes aux revenus modestes. Son père était comptable dans un magasin de saris. La mère de Ramanujan eut trois autres enfants morts en bas-âge. À l'âge de onze ans Ramanujan commença à éprouver un vif intérêt pour les mathématiques et à quatorze ans il était déjà familier avec les séries infinies et la géométrie. Il inventa une nouvelle méthode pour résoudre les équations quadriques à quinze ans. L'année suivante, il étudia en détail les cinq mille théorèmes de l'ouvrage de G.S. Carr, *A Synopsis of Elementary Results in Pure and Applied Mathematics*. Uniquement intéressé par les mathématiques Ramanujan ne reçut pas de diplôme d'études supérieures à cause de ses faiblesses dans les autres disciplines. À dix-neuf ans, il quitta l'université pour se consacrer aux mathématiques en autodidacte, tout en vivant dans une extrême pauvreté. À vingt-deux ans Ramanujan fut marié à Janaki Ammaal alors âgée de neuf ans. Dans les années qui suivirent, en quête d'un emploi, Ramanujan alla postuler à des postes de fonctionnaires dans les grandes villes de l'Inde du Sud. Il en profitait pour montrer ses cahiers de notes en mathématiques aux grands professeurs qu'il croisait, notamment R. Ramachandra Rao et Ramaswamy Ayer qui publièrent ses premiers travaux dans *Journal of Indian Mathematical Society*. Ramanujan obtint finalement un poste à la Cour des comptes de Madras, pour un salaire de trente roupies par mois (soit dix fois moins que le salaire de J.C. Bose qui enseignait à Calcutta à la même époque). À vingt-sept ans Ramanujan envoya des courriers à des mathématiciens en Angleterre. La plupart restèrent sans réponse, mais G.H. Hardy du *Trinity College* à Cambridge fut stupéfait quand il lut les cahiers de Ramanujan, dans lesquels ce dernier utilisait des méthodes extrêmement originales et sophistiquées pour démontrer des théorèmes qui n'avaient encore jamais été imaginés. Selon le mathématicien Neville, aucune des démonstrations des théorèmes trouvés par Ramanujan ne pourrait être demandée dans les examens de mathématiques, même au niveau le plus avancé. En conséquence de cette reconnaissance, le salaire de Ramanujan fut doublé et il obtint un poste d'enseignant chercheur à l'université de Madras. G.H. Hardy parvint à faire venir S. Ramanujan à Cambridge l'année suivante où il resta quasiment cinq ans, travaillant aux côtés de G.H. Hardy et Littlewood. Il devint membre de la *Royal Society* en 1918 pour ses recherches sur les fonctions elliptiques et la théorie des nombres. Son état de santé se dégrada en Angleterre et il retourna à Madras en 1919 où il mourut à l'âge de 32 ans. Ramanujan était d'une personnalité timide et profondément religieuse, maintenant un régime strictement végétarien y compris durant son séjour en Angleterre. Il disait souvent "pour moi une équation n'a de sens que si elle représente une pensée divine". Voici une anecdote célèbre relatée par G.H. Hardy : "Je me souviens être allé rendre visite à S. Ramanujan alors qu'il était malade à Putney. J'étais monté dans un taxi portant le nombre 1729 et fit la remarque que ce nombre me semblait sans intérêt et que j'espérais que ce n'était pas un signe de mauvais augure. « Non, répondit-il, c'est un nombre très intéressant au contraire, c'est le plus petit nombre pouvant s'exprimer comme la somme de deux cubes de deux manières différentes : $1729 = 1^3 + 12^3 = 9^3 + 10^3$ »."

Dans une lettre, un ami de Paul Erdős écrit : "Paul Erdős nous a fait part de son classement personnel des mathématiciens. Si on évalue les mathématiciens sur la base de leur talent sur une échelle allant de 0 à 100, Hardy serait à 25, J.E Littlewood à 3, David Hilbert à 80 et Ramanujan à 100". Aujourd'hui le génie de Ramanujan est fréquemment comparé à celui de Gauss ou Euler. En 2012 les travaux de Ramanujan sont toujours au cœur de certains domaines de recherches mathématiques contemporaines. G.H. Hardy avoua un jour à Paul Erdős qu'il estimait que sa plus grande contribution aux mathématiques fut de découvrir Ramanujan.

Les débuts des sciences expérimentales en Inde : *Sir Jagadish Chandra BOSE*

J.C. Bose est né en 1858 au Bengale, dans une famille aisée appartenant à la classe politique indienne de l'époque. Il fit une partie de son éducation à Calcutta, au *St Xavier College* de *University of Calcutta* (l'un des *Colleges* les plus prestigieux encore aujourd'hui). Il étudia ensuite la médecine à *University of London* puis les sciences naturelles au *Christ's College* de Cambridge. J.C. Bose suivit les cours d'éminents professeurs comme Lord Rayleigh, Michael Foster, James Dewar, Francis Darwin et Francis Balfour. C'est à ce moment qu'il se lia d'amitié avec Acharya Prafulla Chandra Ray le père de la chimie moderne en Inde qui étudiait alors à Edinburgh. À 27 ans J.C. Bose retourna à Calcutta et obtint un poste de professeur de physique au *Presidency College*, où il subit de nombreuses discriminations notamment concernant son salaire, ne percevant qu'un tiers de ce que recevaient ses collègues européens. Pour protester il refusa de toucher la moindre somme et continua d'enseigner pendant trois ans jusqu'à ce que le directeur du *Presidency College* accepte de lui accorder le même salaire que celui des professeurs européens. Par ailleurs pour conduire ses recherches, le gouvernement britannique ne lui offrait aucun budget et J.C. Bose dut puiser dans ses propres ressources pour se procurer le matériel nécessaire à ses expérimentations. J.C. Bose fut d'abord un pionnier dans les recherches sur les ondes radio. Il est reconnu aujourd'hui comme le père des télécommunications sans fil. Une quinzaine d'années après les travaux de J.-C. Maxwell sur les lois de l'électromagnétisme et un an après la première tentative réussie de communication radio par Nikola Tesla en 1893, J.C. Bose réussit à déclencher une détonation à une distance de vingt-cinq mètres en utilisant un signal radio. Il publia en 1895 son premier article scientifique : "Sur la polarisation des rayons électriques par les cristaux biréfringents". J.C. Bose est le premier à avoir utilisé des cristaux semi-conducteurs pour la détection des ondes radio. Toutefois il n'était pas intéressé par la portée commerciale de ses découvertes, et la plupart de ces travaux sur les ondes ont fait l'objet de dépôt de brevets au nom d'ingénieurs européens. Il écrivit à Rabindranath Tagore en 1901 : "J'aimerais que vous puissiez voir le terrible attachement que l'on a dans ce pays pour le profit... cette convoitise pour l'argent... Si je mettais le doigt dans cet engrenage, il n'y aurait plus d'échappatoire pour moi". Le lauréat du Prix Nobel de physique de 1977, Sir Nevill Mott estime que "J.C. Bose était en avance sur son temps d'au moins soixante ans, ayant anticipé l'existence de semi-conducteurs de type N et P". J.C. Bose s'intéressa ensuite à la botanique et inventa le crescographe pour mesurer la réponse des plantes à différents stimuli électromagnétiques, il fut ainsi le premier à suggérer une analogie entre les tissus végétaux et animaux. Malgré son aversion pour le système de propriété intellectuelle, il déposa un brevet pour le crescographe en 1904 sous la pression de ses pairs. J.C. Bose fut le premier indien à recevoir un brevet à l'Office des brevets américain en 1904. En littérature, J.C. Bose publia en 1896 la première œuvre majeure de science-fiction bengali, devenant le premier écrivain de science-fiction en langue bengali. Il mourut à Calcutta en 1937 à l'âge de 79 ans.

La chimie : Acharya Prafulla CHANDRA RAY

A.P. Chandra Ray est né en 1861 au Bengale, dans une riche famille brahmane de propriétaires terriens. À neuf ans il fut atteint d'une grave dysenterie et dut arrêter l'école pendant deux ans. Cette pause lui permit de développer une passion pour la littérature anglaise et bengali. Il connaissait le latin, le grec, et l'histoire européenne. Il poursuivit ensuite son éducation à Calcutta, au *Presidency College*. À 21 ans, il partit pour le Royaume-Uni (le voyage durait un mois à cette époque) étudier à *University of Edinburgh* en Écosse. Il commença parallèlement à militer pour l'indépendance de l'Inde en écrivant des textes critiques de la domination britannique. À 27 ans il reçut son diplôme de doctorat en chimie. De retour en Inde il alla travailler avec son ami J.C. Bose dans les laboratoires

de University of Calcutta où il obtint un poste de professeur assistant en chimie. Ses cours, où il mettait aussi à l'œuvre ses connaissances en littérature et en histoire, furent remarquablement appréciés par les étudiants. Ses travaux sur le nitrite de mercure lui valurent une renommée mondiale et ses recherches en chimie l'amènèrent à créer la compagnie Bengal Chemicals & Pharmaceuticals, la première entreprise pharmaceutique indienne. Il participa aussi à l'établissement de nombreuses industries bengalies comme Bengal Potteries, Bengal Enamel, Calcutta Soap, National Tanneries devenant l'un des pionniers de l'industrialisation et de l'émancipation du pays. A. P. Chandra Ray mourut en 1944 âgé de 83 ans, faisant don de tout ce qui lui appartenait à des organisations caritatives.

Le programme nucléaire indien : Homi Jehangir BHABHA

Homi Jehangir Bhabha est né à Mumbai en 1909 dans une famille de riches industriels d'origine parsie (il est un cousin éloigné de Dorabji Tata). Il fit son éducation dans les prestigieuses écoles de Mumbai puis au *Caius College* de *Cambridge University* en Angleterre. Ses parents souhaitaient qu'il suive des études en sciences de l'ingénieur pour ensuite travailler au sein de la compagnie familiale Tata Steel Limited. Cependant H.J. Bhabha s'orienta préférentiellement vers la physique théorique et suivit des études en mathématiques. Il travailla au célèbre *Cavendish Laboratory* pour son doctorat sur l'absorption des radiations cosmiques. Il se rendit aussi à Copenhague pour rencontrer Niels Bohr passant peu à peu de la physique mathématique à la physique nucléaire. Sa contribution majeure concerne la théorie de la diffusion des particules ponctuelles et le calcul de la section efficace de diffusion d'un électron et d'un positron (*Bhabha scattering*). En 1939 la seconde guerre mondiale le força à revenir s'installer en Inde. Il accepta d'abord un poste de professeur à l'Indian Institute of Science de Bangalore présidée par le lauréat du Prix Nobel de physique de 1930, C. V. Raman. Au sein de l'IISc il créa la *Cosmic Ray Research Unit*. Durant cette même période J. H. Bhabha pressa les leaders du *Congress Party*, dont Nehru, à envisager un vaste programme nucléaire pour l'Inde une fois l'indépendance obtenue. En 1945 J. H. Bhabha participa à la création du *Tata Institute of Fundamental Research* à Mumbai puis à celle de l'*Atomic Energy Commission* en 1948 qu'il présida jusqu'à sa mort en 1966. Un an après l'indépendance en 1947, Nehru désigna J.H. Bhabha pour diriger le programme nucléaire indien. Dans les années 1950 Bhabha représentait l'Inde au sein de l'IAEA et fut président de la conférence des Nations Unies sur l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire à Genève en 1955. Il est aussi à l'origine de la création du *Trombay Atomic Energy Establishment* en 1954 (rebaptisé *Bhabha Atomic Research Center*). Après la guerre sino-indienne de 1962, J.H. Bhabha commença à promouvoir publiquement la construction de l'arme atomique, ce que la classe politique finit par approuver. Les recherches eurent lieu au *Trombay Atomic Energy Establishment* et le premier test nucléaire indien au Rajasthan en 1974. J.H. Bhabha mourut tragiquement en 1966 dans un accident d'avion, lequel s'écrasa sur le Mont Blanc alors qu'il se rendait à New York.

L'Histoire : Damodar Dharmananda KOSAMBI

D.D. Kosambi est né en 1907 à Goa. À onze ans il partit vivre aux États-Unis avec son père en charge d'effectuer une étude sur la philosophie bouddhiste à Harvard. D.D. Kosambi fut admis sans peine à Harvard en 1924. Mais avant d'intégrer la prestigieuse université, il décida de retourner en Inde quelques temps pour accompagner son père et commença donc ces études supérieures à *Gujarat University*. Le père de D.D. Kosambi faisait partie du cercle d'amis de Mahatma Gandhi à cette période. En 1926 D.D. Kosambi revint à Harvard et intégra l'université. Kosambi étudia dans un premier temps les mathématiques sous la houlette du grand mathématicien George David

Birkhoff. Birkhoff incita Kosambi à se consacrer totalement à la discipline, mais au lieu de cela, il choisit de suivre de nombreux autres cours, et excella dans chacun d'entre eux. Après avoir obtenu sa licence en 1929 il retourna en Inde où il put enseigner l'allemand et les mathématiques à la prestigieuse *Banaras Hindu University*. Son premier article de recherche date de 1930, il avait alors 23 ans, et porte sur la précession des orbites elliptiques. En 1931 il se maria et fut recruté par le mathématicien français André Weil pour enseigner les mathématiques à ses côtés à *Aligarh Muslim University*. Pendant deux années à Aligarh il publia huit articles sur la géométrie différentielle, dans les plusieurs langues européennes qu'il maîtrisait (français, anglais, italien et allemand). Il se déplaça ensuite à Pune où il travailla au *Fergusson College* et commença des recherches pluridisciplinaires. En s'intéressant d'abord à la numismatique il s'initia à l'histoire ancienne. Il apprit le sanskrit et lut les œuvres classiques de la littérature et de la philosophie asiatique. En 1945 Homi J. Bhabha l'invita au *Tata Institute of Fundamental Research* pour enseigner les mathématiques. Il voyagea en Angleterre et aux États-Unis, notamment à l'*Institute of Advanced Study* de Princeton, en tant que professeur invité. À son retour en Inde dans le contexte de la Guerre froide il milita pour la Paix et fut désigné membre de l'organisation mondiale pour la paix, ce qui l'amena à se rendre aux congrès de Beijing, Helsinki et Moscou. En 1956 il publia son œuvre majeure *An Introduction to the Study of Indian History*, réécrivant l'histoire antique de l'Inde en adoptant une approche matérialiste, qui lui valut le surnom de "patriarche du courant marxiste de l'historiographie indienne". Il visita la Chine à plusieurs reprises entre 1952 et 1962. En assistant au déroulement de la révolution chinoise, il devint de plus en plus critique par rapport à la modernisation et au développement tels qu'ils étaient envisagés par la classe politique indienne dirigeante (*National Congress*). Ses relations avec le gouvernement et particulièrement J.H. Bhabha se dégradèrent et D.D. Kosambi quitta le *Tata Institute of Fundamental Research* en 1962. Cependant en 1964, grâce à l'effort de ses amis et collègues il fut nommé scientifique émérite du CSIR. En 1965 il publia un autre livre majeur : *The Culture and Civilisation of Ancient India*, ainsi qu'un article dans *Scientific American* sur la numismatique dans lequel il faisait des prévisions pour l'âge des pièces basées sur des méthodes de statistiques et de théorie des nombres. D.D. Kosambi mourut à 59 ans à Pune. En tant qu'historien Kosambi révolutionna l'historiographie indienne par une approche matérialiste, se démarquant totalement des écoles impérialistes ou nationalistes.

L'aérospatial : Vikram Ambalal SARABHAI

V.A. Sarabhai est né en 1919 au Gujarat, dans une famille de riches marchands jaïns. De même que J. H. Bhabha il fit ses études supérieures à Cambridge et s'intéressa aussi aux rayons cosmiques puis la guerre le força à revenir en Inde où il se joignit à Homi Bhabha à l'IISc de Bangalore. En 1947, il fut à l'origine de la création du *Physical Research Laboratory* à Ahmedabad puis de son équivalent à Gulmarg au Cachemire qui inspira le DAE pour la création du *High Altitude Research Center* au même endroit. V. Sarabhai a joué un rôle crucial dans la création de l'ISRO en 1969, et est surnommé le père du programme spatial indien. Il a organisé la création du *Space Science Technology Centre* et des *Rocket Launching Stations* à Thumba, ainsi que celle de l'*Experimental Satellite Communication Earth Station* à Ahmedabad. Il est enfin à l'origine d'institutions pour le développement social via les S&T comme la *Nehru Foundation for Development* et le *Community Science Center*. C'est aussi lui qui a établi l'*Indian Institute of Management* d'A Ahmedabad. Vikram Sarabhai est décédé le 30 décembre 1971 à l'âge de 52 ans.

La physique théorique : Satyendra Nath BOSE

S.N. Bose est né dans la province de Calcutta en 1894, aîné de sept enfants, avec six sœurs cadettes. Il fréquenta le *Presidency College* où il eût J.C. Bose et Prafulla Chandra Ray comme professeurs. Il passa son diplôme de licence à dix-neuf ans en mathématiques appliquées major de sa promotion, et obtint son diplôme de master avec les meilleures notes jamais enregistrées dans les annales de *University of Calcutta*, record toujours d'actualité. À vingt-deux ans il obtint un poste de chercheur à *University of Calcutta* et s'intéressa à la relativité générale et à la mécanique quantique alors que ces deux domaines venaient à peine de voir le jour. Il publia de nombreux articles de physique théorique à partir de 1918. Il parvint notamment à obtenir l'équation du corps noir en ne faisant référence à aucun modèle classique. L'article concernant ce travail ne fut pas accepté pour la publication en Inde et il décida d'en envoyer une copie à Albert Einstein en Allemagne. Einstein le soumit au nom de S.N. Bose à la prestigieuse revue *Zeitschrift für Physik*, qui l'accepta sans problème. Cet épisode lui permit de se rendre en Europe pour travailler dans un laboratoire de cristallographie aux côtés de Louis de Broglie, Marie Curie et Albert Einstein. Il revint ensuite s'installer en Inde à Dhaka (aujourd'hui au Bangladesh) où il enseigna à *University of Dhaka*. Son laboratoire devint rapidement un pôle pour la recherche utilisant la spectroscopie. La contribution majeure de S.N. Bose date de ses années passées à Dhaka et concerne la physique statistique. S.N. Bose est le premier à avoir donné une explication pour rendre compte de l'inexactitude de la distribution de Maxwell-Boltzmann dans le cas de particules microscopiques soumises au principe d'incertitude de Heisenberg. C'est à cette occasion qu'il suggéra que le volume élémentaire de l'espace des phases peut-être pris égal à h^3 . Il envoya à nouveau son travail à Albert Einstein qui le publia au nom de S. N. Bose toujours dans *Zeitschrift für Physik* en 1924 ("*Planck's Law and the Hypothesis of Light Quanta*"). L'idée de Bose permit à Einstein de prévoir le phénomène connu sous le nom de condensat de Bose-Einstein. Ce phénomène a été observé expérimentalement plusieurs décennies plus tard en 1995 par Eric Cornell et Carl Wieman qui utilisèrent les méthodes de refroidissement par laser développées par Claude Cohen Tannoudji, Steven Chu et William D. Phillips. Les deux équipes se virent décerner les Prix Nobel de physique 2001 et 1997 respectivement. Quant à la méthode statistique utilisée, elle fut baptisée par P.A.M. Dirac « statistique de Bose-Einstein ».

Au moment de la partition en 1947 Bose retourna à Calcutta pour enseigner à *University of Calcutta*. S.N. Bose est aussi l'auteur d'important travaux en chimie, géologie, zoologie, anthropologie et en littérature notamment pour la promotion de la langue bengali.

A partir des années 1950, S.N. Bose participa à la construction de l'infrastructure des S&T devenant membre du tout récent CSIR. Il fut aussi président de l'*Indian Physical Society*, du *National Institute of Science*, de l'*Indian Statistical Institute*, et de l'*Indian Science Congress* et finalement nommé membre de la *Rajya Sabha*. Il mourut en 1974 âgé de 80 ans.

Protection de l'environnement : Salim Moizuddin ALI ABDUL

Salim Ali est né en 1896 dans une famille musulmane, à Mumbai. Son père mourut alors qu'il avait un an et sa mère lorsqu'il en avait trois. Il fréquenta le *St Xavier's College* de Mumbai, puis dut interrompre ses études pour accompagner sa famille en Birmanie où son père travaillait dans une exploitation de tungstène. À 21 ans il reprit des études de zoologie au *St Xavier's College*. En 1926 il obtint un poste de conférencier au *Prince of Wales Museum* de Mumbai qu'il quitta à l'issue de deux années pour aller étudier au *Zoological Museum* de Berlin en Allemagne sous la direction du célèbre ornithologue Erwin Stresemann. À son retour en Inde en 1930 il décida de continuer l'ornithologie. Il participa à de nombreuses expéditions à travers l'Inde et dans les pays voisins aux côtés de scientifiques allemands et britanniques subissant souvent des discriminations. Après

l'indépendance Salim Ali fut un acteur principal de la gestion de la faune et de la flore en Inde. Sans lui, la *Bombay Natural History Society* (BNHS) aurait probablement disparu. Grâce au renouveau de la BNHS il put créer le *Keolado National Park* au Rajasthan qui fait maintenant partie des 188 sites naturels inscrits au patrimoine mondial de l'humanité. Par ailleurs il participa à la fondation du département d'ornithologie au sein de l'ICAR et empêcha la destruction de ce qui est devenu aujourd'hui le *Silent Valley National Park*. Salim Ali Abdul mourut en 1987 à 90 ans.

Agriculture : M. S. SWAMINATHAN

M. S. Swaminathan est né en 1925 dans une famille influente du Tamil Nadu. Son père mourut alors qu'il avait onze ans. Il fit ses études au Kerala et obtint une licence de zoologie en 1944. Pendant la guerre il décida de s'orienter vers l'agriculture et s'inscrivit à la *Tamil Nadu Agricultural University* où il passa une licence en sciences agricoles. L'année de l'indépendance en 1947 il se déplaça à Delhi à l'*Indian Agricultural Research Institute* pour poursuivre des études en biogénétique. L'UNESCO lui attribua ensuite une bourse pour qu'il se rende aux Pays-Bas travailler sur la génétique de la pomme de terre puis au *Plant breeding Institute* de *Cambridge University*. Il obtint son diplôme doctorat en 1952 pour sa thèse "*Species Differentiation, and the Nature of Polyploidy in certain species of the genus Solanum*". Il accepta un poste d'études postdoctorales à *University of Wisconsin* aux États-Unis puis choisit de rentrer en Inde en 1954. Swaminathan a travaillé au sein d'un grand nombre de collaborations internationales et a joué un rôle déterminant au cours de la *Green Revolution* de l'Inde. Il œuvra pour le développement durable, la sécurité alimentaire et la préservation de la biodiversité. Il fut directeur de l'ICAR entre 1972 et 1979, puis ministre de l'agriculture en 1979 – 1980. Entre 1982 et 1988 il fut nommé directeur général de l'*International Rice Research Institute* et président de l'*International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources* entre 1984 et 1990. Il occupe aujourd'hui la chaire Cousteau de l'UNESCO pour l'écotechnologie et est membre de la *National Commission on Farmers* en Inde.

V.2) Des centres prestigieux pour la formation et la recherche

R&D industrielle : TATA STEEL LIMITED

Tata Steel Limited est une multinationale indienne basée à Mumbai. En termes de production d'acier l'entreprise occupe le 12^{ème} rang mondial. C'est aussi l'entreprise privée la plus importante en Inde en termes de chiffre d'affaire (par ailleurs au 401^{ème} rang mondial selon le classement *Fortune Global 500* de 2012). L'entreprise est implantée dans une cinquantaine de pays sur les quatre continents et emploie plus de 80 000 personnes. Tata Steel Limited a vu le jour en 1907 à l'initiative de Dorabji Tata qui souhaitait élargir l'activité du groupe Tata alors dirigé par son père Jamsetji Tata. Tata Steel est aujourd'hui impliquée dans l'industrie automobile, la construction, les biens de consommation, les emballages, la production d'énergie, l'aérospatiale, la construction de navires, les chemins de fer, et la défense. Depuis 1937 l'entreprise dispose d'une division R&D basée à Jamshedpur au *Research and Control Laboratory*. La R&D au sein de Tata Steel a reçu de nombreuses récompenses au cours des vingt dernières années ("*R&D efforts in Industry*" du DST en 1990, 2001, et 2007 ; élue "meilleur centre de R&D indien" par *NACE International* en 2004 ; prix du *Ministry of Commerce & Industry* pour le plus grand nombre de brevets accordés à une entreprise privée indienne en 2011).

Recherche fondamentale : *Indian Institute of Sciences*

Créé en 1909 l'*Indian Institute of Science* (IISc) à Bangalore se partage avec les IITs l'élite étudiante. L'IISc est réputé pour ses formations et la recherche d'excellence dans les sciences exactes, l'aérospatiale, l'électronique, la métallurgie et les sciences des matériaux. L'IISc regroupe 1 862 étudiants et 500 enseignants-chercheurs, répartis dans sept départements et quarante quatre centres de recherche. Parallèlement aux formations d'excellence en master et doctorat dans plus de vingt-quatre disciplines, l'IISc pilote des programmes de formation continue et accueille chaque année plus de 1 500 scientifiques et ingénieurs. La coopération avec la défense et l'industrie est fructueuse, qu'il s'agisse de contrats de recherches ou de transferts de technologie vers l'industrie et les services. En 2011 l'IISc était le seul institut indien figurant dans le classement de Shanghai des universités entre les rang 301 et 400 toutes disciplines confondues et parmi les cent premiers instituts en chimie, en sciences de l'ingénieur et en informatique.

Agriculture et Agronomie : *Indian Agricultural Research Institute*

L'*Indian Agricultural Research Institute* est né de l'*Imperial Agricultural Research Institute* établi à Pusa au Bihar puis déplacé à Delhi en 1936 à la suite d'un violent tremblement de terre. L'institut a été déclaré *Deemed University* en 1956 par l'UGC et délivre des diplômes de master et de doctorat dans plusieurs disciplines liées à l'agronomie. Les recherches menées au sein de l'IARI ont été cruciales pour le succès de la *Green Revolution*. L'institut dispose de dix-neuf divisions délocalisées : deux centres de recherche pluridisciplinaire à Delhi, huit centres régionaux, deux pépinières, un *Krishi Vigyan Kendra*, et deux *All India Coordinated Projects* sous lesquels fonctionnent seize centres de recherche qui totalisent une force de travail de plus de trois mille personnes.

Physique nucléaire : *Bhabha Atomic Research Centre*

Le *Bhabha Atomic Research Center* (BARC) fut créé en 1954 à Trombay (initialement nommé *Atomic Energy Establishment*). C'est un centre de recherche pluridisciplinaire focalisé sur le développement des applications pacifiques de l'énergie nucléaire. Les premiers réacteurs au BARC furent importés depuis les puissances occidentales, comme la première centrale nucléaire indienne, installée en 1963 en provenance des États-Unis (*Tarapur Atomic Power Plant*). Le réacteur CIRUS dont le plutonium a servi pour le premier test nucléaire indien "Smiling Buddha" en 1974, fut construit en 1960 avec l'assistance du Canada. Les institutions affiliées au BARC sont l'*Indira Gandhi Centre for Atomic Research*, le *Raja Ramanna Centre for Advanced Technology* et le VECC. Le BARC a contribué fortement aux grands projets de la Nuclear Power Corporation of India Limited, notamment KAPP, RAPP et TAPP. Le BARC conduit aussi des recherches en biotechnologies, en agronomie en chimie et en informatique.

Médecine : *All India Institute of Medical Sciences*

Le AIIMS a été créé en 1956 à Delhi, puis déclaré *Institute of National Importance*. L'institut offre des formations de deuxième et troisième cycle dans la plupart des domaines de la médecine couvrant quarante deux disciplines. Chaque année le AIIMS n'admet au niveau licence que 72 étudiants indiens sur plus de 80 000 candidats et cinq étudiants étrangers. Au niveau master environ cinq cents étudiants sont sélectionnés sur 50 000 candidats. La recherche en médecine à l'AIIMS est reconnue mondialement. L'institut publie *The National Medical Journal of India*, l'un des plus prestigieux journaux scientifiques indiens (second en termes de facteur d'impact après *Indian Journal of Medical Research* publié par l'ICMR). L'institut fonctionne aussi comme un hôpital à l'image des CHU en

France. En 2012 le Parlement a officiellement annoncé la création de six nouveaux AIIMS à Patna, Bhopal, Bhubaneswar, Jodhpur, Raipur et Rishikesh.

Recherche appliquée : IIT Mumbai

L'IIT Mumbai a été créé en 1958, dans le cadre d'une collaboration avec l'UNESCO et l'URSS. En 1961 le gouvernement le déclara *Institute of National Importance*. L'IIT Mumbai comprend quatorze départements, six centres de recherche. Les formations offertes par l'IIT Mumbai vont de la licence aux études postdoctorales. Depuis sa création, plus de 39 000 ingénieurs ont été diplômés. Le champ disciplinaire est très vaste et couvre l'ensemble des sciences exactes et des sciences de l'ingénieur ainsi que les SHS comme l'économie, les langues, la philosophie, la psychologie et la sociologie. En 2011, 1 846 diplômés ont été délivrés dont 173 doctorats, soit une progression de 9,2 % par rapport à l'année précédente. L'IIT Mumbai figurait entre les rangs 301 et 350 dans le classement du THE en 2011 – 2012. Sur les 7 670 étudiants du campus 54 % suivent une formation de troisième cycle qui implique des activités de recherche. L'IIT Mumbai a réussi à établir des liens forts avec le secteur industriel. L'IIT Mumbai a connu une augmentation rapide de son budget R&D avec une croissance annuelle moyenne de 26 % entre les années 2001 et 2011. Le matériel expérimental disponible dans les laboratoires de l'IIT est de la plus grande qualité, et est utilisé dans le cadre du programme *Sophisticated Analytical Instrument Facility*.

Sciences Humaines et Sociales : *Indian Institute of Advanced Study*

L'*Indian Institute of Advanced Study* (IIAS) a été créé en 1964 par le MHRD dans le bâtiment qu'avait occupé Lord Dufferin, *Viceroy of India* entre 1884 et 1888. C'est aussi dans ce bâtiment qu'a été décidée la partition de l'Inde et du Pakistan en 1947. En 1991 après décision de l'UGC l'institut a commencé à fonctionner en tant qu'*Inter University Center for Humanities and Social Sciences*. L'institut invite des chercheurs et finance leurs travaux de recherche sur le court terme. Les domaines de recherche couvrent, entre autres, la philosophie, la littérature comparée, l'étude des religions, les relations internationales, les sciences de l'éducation, la logique et l'histoire. Aujourd'hui l'IIAS est l'un des hauts lieux de la recherche en SHS à l'image de l'EHESS en France.

Recherche universitaire : *Jawaharlal Nehru University*

Créée en 1969, *Jawaharlal Nehru University* (JNU) regroupe aujourd'hui plus de 400 enseignants et 5 151 étudiants, le ratio enseignants/étudiants est ainsi l'un des meilleurs en Inde. L'université inclut neuf *Colleges* et vingt-cinq centres de recherche. L'admission se fait sur la base du *All India Entrance Examination*. Les étudiants de JNU proviennent en majorité de Bihar (29,1 %), d'Uttar Pradesh (15,2 %), du Bengale Occidental (11,4 %) et de Delhi (11,4 %). L'université concentre ses activités sur la recherche et les enseignements de troisième cycle. Seule l'école de langues propose un enseignement de premier cycle sanctionné par un *Bachelor of Arts*. Le champ disciplinaire couvert par JNU va des relations internationales aux sciences de l'environnement en passant par les langues, les sciences sociales, les sciences physiques, l'informatique et les sciences de la vie. Elle se distingue par ses *Master of Arts* en relations internationales, droit, commerce, sciences sociales, histoire, sociologie, économie. Les diplômés délivrés par la *School of Languages* sont également particulièrement prisés, notamment en français, japonais, allemand et anglais, de même que les *Master of Science* en informatique, sciences de la vie et sciences de l'environnement. En 2012 le *National Assessment and Accreditation Council*, en charge de l'évaluation des institutions d'enseignement supérieur, attribua à JNU la meilleure note du pays (3,9/4). Enfin, notons que la tradition politique est très forte parmi

les étudiants de JNU, marquée par la prévalence d'un courant communiste. En mars 2012 la *All India Student Association*, affiliée au *Communist Party of India*, a remporté les quatre sièges de la direction de l'assemblée des étudiants.

Partie VI

Les collaborations scientifiques internationales de l'Inde

Le *Ministry of External Affairs* a établi des ailes scientifiques (*Science Wings*) dédiées à la coopération scientifique à Berlin, Moscou et Washington. De plus, dans les Ambassades de l'Inde en Autriche, en France et au Royaume-Uni, un conseiller est chargé de faire évoluer les partenariats principalement pour l'aérospatiale, la défense et l'énergie nucléaire. Les collaborations scientifiques internationales se classent en deux catégories :

- ★ Les collaborations bilatérales qui impliquent l'Inde et un autre pays et sont construites sur la base de *Memorandum of Understanding* (MoU) ou plus généralement d'accords bilatéraux.
- ★ Les collaborations multilatérales, impliquant l'Inde et plusieurs autres pays, généralement supervisées par une agence internationale (qui est souvent une agence des Nations Unies).

VI.1) Les collaborations bilatérales

Traditionnellement, les collaborateurs principaux de l'Inde en S&T sont les États-Unis, le Royaume-Uni, l'Allemagne, le Japon et la France. Les pays en passe de devenir des partenaires scientifiques de premier plan sont la Corée du Sud, l'Australie et la Chine.

La coopération scientifique entre l'Inde et les États-Unis est supervisée par l'*Indo-US Science and Technology Forum* (IUSSTF) créé en 2000 par les gouvernements des deux pays. L'IUSSTF cible six domaines de recherche prioritaires : nanoscience, génomique, modélisation, santé, énergie et environnement, et neurologie. Chaque année, le gouvernement indien offre cinquante bourses d'études à des scientifiques indiens afin qu'ils prolongent leur formation dans des instituts et universités américaines (programme BOYSCAST et *DBT Overseas Associated Programme*). De nombreux *Joint Centres Indo-US* (analogues aux Laboratoires Internationaux Associés franco-indiens) ont été établis, par exemple :

- ★ *Joint Center for Advanced and Futuristic Manufacturing* (IIT Kanpur et *Illinois University*),
- ★ *Joint Center for Geological Carbon Sequestration* (*National Geophysical Research Institute* à Hyderabad et *Pacific NorthWest Laboratory*),
- ★ *Joint Center for Experimental and Theoretical Astroparticle Physics* (IAP et *University of Washington*).

En ce qui concerne la propriété intellectuelle, un MoU a été signé en 2006 entre le DIPP du MCI et le *US Patent office* pour faciliter les procédures et encourager l'innovation.

La coopération indo-britannique est supervisée du côté britannique par l'agence *Research Councils UK* (RCUK) depuis 2002. Les sept *Research Councils* britanniques sont :

1. *Arts and Humanities Research Council*,
2. *Biotechnology and Biological Sciences Research Council*,
3. *Engineering and Physical Sciences Research Council*,
4. *Economic and Social Research Council*,
5. *Medical Research Council*,
6. *Natural Environment Research Council*,
7. *Science and Technology Facilities Council* et son bureau en Inde (*RCUK India*) créé en 2008.

RCUK India met en relation les instituts indiens avec des partenaires britanniques actifs en Inde comme : *One Stop Shop for services and information on education, skills and research* ; *SPARK UK-India* ; *India Research Network (IRN)* ; *Science and Innovation Network (SIN)* ; *British Council India* ; *Department for International Development (DFID)* ; *UK Trade and Industry (UKTI)* ; *The Royal Academy of Engineering (RAEng)* ; *British Academy (BA)* ; *UK India Education and Research Initiative (UKIERI)*.

La coopération scientifique entre l'Inde et l'Allemagne est administrée côté allemand par le *Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)*, l'agence de financement de la recherche en Allemagne analogue à l'ANR française) et son bureau en Inde qui travaille principalement avec le DST, l'INSA et l'UGC. En octobre 2012, le DFG a inauguré la *German House for Research and Innovation* à New Delhi. Il servira de centre de diffusion de l'information sur la R&D et l'enseignement supérieur en Allemagne. L'IIT Madras, le *Research Vessel-Sagar Kanya*, l'*Institute of Remote Sensing* à Chennai et le programme *Welding Technology Roorkee* sont nés d'accords bilatéraux entre les deux pays. Les collaborations principales actuels sont : *Indo Germany Working Group on Coal for Collaborative Projects*, *Projects on Exploration and Mining* et le projet FAIR au LINAC à Damstadt en coopération avec le DST et le DAE.

La collaboration franco-indienne

La France est le cinquième partenaire scientifique de l'Inde, après les États-Unis, l'Allemagne, le Royaume-Uni et le Japon. La dynamique de copublication avec la France n'a réellement décollé qu'à partir de 2005 sans que cette hausse n'ait permis de rattraper le retard pris par rapport aux deux principaux partenaires européens de l'Inde (Allemagne et Royaume-Uni). La coopération franco-indienne s'appuie sur des structures anciennes de grande qualité, tels que le Centre franco-indien pour la promotion de la recherche avancée (CEFIPRA), l'Institut Français de Pondichéry (IFP), le Centre de Sciences Humaines (CSH).

- ★ L'Institut Français de Pondichéry (IFP), créé en 1955 à la faveur du traité de cession des établissements français en Inde, concentre ses activités sur les sciences humaines (indologie) et sociales (dynamiques sociales contemporaines, dynamique des villes d'Asie) et l'écologie. Il est, depuis 2010, rattaché à l'Université de Pondichéry en tant que laboratoire autonome, ce qui en fait un relais intéressant vers le monde universitaire indien.
- ★ Le Centre de Sciences Humaines (CSH), créé en 1983 à Delhi, mène des études socio-politiques et socio-économiques, en particulier sur la gouvernance urbaine, la création de nouvelles configurations agro-industrielles ou l'impact socio-économique des changements climatiques.

Cependant, la collaboration entre la France et l'Inde, centrée sur la physique, l'astronomie-astrophysique, la physique des particules et nucléaire, les géosciences et la microbiologie-virologie-immunologie, concerne avant tout les disciplines de spécialisation de la France, et ne correspondent pas nécessairement aux domaines phares de la recherche indienne (chimie organique, minérale et nucléaire ; chimie générale ; agroalimentaire ; énergie ; génie chimique et industriel ; génie civil et minier et intelligence

artificielle). La France consacre chaque année plus de quatre milliards d'euros à la coopération scientifique et technologique avec l'Inde. Cela inclut :

- ★ la dotation des institutions financées par le Ministère des affaires étrangères et européennes (CEFIPRA, Institut Français de Pondichéry, Centre de sciences humaines de Delhi),
- ★ les programmes de mobilité et de financement de la recherche (bourses Charpak de l'ambassade française en Inde, programme Arcus, Quai d'Orsay Entreprises),
- ★ les actions financées par différents organismes de recherche tels que le CNRS, l'INSERM, l'IRD ou le BRGM : budget de fonctionnement pour les laboratoires franco-indiens, rémunérations des chercheurs en poste en Inde, financement des missions effectuées par les chercheurs.

Dans une période plus récente, plusieurs organismes de recherche français ont mis en place des structures de collaboration franco-indienne. Celles-ci peuvent être classées en trois catégories : des cellules mixtes (de statuts divers) implantées en Inde avec des personnels permanents français et indiens qui leur sont affectés, des laboratoires virtuels avec un objet scientifique ciblé et enfin des réseaux thématiques virtuels avec des objets scientifiques plus larges. Le Service pour la Science et la Technologie (SST) de l'Ambassade de France en Inde à New Delhi est chargé de superviser et d'encourager la coopération scientifique sous toutes ses formes avec l'Inde.

VI.2) Les collaborations multilatérales

L'Inde est impliquée dans des réseaux de collaborations scientifiques multilatérales à travers des agences internationales dont les plus visibles sont celles de l'ONU. L'ONU a aussi développé un réseau d'instituts de recherches et de formations pour la recherche thématique impliquant des partenaires indiens : *United Nation Institute for Training and Research*, *United Nation University*, *United Nation Office for Outer Space Affairs* (UNOOSA) et *Joint United Nations Programme on Hiv/AIDS* (UNAIDS). Le *UN Economic and Social Council* (ECOSOC) a mis en place des commissions régionales et l'Inde fait partie de *UN Economic and Social Commission for Asia and the Pacific* (ESCAP). Il y a seize agences qui fonctionnent dans le cadre d'ECOSOC pour le financement de programmes internationaux sur des problèmes précis. Parmi les agences de l'ONU, celles qui concernent les S&T en Inde sont notamment :

- ★ la *Food and Agricultural Organisation* pour les problématiques agroalimentaires,
- ★ l'IAEA pour les problématiques liées à l'énergie nucléaire,
- ★ l'*International Fund for Agricultural Development*,
- ★ l'UNESCO,
- ★ l'*United Nations Industrial Development Organisation*,
- ★ la Banque Mondiale, l'OMS, et le FMI.

Ces agences de l'ONU ont parfois donné naissance à des agences régionales telles que l'APCTT sous ESCAP, l'*International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology* (ICGEB) ou l'*International Crops Research Institute for Semi Arid Tropic* (ICRISAT), devenues des agences phares du paysage des collaborations multilatérales indiennes.

Au niveau régional, l'Inde est membre des organisations BIMST-EC, ASEAN, et *Indian Ocean RIM association for regional cooperation*, pour la libéralisation des échanges commerciaux en Asie du Sud et le développement économique et social des zones en difficulté. Cela passe par le financement de projets de R&D en agriculture, en sciences de l'éducation, et en économie, comme par exemple la mise en place du système de microcrédit au début des années 2000.

D'autres organisations internationales importantes qui impliquent l'Inde sont les associations d'académies : *International Council for Science* (ICSU), *Inter Academy Panel* (IAP), *Inter Academy Council* (IAC). Ou encore le *Center for Science and Environment* basé à New Delhi pour la promotion du développement durable, et l'*International Foundation for Science* qui dépend du DST.

Depuis l'indépendance, l'Inde est l'un des leaders du non alignement. Au début des années soixante, pour contrer la bipolarisation du monde, les dirigeants de l'Indonésie, du Ghana, de l'Égypte, de la Yougoslavie et de l'Inde se rassemblèrent à Belgrade et donnèrent naissance au mouvement des pays non alignés. Le terme "non alignement" a d'ailleurs été utilisé pour la première fois en 1953 par le diplomate indien V.K. Krishna Menon lors d'une conférence aux Nations Unies. En 1979 Fidel Castro définit la raison d'être du mouvement des non alignés : "lutter contre l'impérialisme, le colonialisme, le néocolonialisme, le racisme, toute forme d'agression venue d'une nation étrangère, de domination, d'occupation, et d'ingérence ou d'hégémonie". En 2012 l'organisation comprend 120 pays membres et 17 pays observateurs, soit près des deux tiers des pays membres de l'ONU, ce qui représente 55 % de la population mondiale. Le mouvement des non alignés a conduit à la création du *NAM S&T Centre*, dont le siège se trouve à New Delhi. L'Inde a ensuite participé à la création et au développement d'autres organisations telles que SAARC et TWAS. La SAARC encourage la coopération dans les domaines de l'agriculture, du développement rural, de la santé, des politiques anti-narcotrafic et de la lutte anti-terrorisme. Et la TWAS, créée en 1983 à l'initiative du lauréat du Prix Nobel 1979 de physique pakistanais Abdul Salam pour la promotion des S&T dans les pays en développement, est maintenant sous la responsabilité administrative de l'UNESCO.

La collaboration indo-européenne - le projet *New INDIGO*

L'Inde a été désignée par la Commission européenne comme un partenaire stratégique. Depuis la signature de l'*Europe-India Science and Technology Agreement* en 2001 un plan d'action commun a été formulé pour créer une infrastructure adaptée au financement de programmes de recherche collaborative. Toutefois, malgré une collaboration fructueuse entre l'Inde et quelques pays européens au niveau bilatéral, particulièrement la France et l'Allemagne, la collaboration indo-européenne au niveau de l'Europe reste peu développée. Ainsi le projet *New Indigo* fut lancé en 2007 pour renforcer la dimension internationale de l'*European Research Area Network*¹ et mettre en réseau la S&T européenne avec la communauté des S&T indienne. *New Indigo* est un consortium d'organisations scientifiques indiennes et européennes engagées dans la promotion de la recherche collaborative. En 2012 *New Indigo* impliquait 28 organisations européennes et indiennes, dont le DST, le DBT, le CSIR et en France le MAE, le CNRS et le MESR. En 2012 trois grands programmes de financement ont débuté :

1. *Networking projects in the field of Biotechnology and Health,*
2. *Networking projects in the field of Water Related Challenges,*
3. *Research projects in in the field of Biotechnology applied to Human Health.*

Sous ces trois volets plus d'une vingtaine de projets sont financés.

Mega Science* : l'Inde dans la collaboration du *Large Hadron Collider

Le LHC est un accélérateur de particules construit par le CERN entre 1998 et 2008. L'anneau dans lequel circulent les faisceaux de particules est enterré à 175 mètres de profondeur et mesure 27 kilomètres de circonférence faisant du LHC le plus grand accélérateur de particules au monde. C'est

¹L'Espace européen de la recherche (EER mais plus connu sous l'acronyme anglais ERA) est un concept créé par la Communauté européenne pour décrire sa politique en matière de recherche et d'innovation.

aussi l'expérience la plus coûteuse de l'histoire : 4,5 milliards d'euros dépensés pour la construction et 800 millions d'euros de dépenses annuelles pour le fonctionnement.

Les particules issues des collisions sont détectées en six points de l'anneau où sont situés des détecteurs spécialement conçus pour répondre à des objectifs de recherche précis :

- ★ CMS et ATLAS pour le boson de Higgs,
- ★ ALICE pour le *Quark Gluon Plasma*,
- ★ LHCb pour l'antimatière,
- ★ TOTEM pour les analyses de sections efficaces et les théories de la diffusion,
- ★ LHCf pour les astroparticules.

Pour l'analyse et le traitement des données (environ 25 petabytes par an) le CERN a mis en place la *LHC Computing Grid* qui inclut plus de 170 centres d'analyses répartis dans 36 pays.

L'histoire de la collaboration entre l'Inde et le CERN commença en 1991 par la signature d'un accord de coopération de dix ans. Dans le cadre de cet accord le *Raja Ramanna Centre for Advanced Technology* (RRCAT) à Indore et d'autres instituts du DAE, notamment BARC, VECC et IGCAR, participèrent au projet LEP-200. Les résultats encourageant de l'Inde conduisirent en 1996 à l'extension de l'accord de 1991, à une augmentation de la participation financière de l'Inde, et à l'attribution du statut d'observateur à l'Inde au sein du comité de direction du CERN aux côtés d'Israël, du Japon, de la Russie, de la Turquie, des États-Unis, de la Commission Européenne et de l'UNESCO.

Dans une période plus récente, cinq instituts indiens de premier plan ont participé à l'expérience CMS dès ses débuts avec les financements du DAE et du DST : TIFR, BARC, *Delhi University*, *Panjab University* et Shantiniketan, rejoints par la suite par le *Saha Institute of Nuclear Physics* (SINP) de Calcutta et l'IIT Mumbai. Les scientifiques indiens ont développé le *Hadron Barrel Outer Calorimeter* (HO-B) et le *Silicon Strip based Pre-shower Detector* (PSD) pour le calorimètre électromagnétique et sont maintenant impliqués dans le traitement et l'analyse des données de l'expérience.

Par ailleurs huit instituts participent actuellement à l'expérience ALICE : VECC, SINP, *Institute of Physics* à Bhubaneswar, *Panjab University*, *Rajasthan University*, *Jammu University*, *Aligarh Muslim University*, IIT Mumbai. Ces derniers seront rapidement rejoints par quatre autres instituts : IIT Indore, *Bose Institute* à Calcutta, *Gauhati University* et NISER. Les groupes de recherche indiens ont participé à la fabrication des *Photon Multiplicity Detectors* (PMD) et de *Tracking Chambers* pour le *Forward Muon Spectrometer*. Enfin l'Inde héberge une dizaine d'unités de calculs de la *LHC Computing Grid*, principalement au TIFR et au VECC.

Constatant les réussites des instituts indiens dans le cadre de cette coopération, plusieurs collaborations internationales ont décidé de faire appel à l'Inde, par exemple pour le projet *Facility for Antiproton and Ion Research* (FAIR) en Allemagne et le projet *Thirty Meter Telescope* (TMT) à Hawaï. Selon le MST la coopération avec le CERN a permis à l'Inde de se faire une place sur la scène internationale de la *Mega Science*.

	Partenaire	Nombre d'articles copubliés entre 2006 et 2010	Part des articles copubliés dans la production scientifique totale de l'Inde
1	États-Unis	13 174	6.6%
2	Allemagne	4 996	2.5%
3	Royaume-Uni	4 555	2.3%
4	Japon	3 368	1.7%
5	France	3 110	1.6%
6	Corée du Sud	2 974	1.5%
7	Canada	2 186	1.1%
8	Chine	2 009	1.0%
9	Australie	1 815	0.9%
10	Italie	1 751	0.9%

TABLEAU 6.1 : Nombre de copublications scientifiques de l'Inde avec ses dix premiers partenaires sur la période 2006–2010, toutes disciplines confondues. Source : Thomson Reuters, *A bibliometric study of India's research output and collaboration*, 2011.



FIGURE 6.1 : Les copublications de l'Inde avec ses principaux partenaires scientifiques en physique, chimie, biologie et mathématiques entre 1998 et 2008. Source : CSIR-NISTADS, 2011.

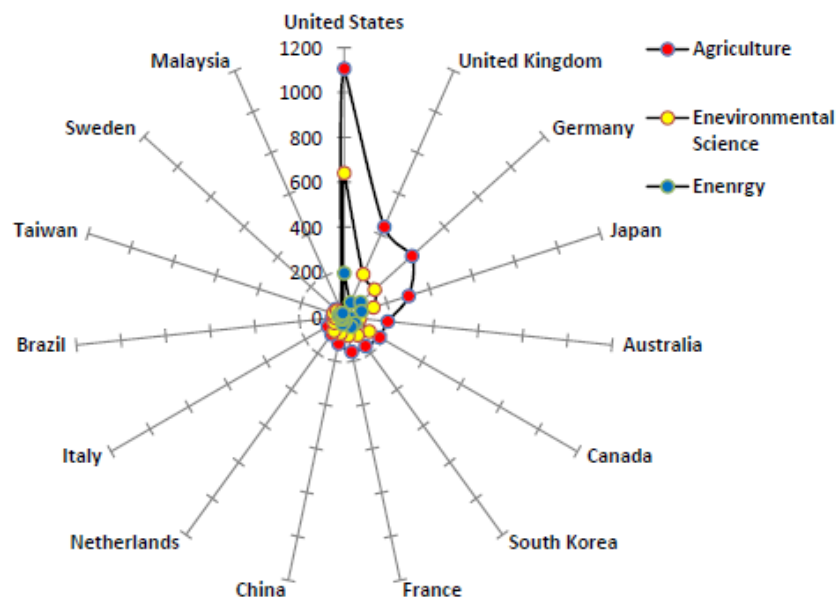


FIGURE 6.2 : Les copublications de l'Inde avec ses principaux partenaires scientifiques en agriculture, sciences de l'environnement et énergies entre 1998 et 2008. Source : CSIR-NISTADS, 2011.

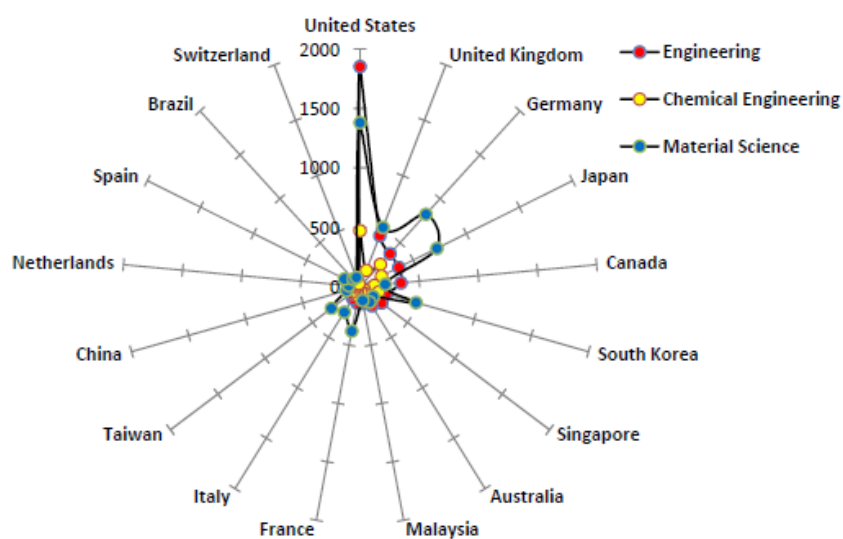


FIGURE 6.3 : Les copublications de l'Inde avec ses principaux partenaires scientifiques en sciences de l'ingénieur, génie chimique et sciences des matériaux entre 1998 et 2008. Source : CSIR-NISTADS, 2011.

Références

Documents généralistes

1. UNESCO (2010). *UNESCO Science Report*.
2. Shukla, R. (2005). *India Science Report, Science Education, Human Ressources and Public Attitude towards Science and Technology*. NCAER.
3. Mohan Ram, H.Y., Tandon, P.N. (2010). *Science in India, Achievements and Aspirations, 75 years of the Academy*. INSA.
4. OCDE (2012). *Science, Technology and Industry Outlook*.

Sciences Humaines et Sociales

1. Department of education in Arts and Aesthetics, NCERT-MHRD (2010). *Country Report, Art Education in India*.
2. India Foundation for the Arts, pour Research Councils UK (2010). *Arts and Humanities Research Mapping, India*.
3. DFID South Asia Research Hub (2011). *Social Science Research in India, A Mapping Report*.

R&D industrielle, innovation, transferts de technologies, collaborations

1. OCDE (2011). *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2011*.
2. WIPO (2012). *2012 World Intellectual Property Indicators*.
3. Viswanathan, R., Dovillez, F., Poussièlgue, N. (2012). *L'innovation en Inde*.
4. Viswanathan, R., Briquet-Laugier, V. (2012). *Les biotechnologies indiennes, 30 ans d'implication politique et scientifique*. Biofutur.
5. NIC, (2012). *Report to the People*.
6. Shni, H. (2008). *Indian Participation in LHC and a Glimpse of the Road Ahead*. (Présentation).
7. Bhanage, V., et al. (2007). *Indian Participation in LHC, SPL, and CTF-3 projects at CERN, Switzerland*. APAC 2007.
8. DSIR (2010). *Directory of Recognised in-house R&D Units*.
9. DST (2010). *Directory of R&D institutions*.

Enseignement supérieur

1. UGC, (2012). *Higher Education in India at a Glance*.
2. UGC, (2011). *Inclusive and qualitative expansion of Higher Education for 2012 – 17*.
3. Nayar, A. (2011). *Educating India*. Nature, vol. 472.
4. Gupta, D., Gupta, N. (2011). *Higher Education in India : Structure, Statistics and Challenges*. Journal of Education and Practice.
5. Kumar, N. (2011). *Status of technical Education in India : Emerging issues and challenges*.

Administration des sciences

1. Morehouse, W. (1971). *Sciences in India, Institution-Building and the Organizational System for Research & Development*. Administrative Staff College of India, Hyderabad. Popular Prakashan, Bombay.
2. SAC-PM (2010). *India as a global leader in Science*. DST.
3. MST (2011). *Report of the Working Group on S&T Human Ressource Development for 12th Five Year Plan*.
4. Ministry of Finance. *Union Budget and Economy Survey*. <http://indiabudget.nic.in/>.
5. Deloitte (2011). *R&D Expenditure, A concept paper*.
6. Prasad, L. (2004). *S&T Policies, System, Inputs and Outputs*. (Présentation).
7. Battelle (2011). *2012 Global R&D Funding Forecast*.
8. Controller of Patent Practice & Procedure (2008). *Manual of Patent Practice & Procedure*.

Bibliométrie et scientométrie

1. Thomson Reuter pour le DST (2010). *A bibliometric study of India's research output and collaboration*.
2. DST (2012). *Bibliometric Study of India's Scientific Publication outputs during 2001 – 2010*.
3. OCDE (2002). *Frascati Manual, Proposed standard practice for surveys on research and experimental development*.
4. NISTADS pour le SERC (DST), (2011). *Measure of Performance of Universities in India : An Analysis of the Publication Output in Science and Technology (Study Period 1998 – 2008)*.
5. Nagaraja, A., Vasanthakumar, M., (2011). *Comparison of Web of Science and Scopus Impact Factors of Indian Journals*. Library Philosophy and Practice (e-journal).
6. Falagas, M., Kouranos, D., Arencibia-Jorge, R., Karageorgopoulos, E., (2008). *Comparison of SCImago journal rank indicator with journal impact factor*. Alfa Institute of Biomedical Sciences, Grèce.

Documents en français

1. Ambassade de France en Inde (2009). *Fiche “Curie” Inde*.
2. Talbot, G. (2008). *La Science en Inde*. Ambassade de France en Inde-SST.
3. SNRI (2012). *Fiche Diagnostique Inde*. MESR.
4. OST et MAE (2004). *Les systèmes nationaux de recherche et d'innovation du monde et leurs relations avec la France : l'Inde*.

La *S&T Policy Resolution* de 2003

Le texte de la *S&T Policy Resolution* de 2003 s'organise en trois parties :

1. Préambule
2. Objectifs de la politique scientifiques
3. Mise en oeuvre
 - a) *Science and Technology Governance and Investments*
 - b) *Optimal Utilization of Existing Infrastructure and Competence*
 - c) *Strengthening of the Infrastructure for Science and Technology in Academic Institutions*
 - d) *New Funding Mechanisms for Basic Research*
 - e) *Human Resource Development*
 - f) *Technology Development, Transfer and Diffusion*
 - g) *Promotion of Innovation*
 - h) *Industry and Scientific R&D*
 - i) *Indigenous Resources and Traditional Knowledge*
 - j) *Technologies for Mitigation and Management of Natural Hazards*
 - k) *Generation and Management of Intellectual Property*
 - l) *Public Awareness of Science and Technology*
 - m) *International Science and Technology Cooperation*
 - n) *Fiscal Measures*
 - o) *Monitoring*
 - p) *The New Vision*

Les deux premières parties ainsi que le dernier point de la troisième partie sont reproduits intégralement ci-dessous en anglais. Le texte complet est disponible sur le lien suivant : <http://www.nstmisdst.org/science-technology-policy.htm>.

A - PREAMBLE

Science and technology have profoundly influenced the course of human civilization. Science has provided us remarkable insights into the world we live in. The scientific revolutions of the 20th century have led to many technologies, which promise to herald wholly new eras in many fields. As

we stand today at the beginning of a new century, we have to ensure fullest use of these developments for the well being of our people.

Science and technology have been an integral part of Indian civilization and culture over the past several millennia. Few are aware that India was the fountainhead of important foundational scientific developments and approaches. These cover many great scientific discoveries and technological achievements in mathematics, astronomy, architecture, chemistry, metallurgy, medicine, natural philosophy and other areas. A great deal of this traveled outwards from India. Equally, India also assimilated scientific ideas and techniques from elsewhere, with open-mindedness and a rational attitude characteristic of a scientific ethos. India's traditions have been founded on the principles of universal harmony, respect for all creation and an integrated holistic approach. This background is likely to provide valuable insights for future scientific advances. During the century prior to Independence, there was an awakening of modern science in India through the efforts of a number of outstanding scientists. They were responsible for great scientific advances of the highest international caliber.

In the half century since Independence, India has been committed to the task of promoting the spread of science. The key role of technology as an important element of national development is also well recognised. The Scientific Policy Resolution of 1958 and the Technology Policy Statement of 1983 enunciated the principles on which the growth of science and technology in India has been based over the past several decades. These policies have emphasized self-reliance, as also sustainable and equitable development. They embody a vision and strategy that are applicable today, and would continue to inspire us in our endeavors.

With the encouragement and support that has been provided, there is today a sound infrastructural base for science and technology. These include research laboratories, higher educational institutions and highly skilled human resource. Indian capabilities in science and technology cover an impressive range of diverse disciplines, areas of competence and of applications. India's strength in basic research is recognized internationally. Successes in agriculture, health care, chemicals and pharmaceuticals, nuclear energy, astronomy and astrophysics, space technology and applications, defense research, biotechnology, electronics, information technology and oceanography are widely acknowledged. Major national achievements include very significant increase in food production, eradication or control of several diseases and increased life expectancy of our citizens.

While these developments have been highly satisfying, one is also aware of the dramatic changes that have taken place, and continue to do so, in the practice of science, in technology development, and their relationships with, and impact on, society.

Particularly striking is the rapidity with which science and technology is moving ahead. Science is becoming increasingly inter- and multi-disciplinary, and calls for multi-institutional and, in several cases, multi-country participation. Major experimental facilities, even in several areas of basic research, require very large material, human and intellectual resources. Science and technology have become so closely intertwined, and so reinforce each other that, to be effective, any policy needs to view them together. The continuing revolutions in the field of information and communication technology have had profound impact on the manner and speed with which scientific information becomes available, and scientific interactions take place.

Science and technology have had unprecedented impact on economic growth and social development. Knowledge has become a source of economic might and power. This has led to increased restrictions on sharing of knowledge, to new norms of intellectual property rights, and to global trade and technology control regimes. Scientific and technological developments today also have deep ethical, legal and social implications. There are deep concerns in society about these. The ongoing globalisation and the intensely competitive environment have a significant impact on the

production and services sectors.

Because of all this, our science and technology system has to be infused with new vitality if it is to play a decisive and beneficial role in advancing the well being of all sections of our society. The nation continues to be firm in its resolve to support science and technology in all its facets. It recognizes its central role in raising the quality of life of the people of the country, particularly of the disadvantaged sections of society, in creating wealth for all, in making India globally competitive, in utilizing natural resources in a sustainable manner, in protecting the environment and ensuring national security.

B - POLICY OBJECTIVES

Recognizing the changing context of the scientific enterprise, and to meet present national needs in the new era of globalisation, Government enunciates the following objectives of its Science and Technology Policy :

- ★ To ensure that the message of science reaches every citizen of India, man and woman, young and old, so that we advance scientific temper, emerge as a progressive and enlightened society, and make it possible for all our people to participate fully in the development of science and technology and its application for human welfare. Indeed, science and technology will be fully integrated with all spheres of national activity.
- ★ To ensure food, agricultural, nutritional, environmental, water, health and energy security of the people on a sustainable basis.
- ★ To mount a direct and sustained effort on the alleviation of poverty, enhancing livelihood security, removal of hunger and malnutrition, reduction of drudgery and regional imbalances, both rural and urban, and generation of employment, by using scientific and technological capabilities along with our traditional knowledge pool. This will call for the generation and screening of all relevant technologies, their widespread dissemination through networking and support for the vast unorganized sector of our economy.
- ★ To vigorously foster scientific research in universities and other academic, scientific and engineering institutions; and attract the brightest young persons to careers in science and technology, by conveying a sense of excitement concerning the advancing frontiers, and by creating suitable employment opportunities for them. Also to build and maintain centres of excellence, which will raise the level of work in selected areas to the highest international standards.
- ★ To promote the empowerment of women in all science and technology activities and ensure their full and equal participation.
- ★ To provide necessary autonomy and freedom of functioning for all academic and R&D institutions so that an ambience for truly creative work is encouraged, while ensuring at the same time that the science and technology enterprise in the country is fully committed to its social responsibilities and commitments.
- ★ To use the full potential of modern science and technology to protect, preserve, evaluate, update, add value to, and utilize the extensive knowledge acquired over the long civilizational experience of India.
- ★ To accomplish national strategic and security-related objectives, by using the latest advances in science and technology.

- ★ To encourage research and innovation in areas of relevance for the economy and society, particularly by promoting close and productive interaction between private and public institutions in science and technology. Sectors such as agriculture (particularly soil and water management, human and animal nutrition, fisheries), water, health, education, industry, energy including renewable energy, communication and transportation would be accorded highest priority. Key leverage technologies such as information technology, biotechnology and materials science and technology would be given special importance.
- ★ To substantially strengthen enabling mechanisms that relate to technology development, evaluation, absorption and upgradation from concept to utilization.
- ★ To establish an Intellectual Property Rights (IPR) regime which maximises the incentives for the generation and protection of intellectual property by all types of inventors. The regime would also provide a strong, supportive and comprehensive policy environment for speedy and effective domestic commercialisation of such inventions so as to be maximal in the public interest.
- ★ To ensure, in an era in which information is key to the development of science and technology, that all efforts are made to have high-speed access to information, both in quality and quantity, at affordable costs ; and also create digitized, valid and usable content of Indian origin.
- ★ To encourage research and application for forecasting, prevention and mitigation of natural hazards, particularly, floods, cyclones, earthquakes, drought and landslides.
- ★ To promote international science and technology cooperation towards achieving the goals of national development and security, and make it a key element of our international relations.
- ★ To integrate scientific knowledge with insights from other disciplines, and ensure fullest involvement of scientists and technologists in national governance so that the spirit and methods of scientific enquiry permeate deeply into all areas of public policy making.

It is recognized that these objectives will be best realized by a dynamic and flexible Science and Technology Policy, which can readily adapt to the rapidly changing world order. This Policy, reiterates India's commitment to participate as an equal and vigorous global player in generating and harnessing advances in science and technology for the benefit of all humankind.

C - STRATEGY AND IMPLEMENTATION PLAN

The New Vision To build a new and resurgent India that continues to maintain its strong democratic and spiritual traditions, that remains secure not only militarily but also socially and economically, it is important to draw on the many unique civilizational qualities that define the inner strength of India ; this has been intrinsically based on an integrated and holistic view of nature and of life. The Science and Technology Policy 2003 will be implemented so as to be in harmony with our world view of the larger human family all around. It will ensure that science and technology truly uplifts the Indian people and indeed all of humanity.