Les sciences en Inde

Émergence, croissance et développements contemporains

Venni V. Krishna

L'introduction en Inde des sciences modernes, leur institutionnalisation et leur professionnalisation, avec pour résultat le développement d'une communauté scientifique, a connu de nombreuses difficultés au cours des soixante dernières années : d'abord, l'affrontement avec les politiques coloniales des sciences, puis après l'indépendance les efforts de création d'une infrastructure scientifique visant la modernisation et l'industrialisation de l'Inde. L'objet principal de notre chapitre est d'analyser comment différents groupes d'acteurs et d'institutions ont joué un rôle important et/ou ont été à la base du développement des sciences et des techniques en Inde aussi bien pendant les périodes coloniale, postcoloniale que contemporaine. La première partie du présent article retracera le développement des sciences au cours de la période coloniale, son impact et la réponse des intellectuels indiens à ces développements. Nous y soulignerons la façon dont la réponse de l'intelligentsia scientifique émerge largement appuyée par le mouvement national. Celui-ci réunissant alors les conditions qui ont permis la création de sciences indiennes et faisant déjà apparaître sous sa forme embryonnaire une communauté scientifique nationale. (Voir synopsis en annexe 8 et dernière.)

La seconde partie suivra la façon dont l'influence du leadership politique de Nehru a permis, après l'indépendance, le développement des infrastructures scientifiques et techniques, ainsi que des institutions d'enseignement supérieur. Seront explorées en particulier les principales politiques à l'origine du développement des institutions scientifiques en lien étroit avec les objectifs stratégiques nationaux. L'Inde se joint aux « clubs » scientifique et nucléaire [1], en même temps qu'elle accomplit ses Révo-

1. L'Inde envoie dans l'espace en 1979 le premier lanceur de satellite construit par elle. De nouveaux lancements suivent en 1980, 1981 et 1983. En 1974, elle procède à son premier essai nucléaire à Pokran (Rajasthan).



Figure 1 – Carte de l'Inde

lutions « blanche » et « verte » [2]. L'étroite alliance tissée par Nehru avec une petite élite de scientifiques indiens permet à son pays de se lancer dans un massif programme de création d'institutions scientifiques et technologiques pendant les trois décennies

2. Dans les années 1970, l'Inde accède à l'autosuffisance alimentaire, dans une grande mesure grâce à la Révolution verte qui la libère de sa dépendance par rapport à l'étranger. Les critiques parlent de révolution « céréalière », et de nombreuses études ont démontré comment les agriculteurs marginaux qui ne possèdent que peu de terre ne peuvent pas tirer profit des apports scientifiques et technologiques associés à la Révolution verte, qui a pour effet leur appauvrissement. Certains de ces agriculteurs sont devenus des travailleurs agricoles sans terre dans des régions où les techniques de la Révolution verte ont été introduites. La Révolution blanche est associée à la réussite des coopératives laitières du Gujarat, grâce auxquelles l'Inde rattrape la production laitière des USA en 2000.

suivant l'indépendance [3]. Doter le pays de capacités scientifiques et techniques solides dans le domaine de l'agronomie devait permettre d'atteindre l'autosuffisance alimentaire. Ces réalisations ne sont cependant pas sans coûts sociaux et contradictions sociétales. Tandis que les sciences et la technologie contribuent à améliorer les conditions de vie de millions d'Indiens, le pays n'est cependant pas en mesure de diminuer la pauvreté de façon significative. Cependant jusqu'au début des années 1970, l'Inde est portée par un optimisme scientifique et technique considéré comme à la base de la croissance économique et du développement social. En même temps, des voix opposées à cette orientation politique et scientifique se font entendre – celles des mouvements écologistes, de la société civile et de groupes de citoyens défenseurs de la cause des groupes défavorisés privés des bénéfices de la science et de la technologie. Plus tard dans les années 1980 et 1990, le contexte de mondialisation, poussera le pays vers la réappropriation de technologies nouvelles dans un contexte d'économie libérale. Celle-ci n'est pas sans conséquence sur la structure, l'organisation et l'orientation des sciences et des technologies. Aussi la dernière partie, analysera les nouvelles réformes économiques introduites en 1991 ainsi que leur impact sur l'évolution scientifique et technique.

1 Les sciences à l'ère coloniale

> *« La création d'une école sanskritique dirigée par des pandits hindous... meublera l'esprit de la jeunesse de subtilités grammaticales et métaphysiques d'une utilité pratique médiocre, ou même nulle... Cependant, l'éducation de la population autochtone relève de la responsabilité du gouvernement, qui mettra donc en place un système d'instruction plus libéral et éclairé. Les disciplines enseignées seront les mathématiques, la philosophie naturelle, la chimie, l'anatomie ainsi que d'autres sciences utiles, ce qui sera réalisé grâce au financement proposé et au concours d'hommes de talent, cultivés, éduqués en Europe ainsi qu'à l'ouverture d'un collège disposant des livres, instruments et autres matériels nécessaires. »*
>
> Raja Rammohan Roy – Lettre au gouverneur général (1823)

> *« Les Indiens sont incapables de production originale dans le domaine des sciences naturelles... à supposer que cette discipline existe déjà dans cette partie du monde... Il convient donc de nous montrer modérés vis-à-vis de nos frères inférieurs et de ne pas nous attendre à les voir courir avant même de pouvoir marcher. »*
>
> H. B. Medlicott (1880)

En Inde, le rôle joué par l'État dans l'évolution des politiques des sciences, des technologies et de l'innovation et de leur institutionnalisation est étroitement lié au contexte colonial. En règle générale, les historiens indiens considèrent que la colonisation britannique a influencé la politique, l'économie et la société indiennes de manière à la fois constructive et destructive ou dysfonctionnelle. L'élite intellectuelle indienne a très souvent pris position en faveur de l'introduction de cours de sciences et de technologie modernes dans les collèges. Par exemple, le mouvement réformiste de l'indouisme, Brahmo Samaj, fondé par Raja Rammohan Roy (1772-1833), insiste dès 1820 sur la nécessité d'utiliser l'anglais plutôt que les langues indiennes classiques (voir la citation ci-dessus).

3. Ces scientifiques d'élite sont Homi Bhabha pour l'énergie atomique, S. S. Bhatnagar pour la recherche industrielle, P. C. Mahalanobis pour la planification économique, entre autres. Voir aussi Krishna (1997).

Dès 1857, les premières universités modernes instituant l'enseignement de l'anglais en Inde sont fondées à Madras, Calcutta et Bombay. Par ailleurs les Britanniques se lancent dans des entreprises [4] de construction de chemins de fer, de grands travaux publics, de recherche en géologie, en trigonométrie, de mise en place de jardins botaniques, entre autres secteurs, dont l'organisation et les fonctions sont qualifiées de « sciences coloniales ». Une division du travail scientifique s'instaure entre le centre (la Grande-Bretagne) et la périphérie (l'Inde en tant que colonie) [5]. Au premier, revient la recherche scientifique fondamentale, à la seconde la collecte de données et la recherche appliquée. L'élément le plus remarquable est la discrimination, considérable, affectant l'organisation et le recrutement de scientifiques à des postes importants, comme le montre la citation de H. B. Medlicott, directeur de l'étude géologique des années 1880 (voir ci-dessus). Ce système n'accorde pas de place aux scientifiques indiens, titulaires de doctorats quand ils reviennent en Inde alors que bien souvent leur réputation de chercheurs est déjà bien établie dans des institutions scientifiques et des universités britanniques et européennes. En effet, les institutions scientifiques et académiques coloniales ne leur accordent ni l'appui ni l'autonomie nécessaires à la poursuite de leurs recherches scientifiques. Dans ce contexte colonial et dès le dernier quart du XIX^{e} siècle, ces scientifiques indiens entreprennent de mener une « lutte intellectuelle », pour l'institutionnalisation et la professionnalisation de la science. Leurs activités commencent par la création d'une série de structures d'appui scientifiques et technologiques, allant de la traduction dans des langues locales d'ouvrages spécialisés et plus généralement de littérature, au développement de l'éducation scientifique, à la vulgarisation des sciences et à la création de diverses institutions spécialisées ainsi que de départements scientifiques au sein d'institutions d'enseignement supérieur.

1.1 Les efforts institutionnels précoces de l'ère coloniale

Dans les écrits sur l'histoire des sciences, la création de l'Asiatic Society of Bengal (« Société asiatique du Bengale ») en 1784 est considérée comme l'événement marquant l'institutionnalisation de la science occidentale en Inde. Dans une perspective indienne, l'inauguration de *l'Indian Association of Cultivation of Science* (IACS) (« Association indienne pour le rayonnement de la science »), le 29 juillet 1876, marque le début de ce qui sera ultérieurement connu comme la « science nationale [6] ». Derrière cette institution il y a un homme, Mahender Lal Sircar (1833-1904), médecin allopathe et néanmoins partisan enthousiaste de l'homéopathie. La singularité de cette institution est sa vision nationaliste et son autonomie par rapport au régime colonial. Pour Sircar :

4. Les principales entreprises scientifiques sont l'Étude géologique de l'Inde, l'Étude botanique de l'Inde, l'Étude trigonométrique de l'Inde, l'Étude zoologique de l'Inde, le Département météorologique, le Conseil indien des munitions, le Département vétérinaire, le Service forestier, le Service médical et bactériologique, les Services éducatifs, etc.

5. L'image des sciences dans les pays périphériques ou coloniaux comme l'Inde, l'Afrique et d'autres régions est définie ou mentionnée comme une sorte d'activité essentiellement réduite à des enquêtes et levés, des activités de collecte de données, à une science « inférieure » non associée au progrès du savoir scientifique mais principalement à l'application de la science en lien direct avec le monde économique ou politique.

6. Les termes « science nationale » sont utilisés ici dans le but de véhiculer un sens, signifiant que les scientifiques indiens visent la professionnalisation et le progrès de la science en Inde, de façon à donner une identité distincte à la science pratiquée en Inde dans le monde scientifique.

> L'objet de l'Association consiste à permettre aux personnes originaires d'Inde de cultiver la science dans tous ses départements, dans la perspective d'un progrès consécutif à une recherche originale, et (comme cela s'en suivra naturellement) à des applications diverses aux arts et au confort de la vie moderne [7].

Malgré la modicité de la somme collectée en 1875 (61 000 roupies) en vue de la fondation de l'IACS, Sircar [8] soutient la position suivante : « Nous devrions poursuivre nous-mêmes cette tâche, sans l'aide de l'administration. Je veux que cette entreprise soit locale et exclusivement nationale », avec pour modèles la Royal Institution of London (« Institution royale de Londres ») et la British Association for the Advancement of Science (BAAS) (« Association britannique pour l'avancement de la science »). Au cours d'une première période (1876-1901), sept départements y sont créés : physique générale, chimie, astronomie, botanique et zoologie systématiques, physiologie et géologie. Sircar, Lafont, Tara Prasanna Roy, Nilratan Sarkar, Chunnilal Bose, J. C. Bose, Ashutosh Mukherjee et P. N. Bose figurent parmi les noms de scientifiques indiens enseignant à l'IACS. Même si les efforts de ces personnes pour susciter l'intérêt des masses bengalaises pour la science remontent très loin, il faut attendre l'association de C. V. Raman avec l'IACS en 1907 pour la mise en place de recherches scientifiques originales. Aussi la plus importante des contributions de l'IACS au cours de cette période est d'associer le nationalisme au rayonnement de la science. Ces efforts ont abouti à la création de plusieurs institutions promouvant une éducation technique nationale.

C'est d'abord Pararnnath Bose, membre de l'IACS, qui fonde en 1891 l'Indian Industrial Association (« Association industrielle indienne ») dédiée à la recherche sur les matières premières locales et proposant des conférences publiques sur le charbon et les fibres. L'Association for the Advancement of Scientific and Industrial Education (AASIE) (« Association pour le progrès de l'éducation scientifique et industrielle »), fondée en 1904 par Jogendranath Ghosh, soutient quant à elle la mobilité des étudiants indiens à l'étranger dans le cadre du « Mouvement swadeshi ». Satishchandra Mukherjee, pédagogue bengalais de premier plan, crée la Dawn Society (« Société de l'aube »), en 1902, afin de promouvoir l'idée d'éducation nationale. À travers le magazine de la société, *The Dawn* (*L'Aube*), la publication des sciences appliquées et vulgarisation scientifique sont soutenues [9]. La Dawn Society devient en 1906, la National Council of Education (NCE) (« Conseil national de l'éducation ») avec pour mission l'organisation d'institutions éducatives « selon des schémas nationaux et sous contrôle national [10] ». La même année, Tarak Nath Palit et Nilratan Sarkar (NCE) fondent la Society for the Promotion of Technical Education (« Société pour la promotion de l'éducation technique ») qui met en place le Bengal Technical Institute (« Institut technique du Bengale »).

7. *Un siècle : IACS* (volume du centenaire de l'IACS), Calcutta, IACS, 1976, p. 9.
8. *Id.*
9. Pour davantage d'informations sur les associations, voir Sumit Sarkar, *The Swadeshi Movement in Bengal 1903-1908*, New Delhi, People's Publishing House, 1977.
10. *Ibid.*

En même temps, un autre groupe du NCE (dont font parti Satish Mukherjee, Goorudas Banerjee et Aurobindo Ghosh) crée le Bengal National College and School pour promouvoir les disciplines scientifiques et littéraires dans les universités. En 1907, ces deux groupes fusionnent [11], et 2,4 millions de roupies y sont apportées par Taraknath Palit et Rash Behari Ghosh puis en 1914, ils sont rejoints par le Bengal Technical Institute (« Institut technique du Bengale »). Notons que dès 1890, dans l'élan du mouvement national en faveur de l'éducation, P. K. Roy et M. L. Sircar mettent en place des cours de physique, de chimie, de botanique et de mathématiques à l'Université de Calcutta. Et Ashutosh Mukherjee, devenu vice-chancelier de l'Université de Calcutta en 1912, donne une nouvelle impulsion aux sciences en se lançant dans la recherche avancée tout en enseignant à l'Université de Calcutta [12].

Mais ces efforts ne se limitent pas au Bengale. Dès 1882, L'organisation « Poona Sarvajenik Sabhas » (Présidence de Bombay, Maharastra), demande aussi le renforcement de l'éducation technique. Demande relayée après 1885 par l'Indian National Congress (« Congrès national indien »). De leur côté, les États princiers de Baroda et de Travancore créent dans les années 1880 des instituts techniques, parmi lesquels le Kala Bhavan Technical Institute de Baroda est le premier et le plus important des instituts fondés par les États locaux indiens. Ainsi les origines de l'actuelle Faculté de technologie et d'ingénierie de M. S. University (Baroda) remontent à Kala Bhavan [13]. Entre 1880 et 1919, les contributions indiennes locale et missionnaire à la création de collèges et d'institutions d'enseignement scientifique progressent en même temps que la contribution britannique. En collaboration avec les milieux d'affaires aisés, les dirigeants locaux et les propriétaires fonciers, des scientifiques indiens de premier plan participent à la création des universités d'Allahabad (1887), de Bénarès (1916), de Mysore (1916), de Patna (1917) et d'Hyderabad (1918) [14]. Pour s'opposer au parti-pris littéraire de la politique éducative britannique et pour motiver les étudiants indiens à étudier les sciences et l'ingénierie, les élites indiennes aisées créent diverses bourses et dotations [15].

11. Il subsiste de ce mouvement national en faveur de l'éducation le noyau de l'actuelle université de Jadavpur ainsi que le Collège universitaire scientifique de l'Université de Calcutta.

12. Le gouvernement colonial s'oppose à cette recherche au département et refuse de financer une formation supérieure qui y soit liée. C'est à ce stade que la donation de Palit et Ghosh permet l'organisation d'une recherche scientifique avancée à l'Université de Calcutta.

13. La croissance phénoménale de l'État de Baroda comme centre manufacturier et industriel, entre 1890 et 1910 est associée aux écoles d'ingénieurs de Kala Bhavan. Sous l'impulsion de l'État de Baroda, 57 « écoles industrielles et artistiques » ou « instituts techniques » sont créés par des Indiens et des missionnaires dans les États de Baroda, Mysore et Travancore.

14. Dans les trois régions de la Présidence (Bombay, Calcutta et Madras) ainsi que le Punjab, 45 collèges affiliés sont créés, avec 91 enseignants, la plupart d'origine indienne, enseignant dans les domaines des sciences et de l'ingénierie aux niveaux du premier cycle universitaire et au-delà. Une grande partie de cette contribution est fournie par des Indiens et leurs partisans en dehors du contrôle direct de l'administration coloniale.

15. Le fameux Premchand Roychand offre cinq bourses de 1 400 roupies par an sur la donation de 200 000 roupies faite en 1879 à l'Université de Calcutta. La tour Rajabhai et la bibliothèque de l'Université de Bombay sont édifiées grâce à la généreuse donation de 400 000 roupies consentie par Roychand. Dadabhai Naroaji offre 50 000 roupies et en collecte 175 000 pour les bourses Canning de l'Université de Bombay. La contribution de J. N. Tata (3 millions) et la donation de 500 000 roupies de SheshadriIyer, Dewan du Maharaja de Mysore, en même temps que l'offre de 300 acres de terrain en vue de la construction de l'Indian Institute of Science (Institut indien des sciences) reste inégalée en 1910. L'AASIE fondée en 1904 par J. Ghosh collecte 100 000 roupies par an afin de financer les bourses de jeunes Indiens se rendant à l'étranger pour y acquérir une formation technique. De 1905 à 1908, l'Association offre 236 bourses d'études à l'étranger. Au Bengale, dès 1878 l'aide privée à l'éducation dépasse de beaucoup celle fournie

Rôle des sociétés scientifiques

Entre les départements universitaires de Science et d'Ingénierie et des institutions spécialisées comme l'IACS et le Kala Bhavan, on compte alors une demi-douzaine de sociétés ayant pour principal objectif la vulgarisation scientifique et la création d'une base indienne de la science moderne. Outre la Dawn Society (1904) et l'Association pour le progrès de l'enseignement scientifique et industriel (AASIE) (1904), l'Aligarh Scientific Society fondée par Syed Ahmad en 1864, la Bihar Scientific Society (Muzaffarpur), fondée par Syed Imdad Ali en 1868, et le Punjab Science Institute (Lahore) créé en 1886 sont les principales sociétés scientifiques de cette époque. Ces sociétés ont pour vocation des activités posant les bases pour le développement de la science moderne en langue vernaculaire. Elles entreprennent donc de faire traduire des ouvrages scientifiques et de créer des journaux. L'Aligarh Society fait traduire une quarantaine de livres (algèbre, arithmétique, agriculture et sciences sociales). La Bihar Society lance un bimensuel, *Akhbar-ul-Akhyar*, et crée cinq écoles dans les années 1870 afin de diffuser la science occidentale. C'est à des missionnaires de Serampore comme William Carey et Marshman que l'on doit la toute première introduction de la science dans la littérature bengalie. Dès la fin du XIX^{e} siècle, le Bengale a donné l'exemple concernant les magazines et ouvrages scientifiques en langue vernaculaire [16]. Cinq provinces indiennes produisent entre 1875 et 1896 un total de 2 124 traductions, dont 1 145 dans le domaine médical, 673 dans celui des mathématiques et 306 dans celui des sciences naturelles [17].

1.2 Émergence d'une communauté scientifique indienne, 1880-1940

Les efforts institutionnels précoces, commencés dès la fin du XIX^{e} siècle et poursuivis pendant environ vingt-cinq ans, jusqu'au début du XX^{e} siècle, impulsent différentes branches des sciences et l'apparition de groupes de recherche et de réseaux spécialisés liés à des institutions, principalement en dehors de la douzaine d'institutions coloniales préexistantes. En effet, lorsque J. C. Bose et P. C. Ray rejoignent le Presidency College de l'Université de Calcutta en 1885, suivis de C. V. Raman à l'IACS en 1907, le « rayonnement de la science » a atteint une nouvelle dimension. À Bangalore, est créé l'Indian Institute of Science (IIS) en 1909, puis à Calcutta, l'University College of Science de l'Université en 1914 et le Bose Research Institute en 1917. Ces institutions donnent une nouvelle « identité » à la science indienne certes composée d'une élite scientifique, produit de l'éducation occidentale, mais qui n'entend pas faire avancer la science par une imitation passive de l'Occident, comme le déclare J. C. Bose [18] :

---

par le gouvernement. Ces données et informations sont empruntées à D. Kumar, *Science Policy of the Raj, 1857-1905*, PhD thesis, Delhi University, 1986.

16. Entre 1868 et 1900, 10 journaux et magazines du seul secteur scientifique et 47 pour la technologie sont édités au Bengale, *Vigyan Rahasya* (1871), *Vigyan Vikas* (1873), *Vigyan Darpan* (1876), *Sachitra Vigyan Darpan* (1882), *Chikitsa Darshan* (1887), *Tatvabodhini Patrika* et *Bengal Spectator* figurant parmi les importants périodiques bengalis publiés dans les secteurs de la science et de la technologie.

17. D. P. Bhattacharya, R. Chakravarty et R. D. Roy, « A Survey of Bengali writings on Science and Technology », *Indian Journal of History of Science*, 24(1) p. 8-66, 1989. En 1875, la Calcutta School Book Society publie un catalogue de titres bengalis. Sur ces 1 544 titres, 333 concernent la science et la technologie.

18. J. C. Bose, « The History of a Failure that was Great », *in* DibakarSen et A. K. Chakrabarty (eds.), *J. C. Bose Speaks*, Calcutta, Puthipatra, 1986, p. 97-105.

> L'impulsion extérieure produit deux sortes d'effets sur des corps impressionnables, de sorte que la première impulsion imprimée par l'éducation occidentale ne se traduit pour certains que par la monotone imitation de l'Occident, tandis que chez d'autres elle réveille ce qu'il y a de plus grand dans la mémoire nationale.

J. C. Bose dit souvent que son intention ne se limite pas à introduire la science, mais qu'il veut faire revivre la science indienne, ce qui signifie réactiver la tradition expérimentale – et non la tradition spéculative. J. C. Bose est opposé à l'affirmation d'après laquelle la méthode scientifique serait occidentale, et donc étrangère à la culture nationale. Pour ce qui concerne les récepteurs radio, Patrick Geddes, son biographe, considère que ses travaux lui donnent la priorité sur Marconi qui les a brevetés. Entre 1900 et 1920, J. C. Bose met en place un groupe de recherche en physiologie. Dans la ligne de son article de 1900 sur la généralité des phénomènes moléculaires produits électriquement dans la matière vivante et non vivante, il publie quatre monographies (Orient Longmans) présentant le détail de 650 expériences de physiologie végétale. À partir de cette base, J. C. Bose organise un groupe de recherche actif dans son *Bose Research Institute* dès 1917. Il est en effet rejoint par N. N. Neogi, S. C. Das, Gurupudaswamy Das, Jyotiprakash Sircar, S. C. Guha et Lalit Mohan Mukherji. J. C. Bose publie alors une vingtaine d'articles sur les mouvements vitaux dans les plantes, ce qui lui vaut une réputation mondiale. Ses travaux sur les micro-ondes (1895) et sur la physiologie végétale (1900) lui valent une reconnaissance mondiale. Et en 1920, il est élu membre de la Royal Society.

En 1920, une école de chimie voit le jour sous la direction de Prafulla Chandra Ray qui découvre le nitrate de mercure en 1896. Ses articles originaux touchent toutes les branches de la chimie. En 1920 il a publié environ 107 articles en collaboration et il est élu vice-président de la Société de chimie de l'Université d'Edinburgh dès 1888. Sous la direction de P. C. Ray, l'École indienne de chimie (Indian School of Chemistry) encourage et forme une génération d'étudiants qui contribuent décisivement au développement des départements de chimie des universités et produisent au moins quatre générations de chimistes. En outre, ce sont les étudiants de P. C. Ray qui sont à l'origine de l'Indian Chemical Society (1924).

Au même moment apparaît à Calcutta l'Indian School of Physics, fondée par C. V. Raman, J. C. Bose et M. N. Saha pour travailler dans les domaines du son et de la vibration, de la théorie des instruments musicaux, de la viscosité, des colloïdes, de l'optique ondulatoire et de la dispersion moléculaire de la lumière. C. V. Raman entre à l'IACS en 1907. Jusqu'en 1920 il publie environ trente-cinq articles sur ces sujets au niveau fondamental, ce qui lui vaut en 1930, l'attribution du Prix Nobel de physique et le titre de « *fellow* » de la Royal Society.

D'autres groupes se forment, notamment dans le domaine des mathématiques dès 1900. D'abord dans le droit fil de la tradition indienne, la Calcutta Mathematical Society, est créée en 1908. Elle est présidée par Ashutosh Mukherjee, connu comme avocat et vice-chancelier de l'Université de Calcutta, il publie seize articles originaux sur les équations différentielles. Grâce aux efforts de V. RamaswarniIyer, l'Analytical Club de Fergusson College (Pune) devient en 1911 l'Indian Mathematical Society.

Ganesh Prasad à la tête d'un groupe de travail mathématique à Banaras Hindu University, fonde la Banaras Mathematical Society en 1918. Il faut aussi souligner la contribution à la théorie des nombres de S. Ramanujan cité aujourd'hui comme « un génie » par les plus grands mathématiciens alors qu'il n'a jamais fréquenté l'université. Invité par Thomas Hardy à Cambridge il obtient en 1918 aussi le titre *fellow* de la Royal Society. Il est important aussi de souligner la création du groupe d'exploration spectro-télescopique de Saint-Xavier's College, par le Père Lafont, ainsi que d'autres sociétés, comme la Bihar et l'Orissa Research Societies (1915), et l'Institution of Engineers créée en 1920.

Ces groupes de recherche indiens sont donc les premiers à avoir fondé des écoles de physique et de chimie, des « groupes spécialisés » et des organismes professionnels dans les domaines de la physiologie végétale, de la chimie, de la physique et des mathématiques. Tous sont constitués de scientifiques de différentes régions et sont à l'origine de l'Indian Science Congress fondé en 1914 afin de mettre en place une plateforme commune pour les scientifiques de tout le pays. Ainsi la résistance des intellectuels indiens au régime colonial est aussi passée par la création, à côté des institutions coloniales, d'institutions scientifiques locales qui ont joué un rôle majeur dans la formation d'une communauté scientifique nationale dès le début du XX^{e} siècle.

2 La science postcoloniale : les trois phases de la croissance des sciences et des techniques, années 1940-1990

La lutte contre le colonialisme et la science coloniale débouchent sur différents cadres et visions conceptuelles, comme le rôle de la science et de la technologie dans la construction nationale, l'autonomie scientifique et technologique et, par dessus tout, l'importance de la science moderne et des institutions technologiques dans le développement du pays. À l'indépendance, Jawaharlal Nehru – premier Premier ministre de l'Inde après 1947 –, s'appuie sur ces structures et visions pour organiser la science et la technologie considérée alors comme levier du développement. En effet, Nehru joue un rôle déterminant dans le développement de la science et de la technologie modernes en Inde, spécialement en en faisant le principal instrument de développement du pays après l'indépendance. Son modèle de développement, dans lequel la science et la technologie ainsi que l'enseignement supérieur jouent un rôle central, imprime sur tout le pays une marque durable, et toujours sensible.

Les vues de Nehru, associées au cadre de la politique scientifique élaborée dans la période précédant l'indépendance, nimbent d'un optimisme sans limite l'essor scientifique et le développement qui y est lié, comme en témoigne cette citation extraite d'une allocution devant l'Indian Science Congress en 1938 [19] :

> Seule la science pourra résoudre les problèmes de la faim et de la pauvreté, de l'insalubrité et de l'analphabétisme, de la superstition et de l'abrutissement de la coutume et de la tradition, du gaspillage des immenses ressources d'un pays riche mais dont la population meurt de faim.

19. Voir Krishna (1997 : 237).

Le manifeste du Parti du Congrès, publié lors de l'accession au pouvoir du premier gouvernement national, proclamé en 1945, souligne le rôle central de l'État concernant la science et le développement nationaux [20] :

> La science [...] a contribué toujours davantage à influencer et modeler la vie humaine... Le progrès industriel, agricole et culturel, tout comme la défense nationale, en dépendent. La recherche scientifique est donc une activité de base, essentielle, de l'État, qu'il convient d'organiser et d'encourager à la plus grande échelle possible.

À l'encontre de l'orientation religieuse de Gandhi qui privilégie un développement décentralisé, l'image moderne et libérale de Nehru, son soutien explicite à la science et à la technologie modernes pour orienter le développement du pays en font dès 1947 un « messie » de la science indienne. Nehru s'intéresse vivement à la planification socioéconomique et à l'organisation des institutions scientifiques et technologiques pendant toute sa vie. Si le « modèle » gandhien exerce encore une certaine influence pendant cette phase de l'histoire, il n'apparaît pas pour autant comme une alternative légitime à la voie nehruvienne vers le développement. L'étroite alliance de Nehru avec l'élite scientifique s'étend jusqu'à des personnalités telles que S. S. Bhatnagar, le Directeur du CSIR ; Homi Bhabha, à la tête de la recherche sur l'énergie atomique ; P. C. Mahalanobis, membre de la Commission du Plan, et D. S. Kothari (ministère de la Défense) [21]. Cette étroite « alliance entre science et politique », est inaugurée par Nehru qui, dans une large mesure (et même aujourd'hui), joue un rôle important dans la création et l'organisation des institutions scientifiques et techniques après l'indépendance. Nous en distinguerons trois phases. La première phase, celle d'une *politique pour les sciences et pour l'autonomie nationale*, est conceptualisée dès l'indépendance de l'Inde en 1947, et se prolonge jusqu'en 1973. La deuxième phase, *science et technologie encadrées par la loi au service du développement*, remonte au début de 1974 et se prolonge jusqu'à la fin des années 1990 [22]. La troisième enfin commence avec les nouvelles réformes économiques et l'ère de la libéralisation en 1991 ; elle se poursuit jusqu'à aujourd'hui.

2.1 1947-1973 : une politique pour les sciences et pour l'autonomie du pays

Alors que durant la période coloniale, notamment dans les années 1920 à 1940, le principal noyau de la science indienne est abrité par les institutions universitaires spécialisées telles que l'IACS, le Calcutta College of Science, le Bose Research Insti-

20. Voir Krishna (1997 : 237).

21. L'alliance étroite entre Nehru et un groupe uni de scientifiques de premier plan n'empêche pas qu'il existe aussi une élite scientifique en dehors de cette alliance. M. N. Saha, C. V. Raman et d'autres sont des exemples de scientifiques qui n'occupent pas de place éminente dans l'organisation de la science et de la technologie immédiatement après l'indépendance.

22. La politique des sciences, ainsi que la science et la technologie dans la politique sont deux perspectives différentes de la politique de la science. La première signifie la concentration de la politique publique sur la mise en place d'institutions actives dans les domaines de la S & T, sur celle des infrastructures de la S & T et d'un écosystème de la recherche, et sur le soutien éducatif et budgétaire à ces institutions. La seconde perspective renvoie au rôle décisif de la S & T dans les attentes publiques de développement, de croissance économique, etc. Aucune n'est exclusive, elles peuvent se chevaucher et faire en même temps l'objet de priorités politiques.

tute, celui-ci se déplace après l'indépendance vers les agences scientifiques dotées de missions spécifiques et contrôlées par l'État [23].

Tableau 1 – Croissance des principales institutions scientifiques et techniques indiennes en termes de financement et de main-d'œuvre

Agence scientifique	Dépenses R et D en millions d'INR (pour l'année indiquée)						
	1958-1959	1969-1970	1973-1974	1980-1981	1990-1991	2000-2001	2009-2010
DAE	77.5	207.2	244.5	762.3	2 755.4	10 050.5	38 580.2
CSIR	50.9	186.8	250.0	728.1	2 491.8	8 640.1	26 660.4
DRDO	15.0	145.4	342.9	797.0	6 810.0	33 590.3	84 750.3
ICAR	37.2	137.7	240.8	659.9	2 762.5	11 610.1	28 810.3
ICMR	5.1	15.6	17.0	84.2	445.4	1 490.0	5 830.5
DST	2.2	7.3	21.3	353.7	1 198.2	3 110.0	22 220.0
Space (DoS)	–	–	190.9	527.0	3 862.2	19 050.0	41 620.9
DBT	–	–	–	–	410.3	1 200.0	7 270.3
Technologie de l'information (DIT)	–	–	–	50.4	330.1	510.0	3 270.9
Ministère des Énergies nouvelles et renouvelables	–	–	–	40.0	160.1	120.2	260.5
Ministère de l'Environnement et des Forêts	–	–	–	30.7	1 620.1	2 720.8	4 150.5
Total par agence scientifique**	188.7	892.1 (1970-1971)	2 237.7 (1975-1976)	4 384.2	23 128.7	92 970.6	267 960.3

Source : Rahman et al., 1973 : 44, 116-117 ; Rahman et al., 1984 ; Département de la science et de la technologie – statistiques 1975-2002 et 2011-2012

Notes : DAE = Département de l'énergie atomique ; CSIR = Conseil de la recherche scientifique et industrielle ; DRDO = Defence Research and Development Organization (« Organisation pour la recherche et le développement dans le secteur de la Défense ») ; ICAR = India Council of Agriculture Research (« Conseil indien de la recherche en agriculture ») ; ICMR = Indian Council of Medical Research (« Conseil indien de la recherche médicale ») ; DoS = Département de l'Espace

(**) Les chiffres en note incluent les dépenses effectuées par d'autres approches scientifiques comme le Département du développement océanique, etc.

23. Cette évolution fait aussi suite aux recommandations du rapport A. V. Hill de 1945. Ce dernier alors secrétaire de la Royal Society (Londres), avait été invité par le gouvernement provisoire en 1944 à étudier et à présenter un rapport sur la façon dont l'organisation de la science et de la technologie devait progresser après l'indépendance.

La période 1947-1970, est celle de l'élaboration d'une *politique pour les sciences* (SPR) où les principales agences scientifiques connaissent une rapide expansion – le Council of Scientific and Industrial Research (CSIR) (« Conseil de la recherche scientifique et industrielle ») est à la tête d'un réseau de 38 laboratoires nationaux dans les secteurs de la physique, de la biologie, de la mécanique et de la chimie [24]. D'autres importantes agences plus spécialisées sont aussi créées pendant cette phase de l'histoire : Department of Atomic Energy (DAE) (« Département de l'énergie atomique »), Defence Research and Development Organization (DRDO) (« Organisation pour la recherche et le développement de la défense »), Indian Council of Agriculture Research (ICAR) (« Conseil indien de la recherche agronomique ») et Indian Council of Medical Research (ICMR) (« Conseil indien pour la recherche médicale ») (voir tableau 1). L'engagement politique et l'appui en faveur de la création et de l'organisation des institutions scientifiques et technologiques se traduisent au cours de cette phase par un saut quantitatif des budgets de recherche et de développement, comme le montre le tableau 1. Entre 1958 et 1969, les budgets de douzaines d'agences scientifiques ont plus que quadruplé, passant de 188 INR (roupie indienne) à 892 millions d'INR. Cette augmentation fut suivie d'une multiplication par 11 pour atteindre 2 237 millions d'INR en 1975.

Dans le secteur de l'enseignement supérieur, de très nombreuses universités, dont les cinq Instituts indiens de technologie (IIT), ont été fondées à cette époque ; leur nombre est ainsi passé de 30 universités à la fin des années 1940 à environ 95. Les inscriptions dans l'enseignement supérieur se sont multipliées entre les années 1940 et les années 1970.

Le modèle linéaire d'innovation d'après-guerre déclenche une politique pour les sciences, portée par l'optimisme scientiste sous le leadership de Nehru. Ainsi, pendant environ vingt ans après l'indépendance, l'expansion des infrastructures des S & T se poursuit au sein du CSIR, du DAE et d'organismes du secteur de la Défense. Comme certains analystes le remarquent à juste titre au début des années 1970, l'esprit de la politique menée dans une perspective scientifique est clairement reflété dans la Résolution de politique scientifique (SPR) adoptée par le Parlement en 1958 et qui, en fait, confirme l'expansion des sciences publiques en Inde [25] pendant, environ, les trois décennies suivantes. Les objectifs de la SPR sont les suivants :

- encourager, promouvoir et soutenir, par tous les moyens appropriés, le rayonnement de la science, et de la recherche scientifique sous tous ses aspects – science pure, science appliquée et science enseignée ;
- faire en sorte qu'il y ait en Inde assez de chercheurs du meilleur niveau, et reconnaître leur travail comme une importante composante de la puissance nationale ;
- encourager, et lancer, aussi rapidement que possible, des programmes de formation de personnels scientifiques et techniques, à une échelle qui permette de satisfaire les besoins nationaux dans les domaines de la science et de l'éducation, de l'agriculture et de l'industrie ainsi que de la défense ;

24. Créés en 1942, ils se développent rapidement pendant cette phase sous la direction de S. S. Bhatnagar.
25. En réalité, l'Inde est l'un des rares pays au monde où une telle résolution concernant la science et le développement est adoptée par le Parlement dans les années 1950.

- faire en sorte que la créativité des hommes et des femmes soit encouragée et qu'elle se déploie pleinement dans leur activité scientifique ;
- encourager l'initiative individuelle concernant l'acquisition et la diffusion du savoir, ainsi que la découverte de nouvelles connaissances, dans une atmosphère de liberté académique, et
- en règle générale, faire en sorte que les citoyens indiens bénéficient de tous les avantages découlant de l'acquisition et de l'application du savoir scientifique.

Ainsi la SPR reflète clairement la perspective de la politique des sciences. Celle-ci est caractérisée par la vue implicite selon laquelle dès la mise en place des infrastructures nécessaires au développement de S & T modernes ainsi que de conditions propres à la R & D, le personnel formé et l'institutionnalisation de la science achevée, le système des S & T contribuera à résorber les problèmes de développement de l'Inde et à circonscrire la pauvreté. La vision contenue dans la SPR n'ignore pas qu'un pays de la taille de l'Inde, aspirant à l'industrialisation, devra payer le prix fort pour importer des sciences et des technologies sous forme d'usines et de machines, de personnels spécialisés et de consultants techniques. En conséquence, la SPR plaide en faveur de la construction d'infrastructures dans le secteur des S & T, ce qui devrait réduire la pression sur les flux de capitaux extérieurs pendant les stades précoce et critique de l'industrialisation. Une autre importante perspective politique est celle de l'autosuffisance et de la substitution des importations. L'objectif d'autosuffisance et l'importance conférée aux processus de fabrication et de production autochtones relèvent de la vision gandhienne du développement et, dans une large mesure, de la lutte anticoloniale (1880 et 1940). L'insistance politique sur l'autosuffisance est très fortement marquée dans les troisième, quatrième et cinquième Plans nationaux, entre 1961 et 1966, et entre 1967 et 1974 notamment.

Après 1947 et pendant deux décennies et demie, principalement sous l'administration Nehru, l'Inde multiplie ses dépenses de R & D par plus de 25, et le nombre de ses ressources humaines dans le domaine de la R & D est environ multiplié par 6 (Tableau 2). Les politiques scientifiques ont alors pour objectif de mettre en place les infrastructures de base dans les domaines des S & T ainsi que dans l'enseignement supérieur. Un potentiel d'innovation est créé dans certains secteurs essentiels comme la recherche agronomique, pharmaceutique et chimique. Par exemple, le laboratoire du CSIR conçoit et développe un tracteur local, commercialisé au début des années 1970, alors qu'à cette époque la totalité de la demande de tracteurs est encore couverte soit par des importations soit par la production locale de sociétés étrangères (Aurora et Morehouse, 1972). Les fondements des Révolutions verte et blanche sont posés à cette époque. La technologie permettant la conversion du lait de bufflesse en aliment pour jeunes enfants, au cœur de la Révolution blanche, est développée par le laboratoire d'expérimentation alimentaire du CSIR dans les années 1950, puis celui-ci est transféré en vue de sa commercialisation à l'Anand Milk Union Limited (AMUL) (Gujarat). Dès les années 1970 le lait en poudre pour nourrissons AMUL remplace le lait en poudre importé Glaxo et couvre 75 % de ce marché. Au cours des années 1950 et 1960, la quasi-totalité de la gamme de capacités technologiques requises pour résorber les transferts internationaux de technologie servant à l'exploitation du charbon et d'autres minéraux, à la production d'électricité et à la création d'usines dans les

secteurs de l'acier et de la chimie sont développées par des entreprises indiennes, soit publiques soit privées (Parthasarathi, 1999).

Tableau 2 – Ressources humaines scientifiques dans des agences scientifiques sélectionnées

Agence scientifique	Ressources humaines scientifiques et techniques dans des agences scientifiques sélectionnées					
	1 958-1959	1969-1970	1973-1974	1983-1984*	1991-1992	2011-2012
DAE	1 067	7 441	7 910	16 402		
CSIR	3 512	9 515	8 979	20 306		
DRDO	1 500	7 003	9 691	21 364		
ICAR	1 500	8 400	5 023	10 626		
ICMR	1 001	1 585	1 021	2 156		

Source : Rahman et al., 1973 : 44, 116-117 ; A.Rahman et al., 1984 ; Department of Science and Technology, 1975 : 5

Notes : DAE = Department of Atomic Energy ; CSIR = Council of Scientific and Industrial Research ; DRDO = Defence Research and Development Organization ; ICAR = Indian Council of Agriculture Research ; ICMR = Indian Council of Medical Research ; DoS = Department of Space

(*) Comprend le personnel engagé dans des activités scientifiques et techniques ainsi que d'autres activités administratives de soutien

Les efforts indiens de rattrapage en matière de modernisation et d'industrialisation grâce aux efforts scientifiques et technologiques endogènes, à leur apogée aux alentours de 1970, se heurtent alors à un obstacle important : la guerre indo-pakistanaise (1947-1948 ; 1965 ; 1971) et ses conséquences – dont l'afflux en Inde de millions de réfugiés, la libération du Pakistan oriental, puis la naissance du Bangladesh. Ces conséquences constituent un énorme fardeau financier et matériel qui impacte indirectement le secteur des S & T, mais produit une retombée imprévue : la victoire d'Indira Gandhi aux élections de 1971, accompagnée d'un renouvellement de l'engagement du gouvernement du Congrès à renforcer la base nationale des capacités technologiques, en introduisant dans ce secteur un processus de planification.

2.2 1974 à 1990 : de la politique pour les sciences à des politiques de science. Réponses populaires

Bien que Nehru ait pris l'avis d'une grande partie de l'intelligentsia scientifique, ses alliances privilégiées avec des scientifiques d'élite comme Homi Bhaba, S. S. Bhatnagar, Mahalanobis, J. C. Ghosh entre autres n'en ont pas moins orienté la croissance des S & T dans un certain nombre de directions « spécifiques ». Le CSIR ne disposait pas en 1947 de laboratoires significatifs, mais dans les années 1950 S. S. Bhatnagar met en place un réseau de quinze laboratoires de notable dimension dans des domaines fondamentaux jugés prioritaires, et par ailleurs mal couverts. C. V. Raman appelle

ce phénomène « Effet Nehru-Bhatnagar [26] ». Il faut ajouter à ce réseau les Agences spatiale, de Défense, et l'Agence à l'énergie atomique dirigée par Homi Bhabha [27]. La politique pour les sciences se double ainsi d'une politique de science, gouvernée par un cénacle d'élite.

Contrastant avec ce mode informel de gouvernance, pratiqué dans les années 1950 et 1960, les années 1970 sont celles de l'introduction d'un processus de planification des S & T ainsi que du lancement de politiques visant l'autosuffisance en des domaines appliqués précis. Un processus de planification des S & T est initié avec la création de la National Commission on Science and Technology (NCST) (« Commission nationale des sciences et des technologies ») (1972) et lors du lancement du premier « Plan scientifique et technologique indien » (1974-1979), lequel fait explicitement et pour la première fois mention de la nécessité de développer des capacités technologiques nationales dans des secteurs appliqués.

Une fois les infrastructures mises à niveau, les attentes politiques et économiques vis à vis des S & T se sont en effet déplacées en même temps que certains effets devenaient plus visibles. Les meilleurs exemples de l'impact de la politique précédente sur le développement se manifestent dans les secteurs comme ceux de l'énergie atomique et de l'espace. Au début des années 1960 et 1970, l'Inde est devenue capable de concevoir et de construire des centrales nucléaires, des satellites et de lancer des missiles grâce aux technologies nucléaires et spatiales importées de pays développés. L'Inde se place alors parmi les six ou sept leaders mondiaux dans ces domaines [28] (Sankar, 2007 ; Bagla et Menon, 2008). C'est désormais dans des secteurs civils que la R & D va bénéficier de priorités planifiées. C'est ainsi que, initiée dans les années 1970, la R & D va bénéficier aux secteurs *biomédical et pharmaceutique* puis dès les années 1980 à celui de *l'automobile*. Nous explorerons brièvement ces cas plus loin.

Par ailleurs dans les domaines *de l'agriculture et de l'élevage*, en dépit de nombreuses critiques, les Révolutions « verte » et « blanche » indiennes remplissent relativement la promesse de l'autosuffisance alimentaire. Cette réussite – relative – peut être attribuée à la performance des techniciens et ingénieurs agronomes qui multiplient par trois la production agricole de denrées de base comme le blé, dont la production passe de 11 millions de tonnes en 1960, à 22 millions de tonnes en 1970, puis 39 millions de tonnes en 1980 ; même si le riz progresse moins vite, celui-ci passe de 38 millions de tonnes en 1960 à 52 millions de tonnes en 1980. Une réussite comparable de la Révolution blanche fait de l'Inde le premier producteur mondial de lait entre 1970 et 1990.

En effet, l'optimisme de Nehru et son appui aux S & T a permis en trois décennies un essor des infrastructures pour les sciences, les technologies et l'enseignement qui a

26. C'est ce qui est caractérisé comme alliance entre la science et la politique. Il s'agit d'une alliance informelle entre Nehru et un petit groupe de scientifiques d'élite. Ce pourrait être la raison pour laquelle le concept de planification, surdimensionné et suivi, n'est pas étendu à l'organisation de la science et de la technologie sous l'ère Nehru.

27. Bhabha parvient aussi à décider Nehru à installer à Bombay le siège du Département de l'énergie atomique, là où il le souhaite.

28. Par exemple, l'Inde lance en terre indienne environ une douzaine de satellites pour le compte de la Corée du Sud, de la France, de l'Allemagne, des USA et d'autres pays au moyen du lanceur autochtone de satellites sur orbite polaire (PSLV) en 2013.

conduit à la construction de capacités technologiques exceptionnelles de l'Inde dans des secteurs de recherche allant du nucléaire à l'agriculture.

Cependant même si l'Inde devient dans les années 1970, autosuffisante dans sa production alimentaire, la Révolution verte transforme aussi beaucoup de petits agriculteurs en marginaux et en travailleurs agricoles sans terre. Ainsi, le modèle « vertical » nehruvien n'est parvenu ni à éradiquer la pauvreté ni à déclencher un processus vers la construction d'une société égalitaire. De plus, la guerre avec le Pakistan en 1971 puis la crise du pétrole en 1973 accentuent la détérioration de la situation économique du plus grand nombre des indiens. Une des réactions les plus importantes est l'émergence de mouvements écologistes qui critiquent les discours optimistes de la science et de la technologie au sujet du développement et qui commencent à prendre une ampleur importante dès la fin des années 1970. Cette vague de désenchantement culmine avec l'apparition de mouvements critiques dans les sciences sociales.

2.2.1 De l'optimisme de l'establishment scientifique à la contre-hégémonie

La foi dans l'expansion des S & T comme moteur du développement, liée à l'héritage de Nehru, n'a jamais été sérieusement remise en question avant le début de la crise pétrolière des années 1970. Et les critiques formulées par une partie de la gauche et d'autres groupes antagonistes au sein de la société civile à l'encontre des politiques des S & T et de l'hégémonie des sciences et des technologies modernes ne prennent de l'importance qu'à la fin des années 1970 et se poursuivent dans les années 1980. Ces critiques coïncident sans aucun doute avec la défaite de Jawaharlal Nehru et d'Indira Gandhi et le déplacement du Parti du Congrès de son positionnement à gauche vers le Centre dans les années 1970. Il s'ensuit l'accès pour la première fois du Parti Janata au pouvoir avec un discours très critique sur le processus de développement suivi par les gouvernements précédents. Gandhi et le gandhisme, au-delà des années 1940, font vibrer une corde sensible de l'intelligentsia politique du Parti Janata dans les années 1970 et 1980.

Premièrement le discours développementaliste du Parti Janata s'appuie sur la décentralisation pour encourager le développement de type « villageois », à petite échelle et rural. En pleine crise pétrolière, cette vision peut aussi s'allier au souci de l'environnement des groupes écologistes émergents, ainsi qu'à l'apparition de groupes proposant des technologies alternatives. Inspirées par la perspective gandhienne et son approche philosophique, ces orientations sont certainement le signe de l'émergence d'un groupe de pression nouveau, opposé aux sciences et technologies modernes.

Deuxièmement, les trois premières décennies de fonctionnement des appareils scientifique et technique sont critiquées au-delà de ce groupe de pression de tendance écologiste. Différents publics interrogent les théories du « ruissellement » et les hypothèses sous-jacentes aux politiques des sciences et de l'industrialisation de l'indépendance aux années 1980 (« ruissellement » naturel des résultats de recherche vers leurs usagers potentiels).

En troisième lieu, les systèmes technologiques ont connu au cours des trois dernières décennies une croissance et une complexification considérables. Dans l'effort déployé afin de rattraper l'Occident industrialisé, les pays du tiers-monde, tels que l'Inde, se

sont fiés à de massifs transferts de technologie, mais ont largement échoué à se les réapproprier. Notamment la gestion sociale du risque technologique n'a pas été prise en compte. En 1984, la « tragédie du gaz de Bhopal », consécutive à une fuite de gaz toxique à l'usine Union Carbide [29] à Bhopal (4 000 morts), est à ce titre exemplaire ! En effet, de façon répétée, ces choix politiques et économiques ont eu des conséquences dramatiques pour la population, suscitant une méfiance accrue vis-à-vis des promesses des S & T modernes.

Des questions concernant les alternatives, tant à l'intérieur qu'en dehors du cadre des sciences et des technologies modernes, ont attiré l'attention de nombreux publics, y compris l'intelligentsia. Plus largement, deux courants de la conscience critique et de l'intérêt public apparaissent dans les années 1980, en réponse à la crise montante des sciences et des technologies modernes, en vue de répondre aux besoins et aux demandes des groupes le plus défavorisés de la société indienne.

Un premier courant critique proteste contre le détournement de la S & T au profit de l'élite sociale et au détriment de la majorité de la population indienne défavorisée [30]. Il s'agit de groupes d'activistes scientifiques inspirés par les écrits de J. D. Bernal et le marxisme, qui ont constitué le mouvement connu désormais sous le nom de *People's Science Movement* (PSM) (« Mouvement du peuple pour la science »). La principale association du PSM, apparaît au cours des années 1960 sous le nom de la Kerala Shastra Sahitya Parishad (KSSP) (Kerala Association for the Popularisation of Science and Science Literature). Elle regroupe plus de 50 000 activistes scientifiques comme membres permanents et défend la vulgarisation de la science et de la littérature scientifique en regroupant écrivains scientifiques et littéraires. Dans l'État du Kerala ce mouvement scientifique populaire est très connu depuis la fin des années 1970 en raison de sa promotion de la vulgarisation scientifique en langue locale.

Entre 1978 et 1985, la KSSP participe à l'organisation de quatre importantes conventions scientifiques populaires, attirant des activistes scientifiques des quatre coins de l'Inde. Il en résulte chez les participants un sens d'appartenance à une opération militante plutôt éparpillée. À compter du début des années 1980, ces réunions constituent le People's Science Congress (« Congrès scientifique du peuple »), qui a lieu chaque année dans une région différente du pays. Ces réunions, qui rassemblent la plupart des groupes d'activistes scientifiques tels que le PSM, donnent à la base du PSM un statut national. Les activités du PSM sont coordonnées par un organisme du nom de All India People's Science Network (AIPSN) (« Réseau scientifique populaire de l'Inde »), constitué en 1990 [31].

29. Union Carbide est une multinationale américaine.

30. Les acteurs et groupes sociaux appartenant au mouvement qui s'inscrit dans cette perspective reconnaissent et soutiennent le « progressisme » et la « force de libération » de la science moderne, mais ont un point de vue critique sur la façon dont cette force est détournée par l'élite scientifique au profit d'une partie de l'élite sociale, aux frais de la majorité défavorisée.

31. Les quarante groupes constituant le PSM ne sont pas aussi importants que la KSSP. Entre soixante-dix et quatre-vingt-dix de ses membres sont actifs à plein temps. Au début des années 1980, la création du Delhi Science Forum à New Delhi sert de catalyseur à la constitution et à l'expansion des groupes PSM dans différentes parties du pays au milieu des années 1980. Les activistes scientifiques du Delhi Science Forum coordonnent les activités de l'All India People Science Network.

Pour le PSM, science populaire n'implique pas seulement simplification et vulgarisation de la science, bien que ces deux aspects soient considérés comme essentiels. Fondamentalement, le terme pointe la création d'une sensibilité critique et une volonté de questionnement concernant tous les aspects d'une science qui viserait le développement et l'industrialisation, et en particulier la nature de son appropriation [32]. Comme K. P. Kannan le remarque, « s'imprégner des méthodes de la science et les inculquer afin de comprendre non seulement la réalité physique mais aussi la réalité sociale, et tenter de se poser des questions pertinentes afin de trouver des solutions aux problèmes sociaux est ce qui confère à la science un rôle militant [33] ». L'idéologie de gauche de la KSSP est parfaitement illustrée par son principal slogan : « La science pour la révolution sociale. » Le PSM, qui reflète le discours nehruvien des années 1950, considère également la science moderne comme un outil d'émancipation sociale et économique, et aussi comme le véhicule servant à introduire dans la société l'objectif d'une transformation sociale. Dans la perspective de l'économie politique, les groupes PSM partagent la vue selon laquelle les forces hégémoniques – capitalistes et impérialistes – se sont concentrées dans les systèmes scientifiques et technologiques, dans un très petit nombre de mains. En conséquence, il convient de libérer ces forces des tentacules de la domination et de l'exploitation. L'ouvrage de Bernal, *Social Functions of Science* (*Les fonctions sociales de la science*) et celui qu'il a dirigé avec d'autres scientifiques de gauche des années 1940, *Social Relations of Science movement* (*Les relations sociales du mouvement scientifique*) ont exercé une influence considérable sur les principaux acteurs et les militants de base des groupes PSM comme la KSSP.

Un second courant critique s'est affranchi de la perspective nehruvienne sur les S & T, reflétant des constructions variables des vues gandhiennes de l'économie et du développement social. Appartiennent à ce courant des acteurs individuels et des groupes qui ont adopté des positions « anti-scientifiques » extrêmes – à ne pas confondre, cependant, avec l'astrologie, la science paranormale, la pseudoscience ou la perception extrasensorielle (ESP), couramment associées à des postures antiscientifiques. Les groupes militants de ce courant constituent en gros l'Alternative Science Movement (ASM) (« Mouvement alter-scientifique ») [34]. En Inde, la posture antiscience est une position scientifique critique.

La principale préoccupation des mouvements scientifiques indiens critiques concerne la force hégémonique et l'autorité de l'institution scientifique dans son ensemble. À la différence du People's Science Movement dirigé par la KSSP, l'ASM est né des efforts convergents de différents acteurs qui ont lancé la critique intellectuelle de la science moderne et occidentale, en parallèle avec l'émergence de groupes de base qui s'intéressent à l'écologie et de groupes qui promeuvent les systèmes indigènes de savoir

32. Réfléchie dans le discours du PSM, on rencontre la vue selon laquelle il y a un contenu scientifique dans toute question sociale, et vice-versa. L'autonomisation de la population grâce au mouvement scientifique est l'un des principaux objectifs des groupes PSM.

33. Voir K. P. Kannan, « Secularism and People's Science Movement in India », *Economic and Political Weekly*, 10 February 1990, p. 312.

34. Les groupes ASM, qui ont évolué dans le sens de la recherche et de l'établissement de relations avec la base, sont le Patriotic and People Oriented Science and Technology (PPST) (« Mouvement scientifique et technologique, patriotique et orienté vers le peuple ») (Madras), ainsi que des groupes écologistes comme le « Chipko » (Inde septentrionale) et la Narmada Bacho Anodolan (« Lutte pour sauver la région de Narmada ») (NBA) en Inde centrale.

et de pratiques. L'ASM développe ces différentes perspectives et les expériences « à la base ». Les groupes ASM partagent la vue selon laquelle l'hégémonie de la science moderne et occidentale et le processus rapide d'industrialisation façonné par elle sont la cause fondamentale de la crise généralisée de la modernité en Inde. Les groupes ASM considèrent le « progrès » de la science occidentale et des traditions technologiques modernes comme contraires « à l'éthos et aux aspirations culturelles de sociétés non occidentales comme l'Inde [35] ».

Adoptant une position extrême, un courant ininterrompu d'écrits est initié par Ashis Nandy et ses collaborateurs du Center for the Study of Developing Societies (CSDS – « Centre pour l'étude des sociétés en développement ») (Delhi), dès la fin des années 1970. Les tenants de ce courant rejettent explicitement la science moderne et occidentale, caractérisée comme essentiellement violente, tant en raison de sa méthode que de son exploitation dans des sociétés non occidentales. Les groupes ASM se différencient par leur orientation vis-à-vis de la recherche, ainsi que par leur réseau de connexions, leurs objets et leur mode d'activisme « de base » [36]. Le mouvement « *Chipko* », dirigé par Sunderlal Bahuguna et Chandi Prasad Bhatt, participe activement à la lutte contre l'abattage des arbres dans la région de l'Uttarkhand (contreforts de l'Himalaya) et contre les politiques du gouvernement concernant la gestion des ressources forestières. Le mouvement « *Narmada Bachao Andolan* » (NBA), dirigé par Medha Patkar et Baba Amte, s'oppose aux projets de méga-barrage de Narmada et de Sardar Sarovar afin de sauvegarder les intérêts des communautés tribales. Le mouvement pour une « Science et une technologie patriotiques et populaires » (PPST) est appuyé par une quarantaine d'universitaires et de militants. À la différence du groupe dirigé par Nandy au sein du CSDS (*Centre for the Study of Developing Societie*s, « Centre pour l'étude des sociétés en développement »), le PPST ne rejette pas la science et la technologie modernes et occidentales, mais définit l'essence de sa mission comme le développement d'une critique de la civilisation, en particulier de la civilisation induite par l'organisation scientifique et technologique moderne. Le PPST cherche à contrer les « prétentions de la science moderne à l'universalité – celle-ci serait universelle, objective, indépendante de toute valeur, définitive, unique et seule source légitime de savoir et de rayonnement ». Au fil des années, le PPST assure la promotion des systèmes autochtones de savoir et de production. Il organise le tout premier Congress of Traditional Science and Technology in India (CTSTI – « Congrès des sciences et technologies traditionnelles de l'Inde ») accueilli par l'Indian Institute of Technology (« Institut indien de technologie ») (Bombay, décembre 1993) [37]. Comme l'expliquent clairement les organisateurs de ce congrès, l'un de ses principaux objectifs consiste à faire ressortir la vue selon laquelle les « traditions indigènes dans le domaine du savoir,

35. Par exemple J. P. S. Uberoi élabore des alternatives à la science moderne occidentale. Claude Alvares (1980) prolonge la critique de la science occidentale dans une perspective anthropologique et historique dans son ouvrage *Homo Faber : Technology and Culture in India, China and the West 1500-1972*.

36. Le groupe d'Ashis Nandy n'a pu maintenir son programme antiscience au delà des années 1985. De nombreux activistes comme Vandana Shiva ont continué de s'opposer aux nouveaux programmes technologiques, comme ceux des OGM. D'autres restent fidèles à leurs positions critiques de la science.

37. Environ 300 articles sont présentés au Congrès, lequel accueille 800 participants. L'intitulé du Congrès indique la contre-stratégie qui utilise les termes « science » et « technologies » pour les systèmes autochtones de savoir et les pratiques de production.

des compétences et de la production véhiculent toujours une importante signification fonctionnelle dans le présent contexte [38] ».

Il y a à l'ordre du jour du PPST une tentative « programmatique » d'intégration à la science et à la technologie des systèmes autochtones de savoir. De diverses façons, la position du PPST est alignée sur les vues d'Uberoi mentionnées ci-dessus. Les écrits de M. K. Gandhi ont également contribué à inspirer cette production intellectuelle, bien que dans le discours des groupes ASM le gandhisme trouve des interprétations différentes. Tant les groupes PSM que les groupes ASM adoptent une position anti-impérialiste et anticapitaliste mais, conformément à ce qui a déjà été remarqué, ils ont des conceptions distinctes de la notion d'alternative. Essentiellement, les principales alternatives aux yeux de l'ASM concernent les systèmes autochtones de savoir et de production, et les diverses façons de maintenir les traditions locales et leurs visions du monde dans le cadre d'une société indienne culturellement stratifiée.

Ces critiques sont aujourd'hui face à une Inde qui depuis la dernière décennie du XX^{e} siècle, est entrée dans un processus de mondialisation de son économie et de réappropriation de nouvelles technologies – celles de l'information et de la communication (TIC) et des télécommunications – qui apparaissent comme d'importants secteurs, tout comme les nanotechnologies, les technologies de la modification génétique (OGM) ainsi que la recherche sur les cellules souches. Un premier impact de la mondialisation, qui alimente la croissance économique, est celui de l'augmentation des revenus en particulier pour les classes moyennes indiennes. Dans une large mesure, l'essor de ces classes moyennes a affaibli le PSM et l'ASM au cours des années 1990. Même si les individus et les agences appartenant à ces mouvements ont rejoint la lutte contre les technologies OGM et se sont intégrés au mouvement environnementaliste qui milite désormais contre le changement climatique, les mouvements du PSM et de l'ASM, en tant que tels, peuvent être considérés comme affaiblis.

2.2.2 Réponse de l'État

Confronté aux critiques grandissantes des politiques officielles de la science et de la technologie, l'État entreprend de satisfaire certaines des demandes des groupes PSM et ASM, bien qu'il rejette la position et la vision extrême de la « science moderne comme intrinsèquement violente », mise en avant par Ashis Nandy et son groupe. Le gouvernement cherche à répondre au moyen de stratégies de S & T nouvelles. L'un des faits marquants de cette époque est l'introduction de « Missions technologiques » au milieu des années 1980, Rajiv Gandhi étant Premier ministre. Il s'agit de plans assujettis à des contraintes chronologiques visant à régler la question des besoins fondamentaux en redirigeant les contributions de la science et de la technologie vers les secteurs de la santé de base, de l'eau, des vaccins, des huiles végétales, mais aussi des télécommunications pour tous et de l'alphabétisation. L'orientation de la science et de la technologie à partir d'une mission qui lui est donnée, est considérée comme une nouvelle stratégie visant à satisfaire les besoins élémentaires de la population – ce

38. Certaines de ces citations concernant le PPST sont extraites de déclarations d'objectifs non publiées de militants du PPST. La brochure peut être obtenue auprès de la PPST Fondation, *P.B.No 2085*, Adyar, Madras, Inde. Nous citerons également Souviner, *Congress on Traditional Sciences and Technologies of India, PPST Congress, 28 novembre – 3 décembre 1993*, Bombay, Indian Institute of Technology, 1993, p. 102.

qui rejoint notamment les principes défendus par des groupes PSM et ASM en Inde. En réponse au mouvement populaire lancé par le KSSP contre la construction d'un barrage qui devait inonder les réserves forestières du district de Palakkad (Kerala), le gouvernement, au terme d'une longue lutte, renonce à ce projet [39]. De la même façon, en réponse aux protestations de Sunder Lal Bahuguna et de ses associés dans le cadre du *Chipko Movement* contre la déforestation, le gouvernement apporte sa réponse. Le mouvement aboutit à une victoire en interdisant en 1980 l'abattage des arbres des régions himalayennes pendant quinze ans jusqu'à ce que la couverture végétale soit entièrement restaurée.

Nous citerons deux autres réponses du gouvernement : la promotion de la vulgarisation scientifique et l'institutionnalisation d'un système de la médecine autochtone. La première de ces mesures répond à l'impératif pointé par la KSSP et d'autres PSM de s'attacher à développer l'*esprit scientifique*. La seconde institutionnalise un pluralisme scientifique et technologique en matière de soins de santé. Le Département des systèmes indiens de médecine et d'homéopathie (ISM & H) est créé en mars 1995, et renommé en novembre 2003 : Département de l'ayurveda, du yoga et de la naturopathie, de l'unani, du siddha et de l'homéopathie (AYUSH). Il agit pour soutenir les praxis correspondantes, veiller au bon niveau de la recherche et de la formation des maîtres, le contrôle de qualité et la standardisation des médicaments, améliorant ainsi l'accessibilité aux plantes médicinales, et stimulant la sensibilité à l'efficacité de ces systèmes, à l'échelon national et international.

2.2.3 Effort de promotion de la technologie et de l'innovation nationales – années 1990

Outre la réponse aux groupes PSM et ASM, sous une forme ou une autre, dans les années 1980 la politique gouvernementale de la science et de la technologie cherche à promouvoir l'innovation nationale. Parmi différents secteurs, deux en fournissent des exemples manifestes : ceux de la *pharmacie* et des *biotechnologies*. Pour ce qui concerne le secteur pharmaceutique, la Loi indienne sur les brevets de 1971, appliquée dès 1972, permet une protection de sept ans à compter de la date de dépôt d'une demande de brevet ou de cinq ans à compter de la date d'attribution de celui-ci. Aujourd'hui, cette industrie, dotée de larges capacités dans le domaine complexe de la production et de la technologie pharmaceutiques, est au premier rang des industries scientifiques indiennes. L'industrie indienne des médicaments est passée du chemin de l'ingénierie inversée, qui a permis de produire des médicaments génériques pendant les années 1980 et 1990, à celui de la découverte de nouveaux médicaments lors de l'entrée dans le nouveau millénaire [40]. En 2013, 75 % de la population de l'Asie du Sud-Est se procure en Inde ses principaux médicaments.

39. Le KSSP sensibilise l'opinion publique en faveur du sauvetage de la Silent Valley en publiant un *Techno-Economic and Socio-Political Assessment Report on the Silent Valley Hydroelectric Project* (*Rapport d'évaluation techno-économique et socio-politique sur le projet hydroélectrique de Silent Valley*). Le gouvernement constitue en 1982 un comité multidisciplinaire placé sous la direction du professeur M. G. K. Menon, « afin de décider si le Projet hydroélectrique est réalisable sans important dommage écologique ». Au début de 1983, le comité du P^r^ Menon soumet son rapport. Après une attentive étude de celui-ci, le Premier ministre indien décide d'abandonner le Projet : http ://en.wikipedia.org/wiki/Save_Silent_Valley.

40. En effet, le secteur pharmaceutique indien a atteint un stade auquel il a développé de considérables capacités technologiques ainsi qu'un potentiel d'innovation visant la découverte de médicaments. Toute

En 1960, le solde commercial est négatif (- 160 millions INR). Un brusque effet de bascule se traduit par le retour à un solde positif de la balance commerciale, passant de + 6 820 millions à + 51 290 millions INR en 2000. Une bonne partie de cette croissance peut être attribuée à la base d'innovation mise en place au cours de la précédente phase de développement. La Loi sur les brevets de 1971, qui permet à l'Inde de renforcer les bases publique et privée de la R & D, marque une importante étape du développement des capacités technologiques de l'ingénierie inversée et de la commercialisation des processus et des brevets. Pendant cette phase, le renforcement du système public de R & D dans le secteur pharmaceutique et ceux qui lui sont associés, et les progrès de l'éducation supérieure soutiennent l'effort d'ingénierie inversée et l'introduction de médicaments qui sortent de la période de protection par un brevet (cinq ou sept ans). Environ 250 départements universitaires proposent une formation supérieure en chimie et en recherche pharmaceutique au niveau doctoral. C'est au cours de cette période que des sociétés indiennes développent des capacités technologiques de production de médicaments, et que les laboratoires publics de R & D cèdent un grand nombre de processus à ces sociétés. C'est aussi en cette période que d'importantes connexions structurelles se développent entre recherche publique d'une part (National Chemical Laboratories – « Laboratoires chimiques nationaux », Central Drug Research Institute – « Institut central de recherche sur les médicaments » et Indian Institute of Chemical Technology – « Institut indien de technologie chimique ») et sociétés pharmaceutiques privées d'autre part (plus de deux douzaines, comme Reddy Labs, Lupin et Cadila : ces sociétés seront amenées à jouer un rôle de premier plan au cours de la période suivante de développement).

En 1976, parmi les vingt premières sociétés, qui contrôlent environ 57 % du marché national, il n'y a que quatre sociétés indiennes (Ramani, 2002). Le gouvernement se lance dans une double stratégie, afin de mettre en place des entreprises relevant du secteur public (Hindustan Antibiotics et Indian Drugs and Pharmaceuticals) produisant des médicaments essentiels. En même temps, il promeut les capacités nationales de R & D dans une demi-douzaine de laboratoires CSIR. Comme l'observe Lalitha (2002), cette loi entraîne la « renaissance » du secteur, car les sociétés pharmaceutiques privées créées dans les années 1970 et 1980 produisent désormais localement des médicaments auparavant importés. Dans l'espace d'une décennie, la part des sociétés nationales atteint 50 % du marché, et même 75 % en 2004 (voir Jayaraman, 2005). En 1995, treize sociétés indiennes parmi les vingt premières contrôlent 85 % du marché. Les 15 % restants sont pris en charge par sept MNC (*multinational companies* – « sociétés multinationales ») en 1995 (voir Ramani, 2002). Il est encore possible de citer deux importants instruments politiques qui protègent les sociétés et les consommateurs indiens : *Monopolies and Restrictive Trade Practices* (MRTP) (loi restreignant les pratiques commerciales monopolistiques) et *Foreign Exchange and Regulation Act* (FERA), visant à réduire la concentration du pouvoir économique au profit d'un petit nombre de sociétés et à réglementer les changes.

Le second secteur qui attire l'attention en tant qu'exemple de construction d'une base nationale d'innovation est celui de la biotechnologie. La biotechnologie voit le

molécule développée n'est pas canalisée jusqu'à la commercialisation. Celles dotées d'un potentiel élevé sont exploitées en collaboration avec des sociétés pharmaceutiques mondiales.

jour comme important secteur de l'économie indienne dans les années 1990. Le sixième Plan quinquennal de l'Inde (1980-1985) consacre un soutien massif à ce secteur, soulignant l'importance de la biotechnologie en tant que domaine des S & T susceptible de répondre aux besoins croissants des secteurs liés à l'agriculture et à la santé. Dès 1982, une agence intitulée National Biotechnology Board (NBTB) (« Conseil national de la biotechnologie ») est créée afin d'atteindre les objectifs du Plan. Le NBTB publie en 1983 un *Long Term Plan in Biotechnology in India* (« Plan biotechnologique à long terme pour l'Inde »), centré sur plusieurs projets prioritaires dont le développement institutionnel du secteur considéré. En 1986, le gouvernement crée un département (= ministère) à part entière de biotechnologie (DBT), doté d'un budget annuel de 400 millions INR. Multiplié par trois, celui-ci atteint 1 200 millions INR en 1997, puis par une nouvelle augmentation de 100 %, 2 500 millions INR en 2003-2004. Depuis le début des années 1980, la plus importante conséquence politique de la fondation du DBT est le développement d'une base de ressources humaines grâce au financement de l'enseignement supérieur et de la recherche avancée dans le secteur des biotechnologies. Le DBT soutient en 1984 la création du Master en biotechnologie dans cinq universités. Puis en 2001, ce soutien s'étend à trente masters et programmes doctoraux dans les meilleures universités indiennes. Au cours des vingt dernières années, le DBT et la Commission des subventions universitaires ont créé 300 postes de chercheurs et d'enseignants dans les universités tout en développant significativement les infrastructures de la R & D.

Le Biotechnology Consortium India Limited (BCIL) est créé en 1990 sous l'égide du DBT. Doté de fonds propres à hauteur de 5 000 millions INR, il collabore avec plus d'une demi-douzaine d'institutions de capital-risque (VC) et de sociétés financières indiennes. Le secteur des entreprises privées comprend d'importantes organisations telles que Ranbaxy Labs, Cadila Labs, Glaxo India, entre autres. Le BCIL s'occupe de transferts de technologie, de syndication de fonds, de diffusion d'informations et de formation de ressources humaines dans des secteurs industriels spécialisés, et de conseil concernant des projets. Si une partie des tâches du BCIL consiste en la commercialisation d'innovations par l'intermédiaire de capital-risque (VC), il n'en demeure pas moins qu'il est une organisation créée et soutenue par des institutions publiques pour tisser les liens entre les différents acteurs du secteur biotechnologique. Depuis les années 1980, ce secteur connaît une croissance régulière qu'il faut relier à l'appui apporté aux laboratoires existants et à la création de nouveaux par le DBT, le CSIR, l'ICMR, l'ICAR et d'autres agences publiques. Les grands laboratoires indiens du secteur des biotechnologies et les centres de recherche sont financés principalement par le gouvernement. Cependant au cours des vingt dernières années, le secteur privé s'est mis à investir des sommes relativement importantes dans la recherche pharmaceutique en matière de santé et de biotechnologie. Les universités et les laboratoires nationaux ont contribué à parts égales à l'effort de R & D, tant par le volume de recherche produit que par son impact sur les aspects plutôt socio-économiques et commerciaux des innovations. D'après une étude, l'Inde a obtenu 2 204 brevets de biotechnologie entre 1995 et 2002 [41].

41. Source : *TIFAC Intellectual Property Rights Bulletin*, 10 (6-7) : 1, 2004, New Delhi.

Hormis les brevets, des cas concrets de recherche sur les vaccins indiquent aussi un potentiel d'innovation. La biotechnologie indienne fait preuve d'une capacité technologique considérable concernant l'immobilisation des enzymes utilisées pour la conversion lors de la synthèse des pénicillines semi-synthétiques. Ces dernières années, un consortium conjoignant des laboratoires nationaux (appartenant au Centre pour la biologie cellulaire et moléculaire), d'autres universitaires, et des entreprises industrielles (Shanta Biotechnics, Bharat Biotech et le Serum Institute of India) a notamment attiré l'attention mondiale en développant trois vaccins contre l'hépatite B.

L'impact est rapide puisqu'entre 2000 et 2001, le prix des vaccins importés est tombé de 16 à 0,50 dollar(s) US par dose (voir Kumar *et al.*, 2004). C'est le cas pour un vaccin contre la lèpre (développé en 1997-1998) et de façon plus générale pour cinq vaccins développés sur place au cours des dix années passées.

Dans la région Asie-Pacifique, l'Inde est aujourd'hui devenue un acteur de premier plan dans ce secteur de pointe en pleine croissance. D'après la base de données du BCIL (2012), on estime à environ 200 le nombre de sociétés relevant en Inde du secteur biotechnologique [42]. Il semble que 49 % soient associés au secteur agricole, qu'il s'agisse de culture de tissus ou de pesticides. 25 % de ces sociétés sont actives dans des secteurs liés à la santé, et les 26 % restants dans des secteurs en lien avec l'environnement. Un grand nombre de ces sociétés sont concentrées principalement dans les grandes villes indiennes comme Delhi, Bangalore, Hyderabad, Poona, Mumbai, et Chennai et des centres dans d'autres États comme le Gujarat et l'Himachal Pradesh. En cherchant à consolider le système sectoriel de la biotechnologie, le DBT a su solidement parrainer des institutions intermédiaires, qui servent à tisser des liens entre différents acteurs du système. Deux composantes de ce système sectoriel sont essentielles : (a) le développement de ressources humaines hautement qualifiées qui caractérisent la communauté professionnelle biotechnologique ; et (b) au cours des quinze dernières années, le renforcement institutionnel de la base scientifique dans les zones frontières de la biologie moderne. Il s'agit d'un domaine dont l'activité requiert des capitaux considérables, mais aussi d'importants investissements de R & D sur de longues périodes pour parvenir à des résultats significatifs. Le DBT et d'autres agences scientifiques gouvernementales ont appuyé fermement les besoins du secteur de la biotechnologie et les demandes qui en provenaient au cours de la phase initiale, mais aussi *maintenu leur soutien* au long des vingt dernières années.

Ayant doté de capacités technologiques des domaines de pointe comme les secteurs spatial, nucléaire, pharmaceutique, biotechnologique, agricole (Révolution verte), le gouvernement s'est rendu compte au fil de leur développement qu'un cadre constitué de compartiments étanches (les secteurs), et une politique reposant sur les principes de l'autosuffisance et de la substitution d'importations devenaient de plus en plus difficiles à maintenir dans les années 1980 et au-delà.

Le Sixième Plan (1980-1985) souligne que « l'autosuffisance ne peut plus prendre la forme de la substitution sans discrimination des importations », et que « la promotion des exportations participe autant d'un effort d'autosuffisance que d'une efficace substitution des importations » (voir Gouvernement de l'Inde, 1980 : xxi et 10). De la

42. http ://www.bcil.nic.in/biotech_club.htm.

même manière, la Déclaration de politique technologique de 1983 assure que « l'importation de technologies et d'investissements étrangers sera possible, mais toujours sur une base sélective », et tente de clarifier cette déclaration. Cette directive politique prépare le terrain en vue d'une libéralisation de l'économie indienne, et contribue à attirer des investissements étrangers directs dans les secteurs de la R & D, des transferts de technologie et des investissements financiers. Or, cette position signifie également le remplacement d'une politique d'autosuffisance et de substitution des importations « orientée vers l'intérieur » par une libéralisation et une mondialisation « orientées vers l'extérieur ». En effet, l'introduction des politiques économiques libérales et de la déréglementation de l'industrie commence sous Rajiv Gandhi en 1985, avec la levée de nombreuses restrictions des *Monopolies Restrictive Trade Practices* (MRTP) et de la *Foreign Exchange Regulation Act* (FERA) (« Loi sur la réglementation des changes ») entraînant la radiation de très nombreux produits destinés aux PME de la liste des produits protégés. Au cours de cette phase, l'ère de la mondialisation commence ; elle culminera avec l'essor des nouvelles technologies de l'information et de la communication et des télécommunications ainsi qu'une plus grande intégration de l'économie indienne dans l'économie mondiale, dont elle suivra désormais les grandes tendances.

2.3 Les années 1990 et au-delà : les politiques économiques libérales et les S & T [43]

Lors de l'arrivée au pouvoir à nouveau du Congrès en 1991, avec un gouvernement dirigé par P. V. Narasimha Rao et le D^r^ Manmohan Singh aux Finances, l'orientation prise est celle des Nouvelles Réformes économiques à partir de juin 1991. Par contraste avec les déclarations concernant les politiques des S & T (comme les Plans de 1958, 1986 et 2003, ainsi que le Plan des S & T de 1974) qui couvrent une gamme de sujets et de secteurs économiques rapportés à un cadre englobant, on va observer au cours des vingt années suivantes un déplacement vers ce que l'on peut caractériser comme des politiques décentralisées de S & T [44]. Un autre changement remarquable de la politique indienne des S & T des années 1990 est la fin de la domination des physiciens datant des années 1950 à 1970. Des technocrates comme Sam Pitroda, des chimistes comme R. A. Mashalker, des biologistes comme P. Balram, P. M. Bhargava et S. K. Bhan ainsi que des bureaucrates ou des universitaires « stratégiques » comme K. K. Subramanyam, entre autres, influencent et modèlent les politiques publiques des S & T. La croissance économique moyenne, d'environ 6,9 % pour la période 2001-2006, est accompagnée par celle de secteurs industriels privés (télécommunications, logiciels, médias et divertissement, pharmacie, automobile, production technologique de pointe, entre autres). Les entreprises du secteur privé influencent comme jamais auparavant la prise de décision en matière d'initiatives scientifiques et techniques [45].

43. Certaines parties de ce chapitre sont tirées de Krishna (2008).

44. Ceci ne signifie pas qu'au cours de phases antérieures différents acteurs n'aient pas affirmé leur position sectorielle en matière de S & T. Mais c'était moins fréquent que depuis 1991. Les politiques par secteur sont désormais formellement discutées et des propositions sont formulées par différentes parties prenantes, en coordination avec le gouvernement.

45. Par exemple, les capitaines d'industrie comme Rahul Bajaj (secteur automobile « à trois roues »), Ratan Tata et Keshub Mahindra (secteur automobile) ; Narayan Murthy et l'association du secteur des Logiciels – NASSCOM (logiciels) ; les frères Ambani (produits de la pétrochimie et télécommunications) ; les frères Mittal (télécommunications) ; Baba Kalyani (chaudronnerie industrielle) ; des représentants de sociétés industrielles privées et de leurs associations comme les Chambres indiennes de commerce et d'industrie

Le gouvernement ménage d'autant plus ces entreprises qu'elles s'engagent dans des partenariats public-privé mis en œuvre dans différents programmes d'infrastructure et de développement R & D (y compris avec des stratégies économiques et de marché de long terme). Enfin, les représentants de la société civile et les mouvements « contre-hégémoniques » pèsent et influent sur les politiques de S & T formulées pour des secteurs particuliers. Autrement dit, même si le gouvernement formule ponctuellement des politiques de S & T globales et nationales, *il n'y a pas un seul « centre de gravité »*. De nombreux acteurs et agences en viennent à jouer un rôle déterminant dans des régions ou des secteurs particuliers, remodelant les politiques et gauchissant la politique globale.

2003 est une année marquante dans l'essor de l'innovation, comme en témoigne le discours politique sur les S & T. La Directive de 2003 sur les S & T fait explicitement référence au lien entre les sciences, les programmes de R & D et les activités socio-économiques d'une part, et d'autre part l'étroite interaction avec des institutions privées actives en science et technologie. La directive de 2003 souligne l'importance des effets marchands de la R & D. Cependant, l'articulation de la Directive de 2003 à la politique de la science, de la technologie et de l'innovation (STIP 2013), n'a été annoncée par le gouvernement qu'en janvier 2013. Bien qu'en retard de plus de dix années, l'Inde entre alors dans le « club » des économies avancées et d'un groupe sélectionné d'économies émergentes dotées de politiques nationales d'innovation. La nouvelle STIP (2013) fixe un objectif de 2 % du PIB à consacrer à la R & D d'ici la fin du XII^{e} Plan (2012-2017). Le document constitutif du XII^{e} Plan cherche à définir un changement de paradigme dans l'orientation des politiques de la science et de la technologie, en abandonnant progressivement les politiques centrées sur les intrants, pour privilégier l'autre extrémité du spectre : la demande et la diffusion. En outre, on peut observer, dès l'année 2012, un important changement du mode de financement de la recherche et de l'innovation. Le gouvernement a défini en effet de nouveaux objectifs politiques, en sollicitant la participation des entreprises du secteur commercial au financement de presque tous les secteurs de l'économie, y compris les secteurs social et les S & T, au moyen de partenariats public-privé (PPP).

Le Président indien a déclaré que la décennie 2010-2020 serait celle de l'innovation. D'une certaine manière, cette orientation a également clairement influencé la STIP de 2013 pour renforcer le système indien d'innovation. Bien que le rapport R & D / PIB stagne quelque peu, aux environs de 0,8 à 0,9 % au cours des quinze dernières années, en termes réels les dépenses brutes de l'Inde concernant la R & D sont multipliées par 18, passant de 39 740 à 726 200 millions de roupies entre 1991 et 2012. Le montant consacré à la R & D à l'échelle nationale au cours des cinq dernières années a augmenté de 60 % – et celle-ci consacre actuellement près de 1 % de son PIB à la R & D.

L'Inde connaît l'un des plus importants taux de croissance de son PIB (7,15 %) pour la période 1999-2013, juste derrière la Chine. En Inde, le revenu par tête croît de 64 % entre 2000 et 2010 – une augmentation sans précédent dans l'histoire récente. Une importante partie de cette création de richesse nationale bénéficie largement aux classes

(FICCI) et la Confédération des industries indiennes (CII), influencent les politiques de la science, de la technologie et de l'innovation et y participent comme jamais auparavant dans l'histoire contemporaine.

moyennes. Bien que l'Inde soit actuellement considérée comme l'une des économies mondiales émergentes, son système de science et de technologie (S & T) est comparable à ceux de nombreux pays développés. Tandis que les agences scientifiques de l'État sont apparues comme d'importants acteurs du système émergent d'innovation, la R & D de secteur privé a aussi joué un rôle important dans le développement du système d'innovation général. Il contribue pour environ 30 % à la dépense nationale de R & D.

2.4 Le système d'innovation et l'impact de la mondialisation : de 2000 à aujourd'hui

Le système national d'innovation (NSI) consiste principalement en (a) un système public de recherche ; (b) des entreprises des secteurs commercial et transnational (indiennes et étrangères) ; (c) des institutions d'enseignement supérieur (universités et collèges) ; et (d) des ONG et des organisations issues de la société civile.

(a) Le Système public de recherche (PRS) comprend des laboratoires nationaux dépendant du Gouvernement, et des universités qu'il finance aussi. C'est le principal acteur du NSI, car il représente 55,3 % de la DIRD. En Inde, la dominance du PRS contraste avec les économies est-asiatiques comme la Corée et le Japon où 75 % de la DIRD provient de sources privées.

(b) Les entreprises des secteurs commercial et transnational (TNC) ont fait l'objet d'appels au co-financement dans le cadre de partenariats public-privé d'innovation. Elles concourent désormais à hauteur de 35,6 % à la DIRD (2011 et 2012). Ces dernières années, le secteur des entreprises commerciales a pris une importance considérable, caractérisé par la compétitivité mondiale des produits pharmaceutiques, du secteur automobile, des logiciels, des télécommunications et de la biotechnologie. Tandis que les crises économiques internationales répétées se répercutent sur les marchés et les industries des États-Unis et de l'Europe, l'Inde ne subit aucun effet comparable. Au beau milieu du déclin de l'économie mondiale, Tata lance la petite voiture la moins chère du monde, de fabrication locale : la « Nano ». Et tandis que Tata continue de commercialiser son précédent modèle de voiture, l'« Indica », Mahindra réussit le lancement de son SUV, lui aussi fabriqué localement. Le secteur des télécommunications est prospère depuis 2000. Il y a, en 2013, 950 millions d'utilisateurs de téléphone mobile en Inde.

(c) Les institutions d'enseignement supérieur (HEI) sont le troisième pilier du NSI. En juin 2013, il y a en Inde 620 universités et 30 000 collèges affiliés ; on compte 22 millions d'inscrits dans l'enseignement supérieur (HE). Le dynamisme observé dans le domaine du savoir et des secteurs de la technologie avancée est dû aux ressources humaines, aux compétences et à la vaste base institutionnelle déjà mise en place dans le secteur de l'enseignement supérieur au cours des cinquante dernières années. Soucieux de soutenir cette dynamique et de la prolonger, le gouvernement multiplie par trois le budget de l'enseignement supérieur (300 %) en 2009-2010. Cependant, dans les institutions indiennes

d'enseignement supérieur (HEI) la R & D reste fragile : il n'y a que 14 % de personnels affectés à la R & D, par comparaison avec les 55 % du total des personnels de R & D dans le système public de recherche (PRS) du pays. La structure des HEI est en réalité très diversifiée en fonction de la qualité des institutions. Une proportion de presque 70 à 75 % des HEI sont principalement des universités et collèges d'enseignement, qui doivent encore réaliser l'objectif humboldtien d'institutions pratiquant à la fois l'enseignement et la recherche. Les autres peuvent être considérées comme des HEI dont la recherche est l'occupation principale.

(d) Les institutions de recherche non gouvernementales, aidées à la fois par des sources publiques et privées, sont le quatrième acteur du NSI. Ce secteur joue un rôle important, car il représente la société civile. Au cours des dernières années, il en est venu à influencer les prises de décision politiques concernant l'environnement et l'écologie, les OGM, l'énergie, le développement rural, la question des femmes et celle du genre, les innovations de base et les recherches visant les « petites » technologies (y compris les entreprises domestiques [« *cottage industries* »] et les micro-entreprises).

Dans la perspective de la production du savoir, la production scientifique nationale mesurée dans la base de données SCOPUS a plus que quadruplé (de 20 504 publications en 1996 à 91 366 en 2012). Pendant la même période, la part de l'Inde dans la production mondiale augmente de 1,81 à 3,78 %. Cependant, dans la région Asie, la part de la production indienne reste stagnante et va jusqu'à baisser de 12,78 à 12,21 % pour la même période. Nombre de publications scientifiques proviennent des HEI et des Instituts publics de recherche (PRI). D'après la base de données SCOPUS, les institutions indiennes ont publié 41 126 articles dans tous les domaines de la science et de la technologie en 2012. Tandis que les Instituts sous tutelle gouvernementale comptent pour 44 %, les HEI concentrent 52 % du total des publications. Le secteur privé est un acteur de moindre importance, contribuant pour seulement 3 % au total des publications. Même si les HEI indiennes représentent tout juste 4-5 % des DIRD, elles comptent pour la moitié de la production scientifique nationale en termes d'articles publiés.

Un total de 9 622 brevets ont été attribués aux innovateurs ayant une adresse en Inde entre 1990 et 2011. Parmi les 9 622 brevets attribués à des innovateurs indiens jusqu'à 2011, environ 6 580 (à peu près 70 %) sont attribués à des sociétés étrangères par l'USPTO (Bureau américain des brevets et des marques de commerce) pour leurs travaux de R & D entrepris en Inde au cours de la période 1990-2011.

Selon les statistiques disponibles concernant les Ressources humaines en sciences et technologies (HRST), établies par le Département des sciences et des technologies (DST) pour l'année 2010, environ 441 126 personnes sont employées dans le secteur de la recherche & développement. Sur ce chiffre, 30 % ont un diplôme de premier cycle, 38 % un diplôme de deuxième cycle et 18 % sont titulaires d'un doctorat ; reste 14 % de non diplômés de l'université (ce qui ne veut pas dire sans aucun diplôme). D'après la ventilation détaillée mise à disposition par la Commission des subventions

universitaires pour 2011-2012, presqu'un tiers du total des étudiants (20,3 millions dans l'enseignement supérieur, soit 30 %) étudient la science et l'ingénierie [46].

Former des millions de jeunes est l'un des principaux défis que doit relever le NSI en 2013. L'Inde est considérée comme dotée d'un bon atout démographique : la moitié de sa population aura vraisemblablement moins de 35 ans en 2030. Compte tenu de ce facteur, le gouvernement a formulé en 2009 une *National Skills Policy* (« Politique nationale des compétences ») qui a débouché sur la mise en place du National Council on Skill Development (« Conseil national pour le développement des compétences ») en 2010. Le gouvernement s'est fixé pour cible de donner des compétences et une formation dans les différents secteurs de l'économie à 500 millions de personnes en 2022.

L'impact de la mondialisation, spécialement depuis 2000, impose un certain nombre de défis et en même temps expose le NSI indien à la concurrence, mondiale autant que nationale. L'impact de la mondialisation a pénétré au cœur de l'institution sociale de la science et de la technologie. Il s'étend à la façon dont le savoir est produit, possédé, développé et commercialisé. La R & D et l'innovation sont devenues non seulement des mots à la mode dans notre monde quotidien, mais aussi un facteur important dans les politiques de la science et dans la vie courante. Qu'il s'agisse d'exploiter les nouvelles technologies scientifiques (comme les nanotechnologies, les technologies biomédicales, l'électronique et les sciences des matériaux), de relever les défis posés aux PME, ou de faire face aux souffrances de la partie la moins favorisée et la plus vulnérable de la population ; de parer au changement climatique, de prévoir un développement durable, ou même de développer les industries du divertissement et des loisirs, la R & D et l'innovation ont fini par prendre une réelle importance.

Une grande partie de la réussite et de la visibilité internationales de l'Inde au cours des quinze dernières années provient des secteurs de l'espace, de la pharmacie, des télécommunications et de l'automobile. Nous examinerons brièvement deux autres cas dans l'espace restreint dont nous disposons : celui des logiciels et services TIC ; et celui des investissements directs étrangers (FDI) dans la R & D et dans l'innovation par l'intermédiaire de sociétés transnationales.

Le secteur des logiciels et des services informatiques

Parti de presque rien dans les années 1980, ce secteur est devenu trente ans plus tard l'un des plus dynamiques du pays. Tout repose sur d'excellentes formations mises en place avant même 1970 notamment dans les instituts indiens de technologie. Leurs meilleurs étudiants sont d'ailleurs vite repérés par les États-Unis, qui leur offrent des bourses généreuses pour venir chez eux effectuer un PhD et où ils trouvent aisément des emplois de qualité. Par contre, au début des années 1990, les observateurs jugent le secteur indien des logiciels comme doté de ressources humaines très compétentes, mais surqualifiées pour les tâches à faible valeur ajoutée où on les occupe (Heeks, 1996 ; Schware, 1992). Ce panorama change vivement au cours des dix dernières années (2002-2013). L'Inde se transforme en une plateforme logicielle internationale,

46. 45 % sont inscrits en Arts et Sciences sociales, et 23,5 % dans les facultés d'études commerciales, de gestion et de droit.

intégrée à des réseaux mondiaux de production et de service qui ont dans le pays des points nodaux, ou des antennes. La montée en gamme tient d'abord à *d'importantes commandes publiques* (qui se poursuivent), par exemple celle de progiciels pour informatiser de vastes administrations complexes. Mais le boom intervient avec l'assouplissement des *Monopolies Restrictive Trade Practices* (MRTP), permettant une coopération intensive avec les firmes multinationales. Celles-ci s'engagent justement dans une décentralisation (centres d'affaires régionaux) et dans la recherche de plus de flexibilité (faisant supporter les à-coups du marché à des sous-traitants de tâches et fonctions de plus en plus élaborées). Le mouvement s'étend de la délocalisation de la production (celle des pièces en tous cas), à la délocalisation de fonctions de « *front office* » (en rapport direct avec le client : *call centers*, télémaintenance informatique), puis de « *back office* » (gestion des ressources humaines, affaires juridiques, comptabilité, finances, et finalement R & D). Au fur et à mesure les grandes firmes se recentrent sur leur « cœur de métier » : *la conception et l'assemblage* de produits ou de services conformes à leur « marque », tout *en se délestant de toutes les « fonctions de soutien »*. L'Inde est repérée pour sa gamme et son vivier de compétences (techniques et de conception) et devient vite l'un des principaux récepteurs de ce mouvement. Ainsi naît toute une « industrie des BPO » (= de transfert de tâches et de fonctions par des firmes étrangères), dont partie est liée à l'emploi intensif des télécommunications et de l'informatique (on parle alors de *IT-BPO*).

D'abord captives d'un seul donneur d'ordres, les succursales, filiales, plus tard joint-ventures prennent de plus en plus d'autonomie, proposant des services adaptés et des logiciels sur mesure à un éventail de clients. Elles deviendront des sociétés indépendantes, offrant régionalement puis internationalement des « solutions » complexes, qui peuvent combiner aspects légaux, informatiques, financiers à la demande des plus grandes sociétés du globe [47]. En 2014, sur les 500 plus grandes entreprises classées comme telles par la revue *Fortune*, 400 s'adressaient en Inde pour des services informatiques significatifs (au sens large) : création de logiciels adaptés, conseil technologique et accompagnement du transfert d'affaires (= délocalisation de fonctions diverses).

Dans son ensemble, le secteur des « activités informatiques » a connu en trente ans en Inde une croissance impressionnante. Les recettes sont passées de moins de 100 millions de dollars US en 1985 à 8 milliards de dollars US en 2000. Elles atteignaient le chiffre de 100 milliards de dollars en 2013, soit 7,5 % du PIB indien. Sur ce montant, 32 % proviennent du marché intérieur et 68 % des exportations de logiciels et de services liés au transfert d'affaires. 2,8 millions de personnels spécialisés sont directement employés par le secteur et 8,5 millions de personnes sont employées indirectement en

47. Un bel exemple en est offert par le parcours de Raman Roy. Formé à la prestigieuse École de commerce de l'Université de Delhi celui-ci est recruté vers la fin des années 1980 par American Express (qui pour fusionner ses opérations de *back office* concernant l'ensemble Japon-Asie-Pacifique est l'un des premiers à choisir l'Inde comme site d'installation). Raman Roy devient en quelques années le sous-directeur du Centre financier région Est (« Financial Resource Centre East », ou FRC-E). Dix ans plus tard il est débauché avec une partie de son état-major par General Electric pour monter une opération semblable. Le succès conduit General Electric à faire de ce site (dénommé GECIS) un centre de profit à part entière, puis à lui attribuer le statut d'entreprise légalement indépendante en 2004 et à ouvrir son capital (sous le nouveau nom de firme de Genpact). Raman Roy reprend alors sa liberté pour fonder sa propre société de services (Spectramind), qui par fusion et acquisitions deviendra l'une des plus puissantes entreprises de conseil et de services informatiques du monde (d'abord sous le nom de Wipro, puis de Quattro BPO).

raison de l'existence de cette industrie [48]. Le taux moyen de croissance a été de 15 à 18 % au cours des dix dernières années. Bien que des concurrents apparaissent dans la région (aux Philippines par exemple), on prévoit que la croissance indienne n'est pas près de s'essouffler, en raison de la sophistication des services offerts, de la réputation et de la puissance des sociétés qui s'y consacrent, et du niveau de formation des ressources humaines.

Une bonne part du dynamisme du système national indien d'innovation (NSI) est le résultat des investissements étrangers directs (FDI) dans la R & D. L'Inde accueille 649 unités de R & D appartenant à des multinationales. Nombre de sociétés mondiales de premier plan en font partie. On les trouve en particulier à Bangalore, Hyderabad, Delhi et ses banlieues, Pune, Chennai, Calcutta, et Thiruvanathapuram. C'est le cas de Microsoft. Intel Corporation entretient une unité de R & D à Bangalore (sa troisième à l'étranger, après Cambridge [Angleterre] et Pékin), qui travaille dans des domaines sensibles comme la reconnaissance vocale multilingue, la mise en réseau de capteurs, l'adaptation de systèmes d'informations géographiques génériques. Intel Corporation emploie 2 500 personnes, dont 800 dans son service de R & D. Texas Instruments emploie 800 spécialistes. General Electric emploie 30 000 personnes, dont 1 000 scientifiques qui travaillent dans une gamme de domaines impliquant les nanotechnologies et la photonique. Motorola compte 2 000 spécialistes, dont la plupart travaillent sur l'ingénierie des logiciels. La conception de puces à semi-conducteurs est un important secteur dans lequel les concepteurs indiens jouent un rôle certain, avec une force de travail spécialisée de 5 000 ingénieurs qui fournissent des services de conception uniquement pour les plateformes VLSI (*Very Large Scale Integration*).

On ne peut plus dire comme il y a vingt ans que ces établissements relèvent d'une industrie extractive : les créations de savoir brutes étant aussitôt communiquées à la maison-mère pour y être retravaillées et réemployées comme dans une boîte noire. D'après une étude conduite dans 98 unités de R & D affiliées à des firmes multinationales, il apparaît que 87 % d'entre elles ont un statut de « laboratoire international indépendant » et qu'elles travaillent directement pour la production mondiale (Krishna *et al.*, 2012). On ne peut plus s'en tenir à une distinction entre « R & D renforçant la base domestique » et « sites d'exploitation ayant leur siège dans le pays d'origine ». Le savoir est souvent intégré dans des réseaux mondiaux de production. La R & D financée dans les universités par les firmes multinationales et l'innovation entreprise en collaboration avec la R & D indienne ont transformé en dix ans les transferts de savoir jusque-là unidirectionnels en véritables échanges. En Inde, les laboratoires de R & D étrangers participent le plus souvent à une recherche conceptuelle, qui alimente l'innovation et aboutit à des produits mondiaux destinés aux marchés internationaux [49]. Ce n'est pas seulement le cas en informatique avancée, mais aussi dans d'autres domaines : ainsi des collaborations entre les sociétés indiennes (comme

48. http ://www.nasscom.org/indian-itbpo-industry.

49. IBM Inde a été cité comme un créateur majeur des « accélérateurs de solution » et a développé 120 accélérateurs de solution pour 17 solutions verticales qui aident à abréger le développement global des solutions technologiques et commerciales. Le second exemple est celui d'Intel Corporation (USA, Oregon), à la tête d'un Centre de développement à Bangalore, où travaillent 2 900 professionnels de la R & D. Le Centre de développement indien d'Intel travaille sur la logique, la conception des circuits et la conception physique du développement par Intel d'une « puce de recherche téraflops ». Adobe India Ltd. a développé de nombreux produits entièrement créés en Inde : Contribute 4.0, Captivate 2, Premier Elements 3.0, Page

Biocon, Dr. Reddy's Labs et Ranbaxy) et les TNC dans le secteur de la découverte de médicaments et de leur commercialisation elles aussi apparues au cours des dix dernières années.

Les sociétés étrangères qui obtiennent des brevets américains constituent l'un des bons indicateurs de la production de savoir et de la capacité d'innovation. Comme nous l'avons vu précédemment, elles représentent une part importante des brevets attribués en Inde. Il existe des brevets conjoints associant des sociétés étrangères et des institutions indiennes publiques comme le CSIR, le DBT et l'Institut national d'immunologie, aussi bien que des sociétés indiennes d'informatique, de pharmacie, comme Ranbaxy ou de logiciel.

Les établissements d'enseignement supérieur (HEI) en sont venus, pour les meilleurs d'entre eux (instituts et universités recrutant sur concours national [« *All India* »]) à jouer un rôle important dans le domaine de la R & D. Les publications d'établissements publics dans le domaine de la RD en informatique et télécommunications ont fait un bond en avant. On les trouve notamment dans de grandes villes, éparses, et c'est là que la plupart des unités étrangères de R & D se sont installées pour former avec eux des pôles d'innovation (KIC), comme le montre le tableau ci-après.

Au cours des dix dernières années, on a pu observer une nouvelle tendance à la mondialisation des sociétés indiennes. Environ vingt sociétés indiennes sont en phase de développement et d'intégration dans les réseaux mondiaux de production et d'innovation, à commencer par le groupe de Lakshmi Mittal qui a son siège social au Royaume-Uni et qui a acheté le géant européen de l'acier, Arcelor. Tandis que les sociétés engagées dans l'industrie lourde des secteurs de l'acier et de l'automobile (Mittal Steel, Tata Steel, Bharat Forge et Tata Motors par exemple) sont en situation de tirer profit des innovations technologiques et des nouveaux processus de production au moyen de fusions-acquisitions (M & A) (route choisie pour accroître l'activité à l'étranger), les sociétés orientées vers les services en relation avec les logiciels et l'IT sont susceptibles de fournir leurs services pointus de connaissance des logiciels et leurs capacités de conception dans de très nombreux secteurs, de la banque et de la finance à l'énergie et à l'aérospatiale.

Maker 7.0, Frame Maker, RoboHelp, PostScript, Acrobat Reader sur appareils portables, Acrobat Reader sur Linux, Photoshop Album Starter Edition et Premiere Elements.

Tableau 3 – « *Knowledege Innovation Centers* » (KIC) = Pôles indiens émergents d'innovation en informatique et télécommunication

Villes / États indiens	KIC & Relevant Business Enterprises	Centres & Labs de R&D liés à des firmes multi-nationales dans la principale ville	Laboratoires publics et privés de R&D indiens de l'État	Universités + Collèges dans l'État	Instituts assurant une formation en matière d'ingénierie médicale	Publications de R&D en Info-Télcom provenant de l'État (Univ & Instituts) et % du total de publications 1996-2006 (SCOPUS)	Inscriptions dans les universités et collèges de l'État
Bangalore (Karnataka)	Logiciels TIC, industrie aérospatiale et biomédicale	45	107 + 38	16 + 1970	180 + 420	35000 (11,6%)	708 195
Chennai (Tamil Nadu)	Automobile et logiciels TIC software	7	138 + 42	17 + 1244	270 + 200	48 000 (16%)	841 755
Pune et Mumbai (Maharastra)	Automobile, logiciels TIC, chimie / pharmacie et cinéma	22	176 + 105	20 + 2 487	185 + 330	46 000 (15,3%)	1 506 702
Delhi, Noida et Gurgoan (NCR)	Logiciels TIC, biomédecine, automobile	24	93 + 40	5 + 285	85 + 25	45000 (15%)	636 093
Hyderabad (Andhra Pradesh)	TIC logicielles / Biomédicales	9	126 + 36	16 + 2 131	275 + 225	21 000 (7%)	911 709
Calcutta (Bengale occidental)	TIC logicielles / Biomédicales	3	89 + 31	16 + 565	60 + 7 5	22 000 (7,3%)	721 762

Source : Krishna (2012)

Conclusion

Dans l'histoire sociale des sciences, l'idée de George Basalla d'une science émergeant de l'« embryon » du modèle colonial a été largement critiquée dans de nombreux travaux sur le développement des sciences nationales. Elle est notamment très discutable dans le cas de l'Inde. Nous avons montré qu'ici la structuration d'une science moderne a peu de liens avec les institutions ad hoc directement contrôlées par la métropole et les financements que leur apporte le colonisateur. Le développement d'une « communauté scientifique nationale » (revendiquée comme telle dans les écrits historiques de pédagogues et de praticiens dès le XIX^{e} siècle) doit être associé à une adhésion intellectuelle aux intérêts nationaux et au soutien rencontré auprès de partis politiques (Parti du Congrès, indépendantiste), et de la part de la bourgeoisie industrielle indienne (opérant dans le textile, la sidérurgie, l'industrie mécanique, les fournitures pour chemins de fer...). La position idéologique de scientifiques indiens de premier plan, physiciens, chimistes et biologistes (sciences peu coloniales) doit être liée à leur lutte pour obtenir une légitimité internationale. Prisonniers de leur sphère d'influence locale, ils considèrent que faire avancer les frontières du savoir doit aller de pair avec la reconnaissance d'une identité propre de leur production intellectuelle. La construction de ce sentiment national, associé à l'impérieuse nécessité de créer une base économique indépendante, joue un important rôle idéologique dans l'émergence d'une communauté scientifique indienne avant même l'indépendance. Après l'indépendance cet héritage nourrit le développement des infrastructures des S & T. Dans ce contexte la part du leadership de Nehru dans les années 1940 et 1950, unissant le pouvoir politique à une petite élite savante joue un rôle très significatif dans l'organisation de la science et des applications technologiques. Cette époque marque de façon spécifique le développement de la science jusque dans les années 1990.

Cependant, on peut noter que les soixante dernières années correspondent au moins à trois phases de développement des S & T. La première phase de 1940 à 1973 reflète un développement des S & T imprégné d'optimisme nehruvien soutenant l'idée du lien systématique entre développement scientifique et développement économique et social. Selon cette opinion, les infrastructures des S & T mises en place doivent permettre la construction de « capacités techno-industrielles » nationales qui consistent principalement en l'organisation des secteurs de l'ingénierie, de l'enseignement supérieur et de la R & D. Dans une seconde phase l'Inde évolue vers l'intégration de la science et de la technologie dans une politique planifiée (années 1970 à 1990). Au début des années 1980, l'Inde accède aux « clubs » mondiaux, nucléaire et spatial, réussit relativement sa « Révolution verte » (production céréalière et industrie laitière). Enfin pendant les dix premières années de l'actuel XXI^{e} siècle, l'Inde devient compétitive dans les secteurs des NTIC, de l'industrie pharmaceutique, des industries aérospatiales, de l'industrie automobile, puis de la biotechnologie.

La mise en place, appuyée sur les politiques des S & T, de capacités scientifiques et technologiques dans différents secteurs économiques a cependant un coût social. Les disparités entre riches et pauvres s'aggravent au cours des vingt années suivant les politiques économiques libérales introduites après 1991. Par exemple, il y a 950 millions d'utilisateurs de téléphones mobiles en Inde, mais celle-ci n'est toujours pas en

situation de combler la fracture numérique. La révolution scientifique et technologique n'a pas encore eu d'impact notable sur les vies des 300 millions d'habitants les plus pauvres des zones rurales. Tandis que la science et la technologie indiennes relèvent plus d'un défi d'ampleur nationale, cette époque est aussi témoin d'une critique des théories du « ruissellement » (retombées universelles à terme des découvertes scientifiques et techniques). Le désenchantement sur le rôle que jouent la science et la technologie dans l'évolution de la société se manifeste à travers l'apparition de mouvements en faveur d'une science populaire et le développement de propositions scientifiques alternatives (y compris au sein des groupes tournés vers l'environnement et l'écologie). Ces réactions sont présentes aussi bien sur le devant de la scène que dans les décisions politiques dès le début des années 1980. Ainsi au seuil du nouveau millénaire les STI sont mises en tension entre cette culture civique et les forces exercées par la mondialisation et le marché.

Compte tenu des différents problèmes socio-économiques et environnementaux dénoncés, l'Inde est aujourd'hui à la recherche de règles du jeu équitables assurant une juste répartition des bénéfices de la science, de la technologie et du développement entre les classes sociales pauvres de l'Inde rurale, les classes moyennes urbaines et rurales et les classes riches urbaines et rurales. Il en résulte de multiples défis posés au développement solidaire et à l'innovation. L'Inde traverse actuellement une phase critique : pour stimuler sa croissance économique elle devra produire de la richesse grâce au savoir, et dans le même temps réduire la pauvreté au rythme prévu par le XII^{e} Plan (2012-2017). Les politiques économique et de S & T continuent de s'appuyer sur la mondialisation. Elles visent à propulser le pays sur une trajectoire de croissance économique rapide et forte d'une moyenne de 8 à 9 % par an pendant les cinq prochaines années. Mais le principal objectif du XII^{e} Plan concerne le développement « intégral » et l'innovation « inclusive ».

« L'innovation inclusive » concerne essentiellement 80 % de la main d'œuvre totale du secteur informel. Elle est dominée par des entreprises domestiques micro, petites et moyennes, actives dans les secteurs de l'artisanat et de la production d'une grande variété de biens de consommation. Communiquer les compétences nécessaires pour participer à l'économie industrielle, promouvoir et diffuser des innovations locales de base, et adapter des technologies comme les TIC susceptibles de répondre aux besoins du secteur considéré sont autant d'importants enjeux actuels. Ces dernières années, la croissance de la production agricole a été remarquablement lente. Le projet national d'innovation agricole n'a pas aidé à stimuler la productivité de nombreuses céréales de base. L'initiative gouvernementale de seconde Révolution verte reste l'un des principaux objectifs du XII^{e} Plan.

L'Inde est un pays jeune où presque 50 % d'une population de 1,2 milliard d'habitants a moins de 35 ans, et où la situation actuelle ne s'améliorera probablement pas avant une vingtaine d'années. Les politiques de recherche et d'innovation promues par le National Innovation Council (« Conseil national de l'innovation ») et par le National Skill Development Council (« Conseil national de développement des compétences ») ont été mises en place afin de prendre appui sur l'atout démographique. Il semble cependant que le principal problème concerne la lenteur d'application des

politiques énoncées, tant au niveau de l'éducation que des institutions de transmission des compétences et des réseaux d'innovation.

Deux importants changements se sont produits dernièrement dans le mode de financement de l'innovation. Le premier est sa remise à des partenariats public-privé (PPP) dans une large gamme de secteurs, de la défense aux infrastructures stratégiques, sociales et économiques. Étroitement lié à ce premier changement, nous citerons l'effort de mise en œuvre de politiques économiques libérales visant à attirer les investissements étrangers, et également à instaurer une plus grande participation des entreprises indiennes. Les investissements étrangers directs (FDI) dans la R & D sont une autre importante composante de l'ensemble des réformes économiques de dernière génération, dont l'introduction remonte tout juste à 2012. Ce second changement concerne le financement de la recherche et de l'innovation, passé du mode institutionnel à celui du financement de projets et de missions.

Les universités indiennes doivent encore se sensibiliser au paradigme de l'innovation impliquant une « triple hélice » – à savoir des relations université-industrie-gouvernement. Dans l'ensemble, les universités fonctionnent conformément à un mode traditionnel de conseil et de parrainage visant à produire un impact sur l'industrie. À l'exception des Technologies intégrées de l'information (IIT) et de la Gestion intégrée de l'information (IIM), les universités doivent encore accepter la culture de l'innovation en tant que composante importante de leur objectif, en même temps que l'enseignement et la recherche. Compte tenu de la faible intensité de la R & D universitaire (sauf exceptions), le défi consistant à réaliser un objectif humboldtien persiste. Le gouvernement s'est engagé à accroître l'intensité de la recherche universitaire dans le cadre du XII^{e} Plan (2012-2017). Reste à trouver les moyens (éventuellement par contrats sur projets) de l'augmentation prévue de 50 % des dépenses brutes de R & D (DIRD) dans les dix années à venir.

Références

ALAVRES, C. (1980). *Homo Faber : Technology and Culture in India, China and the West 1500-1972.* The Hague : Martinus Nijhoff Publishers

ASSOCIATION oF INDIAN UNIVERSITIES, Universities Hand Book, New Delhi ; 2000, 1111 p.

AURORA, G.S and MOREHOUSE, W. (1972), Dilemma of Technological Choice : the case of small tractor, *Economic and Political Weekly*, Vol VII, No 31-33, Special Number, 1972

BAGLA, P and MENON, S. (2008), Destination Moon : India's Quest for the Moon, Mars and Beyond, New Delhi : Harper Collins.

BASALLA, G. (1967), « The Spread of Western Science », *Science*, vol. 156, n° 3775, p. 611-622.

BERNAL, J. D. (1939). *The social function of science.* London : Routledge & Sons.

BERNAL *The Social Relations of Science movement,* in Bernal, J. D. *Science in History* 4 vol (Penguin Books 1969).

BHATTACHARYA, D.P. R. CHAKRAVARTY and ROY, R. D. (1989). « A Survey of Bengali writings on Science and Technology », *Indian Journal of History of Science*, 24 (1) 1989, p. 8-66.

BOSE C. (1986), « The History of a Failure that was Great », in Dibakar Sen and A. K. Chakrabarty, (eds) *J. C. Bose Speaks,* Calcutta : Puthipatra, 1986, p. 97-105.

Department of Science and Technology 1999 : 96 ; 2002 : 98.

Department of Science and Technology Statistics 1975, 2002 and 2011-2012.

GEDDES, P. (1920). The Life and Work of Sir Jagadis C. Bose. London : Longmans.

HEEKS, R. (1996). India's Software Industry : State Policy, Liberalisation and Industrial Development, Thousand Oaks : Sage Publications.

http ://www.bcil.nic.in/biotech_club.htm p. 22.

http ://www.ugc.ac.in/pdfnews/6805988_HEglance2013.pdf.

http ://www.ugc.ac.in/ugcpdf/208844_HEglance2012.pdf.

IACS (Indian Association of Cultivation of Science) (1976). *A century : IACS'Centenary volume of IACS*, IACS : Calcutta.

JAYARAMAN, K. (2005), « Biotech Boom », *Nature* 436 : 480-483.

KANNAN, K. P., « Secularism and People's Science Movement in India », Economic and Political Weekly, 10 February 1990, pp. 311-13, on p. 312.

KHARBANDA, V. P. (2004) Formation, Growth and Changing Structure of Scientific Communities in India and China, PhD thesis, CSSP, Jawaharlal Nehru University, New Delhi.

KRISHNA, V.V. (1997a) « A Portrait of the Scientific Community in India : Historical Growth and Contemporary Problems », in Jacques Gaillard, V.V. Krishna and Roland Waast (eds) *Scientific Communities in the Developing World,* New Delhi : Sage Publications, 1997, p. 236-280.

KRISHNA, V.V. (1997b) « Science, Technology and Counter Hegemony : Some Reflections on the Contemporary Science Movements in India », in Terry Shinn, J. Spaapen and V.V.Krishna (eds) *Science and Technology in a Developing World* Sociology of the Sciences Year Book 1995, The Netherlands : Kluwer Academic Publishers, 1997.

KRISHNA, V.V. (2001) « Changing Policy Cultures, Phases and Trends in Science and Technology in India », *Science and Public Policy* (UK), 28 (3), 2001, p. 179-194.

KRISHNA, V.V. (2008) « Dynamics at the Sectoral System of Innovation : Indian Experience in Software, Biotechnology and Pharmaceuticals », chapter in Tim Turpin and V.V.Krishna (eds) *Science and Technology Policy and Diffusion of Knowledge in Asia-Pacific Economies : Understanding the Dynamics of National Systems of Innovation, 2007* (UK : Edward Elgar).

KRISHNA, V.V. (2012) « Universities in India's National System of Innovation : An Overview », Asian Journal of Innovation and Policy, 2012 (1)

KRISHNA, V.V. (2013), Science, Technology and Innovation Policy : High Goals and Low Commitment, *Economic and Political Weekly*, Volume XLVII No16, 20 April 2013

KUMAR, D. (1986) *Science Policy of the Raj, 1857 – 1905, Ph. D. thesis, Delhi University, 1986.*

KUMAR, N.K., QUACH, U., THORSTEINSDOTTIR, H., SOMSEKHAR, H., DAAR, A.S. and SINGER, P.A. (2004), « Indian Biotechnology – Rapidly Evolving and Industry Led », *Nature Biotechnology*, Volume 22 Supplement, December, pp. DC31-36.

LALITHA,, N. (2002), Indian Pharmaceuticalsc Industry in WTO Regime- A SWOT Analysis, *Economic and Political Weekly*, 32 (34) : 111-120.

MEDLICOTT H. B. (ed.) (1880) Preface to the *Geological Survey of India.*

NANDY, A. (ed.) (1988). *Science, Hegemony and Violence : A Requiem for Modernity,* Oxford *:* Oxford University Press.

NANDY, A. (1989). *Intimate Enemy.* Oxford : Oxford University Press.

PARTHASARATHI, A. (1979), « India's Efforts to Build an Autonomous Capacity in Science and Technology for Development ». *Development Dialogue*, 1 (1), pp. 46-59.

PPST Foundation, P.B.No 2085, Adyar, Madras s.d.

RAHMAN, A. et al (1973). *Science and Technology in India.* New Delhi : NISTADS / INSDOC 44, p. 116-117.

RAHMAN, A (1984), *Science and Technology in India.* New Delhi : NISTADS / INSDOC.

RAJA RAMOHAN ROY (1823). « Address from R. M. Roy to the Governor General protesting against the establishment of the Calcutta Sanskrit College, Dec. 1823 », in J. K. Majumdar (ed), *Raja R. M. Roy and Progressive Movements in India : A selection from Records (1775 – 1845)*, Calcutta : Art Press, 1941.

RAMANI, S. (2002). « Who is interested in biotech ? R & D Strategies, Knowledge Base and Market Sales of Indian Biopharmaceuticalsceutical Firms », *Research Policy*, 31 (3) : 381-398

SANKAR, U. (2007) *The Economics of India's Space Programme : An Exploratory Analysis*, New Delhi : Oxford University Press.

SARMA, M., & KRISHNA, V. V. (2010). « State and the software : public policies in the shaping of the Indian software sector », *The Service Industries Journal*, *30* (1), 25-42.

SCHWARE, R. (1992). « Software industry entry strategies for developing countries : a "walking on two legs" proposition », *World Development*, 20 (2), 143-164.

SCIMAGO (from SCOPUS) : http ://www.scimagojr.com/countrysearch.php ?country=IN (sept. 2013).

SHIVA, V. (1988). *Staying alive : Women, ecology and development*. Zed Books.

SHIVA, V. (1997). *Biopiracy : The plunder of nature and knowledge*. South End Press.

SIRCAR, M.L. (1976), « A century : IACS (centenary volume of IACS) », Calcutta ; IACS, 1976, p. 9.

Souviner, Congress on Traditional Sciences and Technologies of India, PPST Congress, 28 November – 3 December 1993 (Bombay : Indian Institute of Technology, 1993) on p. 102.

SUMIT, S. (1977). *The Swadeshi Movement in Bengal 1903 – 1908, New Delhi : People's Publishing House.*

TIFAC Intellectual Property Rights Bulletin, 10 (6-7) : 1, 2004, New Delhi.

UBEROI, J. P. S. (2002). *The European Modernity : Truth, Science and Method*. New Delhi : Oxford University Press.

UBEROI, J. S. (1978). *Science and Culture*. New Delhi : Oxford University Press.

APPENDICE 1

Croissance des sociétés scientifiques en Inde (1840-1950)

Année	Total	Général	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1840	6	2	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1850	3	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1860	5	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1870	12	10	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1880	12	9	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1890	19	14	1	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1900	19	15	1	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
1910	13	6	1	1	1	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1920	21	7	2	1	3	1	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1930	41	9	2	1	7	3	7	3	1	1	1	2	1	2	1	-	-	-	-	-	-
1940	67	16	5	1	9	4	10	3	1	2	1	2	2	4	2	1	1	1	1	1	-
1950	104	22	7	1	14	4	14	3	2	4	1	3	3	5	2	1	1	1	1	2	13

Source : Kharbanda (2004).

Notes

A – Agriculture; B – Horticulture; C – Médecine; D – Chimie; E – Ingénierie; F – Mathématiques; G – Anthropologie; H – Botanique; I – Médecine vétérinaire; J – Géologie, industrie minière et métallurgique; K – Géographie; L – Biologie; M – Pharmacie; N – Physique; O – Science des sols; P – Entomologie; Q – Astrophysique; R – Zoologie; S – Sociétés spécialisées.
Nouvelles sociétés spécialisées constituées au cours des années 1940-1950, par exemple : cardiologie, lèpre, neurologie, génétique, science dentaire, paléobotanique, production laitière, aéronautique, technologie du cuir, etc.

Tableau compilé à partir de : *Directory of Professional Bodies, New Delhi : Department of Science and Technology, 1988, 272 p. / Scientific Associations in British India, New Delhi : NISTADS, 1989, 88 p.*

APPENDICE 2

Croissance des sociétés scientifiques en Inde (1940-1990)

Année	Total	Général	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1940	67	16	5	1	9	4	10	3	1	2	1	2	2	4	2	1	1	1	1	1	-
1950	104	22	7	1	14	4	14	3	2	4	1	3	3	5	2	1	1	1	1	2	13
1960	135	24	10	1	24	4	15	3	2	7	1	4	4	6	2	1	1	1	1	3	21
1970	183	26	10	1	37	4	18	3	2	8	1	5	4	7	4	5	1	1	2	5	39
1980	268	39	13	1	47	5	19	5	2	13	1	6	5	12	4	6	1	3	3	5	78
1990	319	41	15	1	53	7	20	6	2	14	2	8	5	14	5	8	1	3	4	6	104

Source : Kharbanda (2004).

Notes

A – Agriculture ; B – Horticulture ; C – Médecine ; D – Chimie ; E – Ingénierie ; F – Mathématiques ; G – Anthropologie ; H – Botanique ; I – Médecine vétérinaire ; J – Géologie, industrie minière et métallurgique ; K – Géographie ; L – Biologie ; M – Pharmacie ; N – Physique ; O – Science des sols ; P – Entomologie ; Q – Astrophysique ; R – Zoologie ; S – Sociétés spécialisées.
Sociétés spécialisées, par exemple, dans les secteurs suivants : cardiologie, lèpre, neurologie, génétique, science dentaire, paléobotanique, textile, technologie alimentaire, production laitière, aéronautique, fusées, science / médecine nucléaire, recherche sur les algues, radiologie, hématologie, cytologie, acoustique, immunologie, aérobiologie, biochimie, géophysique, géobiologie, cryogénie, chronobiologie, biologie environnementale, spectroscopie de masse, biologie reproductive, pathologie végétale, virologie, oncologie, toxicologie, biomatériaux.

Tableau compilé à partir de : *Directory of Professional Bodies, New Delhi : Department of Science and Technology, 1988, 272 p. / Scientific Associations in British India, New Delhi : NISTADS, 1989, 88 p.*

APPENDICE 3

Journaux nationaux de S & T publiés (1964-2000)
(nombre)

Sujet	1964	1968	1976	1992	1998	2000
Science générale	53	76	111	132	296	170
Science physique	22	33	62	104	420	267
Géosciences	21	31	55	71	67	141
Sciences biologiques	45	46	89	208	193	412
Sciences médicales	131	202	293	301	376	320
Ingénierie et technologie	138	192	295	339	377	225
Agriculture (y compris les techniques d'élevage)	138	159	308	327	389	333
Management et industrie	26	60	110	109	180	98
Technologie chimique	60	83	113	137	108	87
Manufactures	45	79	104	98	105	48
Construction et architecture	14	13	14	33	28	66
Photographie / cinématographie	0	3	4	3	9	61
Géographie	8	5	14	12	20	27
Total	701	982	1572	1874	2568	2255

Source : Ministère de la Science et de la Technologie, 1999 : 96 ; 2002 : 98.

APPENDICE 4

Croissance cumulative – Création d'institutions d'enseignement supérieur après 1950 en fonction des grands sujets (1950-2000)

Année	Institutions					Universités					Cumul* total
	S & T de l'ingénieur	Agr.	Méd.	Gén.	Croissance cumulative	S & T Eng.	Agr.	Méd.	Gén.	Croissance cumulative*	
1950	-	-	-	-	18	-	-	-	-	32	50
1951	-	-	-	-	18	-	-	-	2	34	52
1955	2	2	-	1	23	-	-	-	6	38	61
1960	6	5	1	4	34	-	1	-	17	50	84
1965	8	8	2	6	42	-	6	-	30	68	110
1970	8	11	2	7	46	-	11	1	43	87	133
1975	9	13	4	7	51	1	19	1	52	105	156
1980	9	16	4	8	55	2	21	1	59	115	170
1985	9	16	6	10	59	2	23	2	79	138	197
1990	10	16	8	12	64	3	27	3	90	155	219
1995	11	16	8	13	66	3	30	6	108	179	245
2000	12	16	9	13	68	7	30	9	120	198	266
Total	12	16	9	13	68	7	30	9	120	198	266

Source : Universities Hand Book, New Delhi, Association of Indian Universities, 2000, 1111 p.; Randhawa, 1986.

Notes

*L'année indique la fin de celle-ci. * Cumulative.*

APPENDICE 5

Croissance cumulative des institutions d'enseignement supérieur et des inscriptions

Année	Universités	Collèges	Inscriptions
1947	25	500	300 000
1955	38	_	800 000
1960	50	2 000	1 000 000
1965	68	_	1 600 000
1970	87	3500	2 000 000
1975	105	_	2 700 000
1980	132	4 100	3 000 000
1985	138	_	3 600 000
1990	175	7 000	5 000 000
1995	179	_	6 500 000
2000	278	12 296	8 400 000
2005	330	_	10 480 000
2007	399	18 064	11 500 000

Source : Données fournies par l'Association of Indian Universities (AIU) (2000) ; Universities Handbook, New Delhi : AIU, p. 1111.

APPENDICE 6

Publications des HEI, des PRI et des entreprises commerciales, années 1980-2007

	HEIs*	PRI	Entreprises	Autres	Total
1985-1986 (SCIE)	16 085 (69 %)	6569 (28 %)	411 (1,7 %)	235 (1 %)	23 300
1994-1995 (SCIE)	17 302 (62 %)	9 218 (33 %)	496 (1,8 %)	562 (2 %)	27 578
2001-2002 (SCIE)	23 578 (60 %)	13 329 (34 %)	708 (1,8 %)	1,237 (3 %)	38 852
2007-2008 (SCOPUS)	22 945 (52 %)	19 415 (44 %)	1 325 (3 %)	441 (1 %)	44 126

(*) Universités et autres institutions d'importance nationale.
PRI = Instituts de R&D gouvernementaux.

APPENDICE 7

Les données indiennes publiées proviennent de SCOPUS

	Documents	Documents à citer	Citations	Autocitations	Citations par doc.	Autocitations par doc.	Docs. cités	Docs. non cités	% Collaboration internationale	% Région	% Monde
1996	20600	20312	204102	71851	9,91	3,49	16031	4569	16,92	12,60	1,81
1997	21542	21242	207011	73255	9,61	3,40	16362	5180	15,89	11,96	1,85
1998	21992	21542	230151	78645	10,47	3,58	16964	5028	17,34	11,80	1,88
1999	23060	22523	239756	83706	10,40	3,63	17674	5386	15,10	11,94	1,99
2000	22764	22249	263786	88226	11,59	3,88	17601	5163	15,00	11,48	1,93
2001	24492	23791	272785	96317	11,14	3,93	18958	5534	12,95	11,04	1,85
2002	26676	25763	302751	105620	11,35	3,96	20697	5979	13,26	11,73	1,93
2003	31157	29671	347115	118208	11,14	3,79	24023	7134	18,03	11,97	2,17
2004	34224	32549	358994	121450	10,49	3,55	26155	8069	19,01	10,74	2,17
2005	39240	37264	369143	126516	9,41	3,22	29465	9775	19,12	9,89	2,21
2006	45442	43231	379637	132060	8,35	2,91	33147	12295	19,00	10,24	2,44
2007	50205	47724	369487	128003	7,36	2,55	35979	14226	19,41	10,50	2,55
2008	57158	54322	333042	115844	5,83	2,03	38839	18319	18,55	10,72	2,78
2009	64747	61692	292634	104519	4,52	1,61	42082	22665	18,00	10,77	3,02
2010	76594	72855	211475	80601	2,76	1,05	43171	33423	16,96	11,50	3,39
2011	92803	88136	120768	48598	1,30	0,52	37581	55222	16,00	12,37	3,87
2012	98081	91366	25665	11829	0,26	0,12	13764	84317	16,28	12,78	4,03

Source : http://www.scimagojr.com/countrysearch.php?country=IN (sept. 2013).

APPENDICE 8

Synopsis : l'émergence d'une communauté scientifique indienne : 1750-1950
(les données résument la première partie de ce chapitre)

Contexte	Dates	Éducation	Enseignement sup.	Sociétés savantes	Recherche	Fondateurs et mécènes. Soutiens politiques	Débats et portraits indiens
Cie des Indes Comptoirs	1619-1757						
Contrôle du Bengale	1757	Fils de familles indiennes riches et puissantes poursuivent études en Angleterre		Asiatic Society of Bengal 1784			
Expansion territoriale	1757-1858	Vifs débats indiens sur l'éducation souhaitable : 1817 Hindu College Anglo Hindu School 1822 Vedanta College 1830 Scottish Church College id. **Presidency College** (1854; public, issu de Hindu College)	Univ. Calcutta 1854 (publique)			**Raja Rammohan Roy** & David Hare (privé) et séquelles :	R. R. Roy : érudit, thélogien, diplomat, homme d'affaires. Réformateur / religion, société, éducation
Empire britannique	1858-1875	L'Inde **s'industrialise**	Univ Bombay, U. Madras.		Institutions de ***Science Coloniale EX. :***		
	1876-1900	Retour de jeunes indiens diplômés en UK. Marginalisés par établissements scientifiques coloniaux Multiplient les Sociétés savantes et les enseignements Bourses de donateurs indiens pour études à l'étranger en matière technique.	**1876 Indian Assoc. Cultivation of Sc.** …Enseignemnt (7 Départements et Profs : Sircar, Lafont, TP Roy; N. Sarkar; C., P. N. & J. C. Bose; A. Mukerjee… … Traduction d'ouvrages 1882 : Poona SS demande édu techniq à	**Indian Assoc. Cultivation of Sc. 1876 sq.** … ***et Séquelles :*** … Indian Indus Asso (1891) P. Bose. Conférences, expériences … Asso Advanced Scientific & Industial Education (1904) J. Ghosh. Bourses à étudiants indiens pour étude à l'étranger	**Les précurseurs : J. C. Bose** à Presidency College à partir de 1887 Travaux pionniers sur les ondes, et en physiologie végétale. Fellow de la *Royal Society* de Londres **P. C. Ray** à Presidency College 1889-1916. Chimie et pharmacie	**M. L. Sircar**, Collecte de fonds privés Le parti ***Indian National Congress*** relaye les demandes d'éducation, en particulier celles d'enseignements scientifique et Technique	… Idée d'associer le nationalisme au rayonnement des sciences … Idée d'éducation nationale

			Pt Maharastra Bombay 1885 1880 sq : Création d'Instituts de Technologie par états princiers de Baroda, etc Univ (privée) Allahabad (1887), Bénarès (1916),	… **Dawn Sociey** (1902, S. Mukherjee), Magazine de vulgarisation			
	1900-1930		***Séquellesde de l' Indian Assoc Cultivation of Science :*** … National Council of Education (issu de *Dawn Sty*, 1906) «Org d'institutions éducatives selon schémas nationaux et sous contrôle national». D'où : … Bengal Technical Institute 1906 … Bengal National College (T. N. Palit & N. Sarkar : 1906) ***Initiative milieux d'affaires*** Univ. (privée) Bénarès (1916), Mysore (1918), Patna (1917, Hyderabad (1918).		Débuts remarqués d'une recherche fondamentale indienne. ***Indian Institute of Science* (IIS) (Bangalore, 1909,** **C. V. Raman** s'associe à l'IAAS. Il y lance la recherche (1907). Il sera ***Prix Nobel*** en 1930 **A. Mukherjee,** Vice-Chancellor Univ Calcutta (1906-14 & 1921-23) y lance la recherche ***Indian Science Congress*** fondé en 1914 ***Bose Research Institute* de Calcutta en 1917.**	Donateur Tata	*Science indienne* c / «mémoire nationale » (J. C. Bose) = souvenir d'une tradition expérimentale ? ***Indian Science Congress*** (1914) c / plateforme commune pour les scientifiques de tout le pays. **C. V. Raman *Prix Nobel*** en 1930 Et toujours : J. C. Bose P. C. Ray A. Mukherjee S. Ramanujan (math) Père Lafont…
	1930-1945	Amplification	Amplification		Amplification	***Indian National Congress*** Nehru	***Conceptualisations variées*** a / s : Rôle de la science et de la technologie dans la construction nationale, Autonomie scientifique et technologique Science moderne et institutions technols c / levier du développement