Les modes d'institutionnalisation des sciences au Brésil

De l'espace géophysique à l'espace aérien

Heloisa Maria Bertol Domingues et
Antonio José Junqueira Botelho

Dans ce travail, il s'agit d'analyser le processus d'institutionnalisation des sciences naturelles et de la technologie au Brésil, en relation avec l'exploration scientifique de ses espaces géophysique et aérien. En effet, la connaissance de ces « espaces » s'est révélée être en interdépendance et liée à des moments clés du développement politique du Brésil, depuis la fin du XVIII^{e} siècle. Après la période coloniale, dès le début de l'Empire (1822-1889) avec la colonisation de la terre, dans un sens d'appropriation économique, l'étude des ressources naturelles et le mouvement d'affirmation de l'État-nation, le mode d'institutionnalisation des sciences de l'espace a été préfiguré par l'astronomie. Celle-ci délimitait les places où les sciences naturelles exploraient les ressources naturelles, contribuant à une politique d'intégration territoriale et faisant des richesses naturelles un symbole d'identité de la nation. De leurs côtés, les richesses de la terre ont conduit à la création des institutions de sciences naturelles telles que les musées d'histoire naturelle (Museu Nacional dans l'état de Rio de Janeiro en 1818 et Museu Emilio Goeldi dans l'état du Pará en 1894) et les jardins botaniques.

Pendant la période de l'entre-deux-guerres et immédiatement après la Seconde Guerre mondiale, les sciences des « espaces », qui avaient toujours été liées à l'élite militaire depuis la création de la Real Academia Militar (en 1808), se sont transformées en instruments de défense du territoire national du fait de la conquête de l'espace aérien, de l'ingénierie aéronautique et des hautes technologies de transformation des ressources naturelles en énergie, comme le pétrole, l'énergie nucléaire ou des intrants pour les industries de base comme le fer pour la production d'acier, et les sciences spatiales y compris la météorologie, qui ont contribué au développement des communications et à la connaissance de l'environnement, des ressources naturelles et du climat. Les



Figure 1 – Carte du Brésil

études sur les « espaces » terrestres et aériens, en particulier, ont un biais commun : le question du développement durable qui approche et croise les intérêts de sciences aussi différentes que les sciences naturelles, les ethnosciences que les sciences spatiales. En effet cette question est au centre des débats actuels sur le développement durable, l'innovation technologique et l'internationalisation des connaissances sur les produits naturels, locaux, dans un pays megadivers comme le Brésil. Cependant, l'étude s'abstient ici d'explorer les défis actuels des sciences spatiales, partagées entre l'exploration des ressources naturelles, la course spatiale et tous les réseaux que cette course permet de créer, menaçant la survie des espèces et des sociétés sur la Terre. Nous nous intéressons ici à la formation des scientifiques et à la production des travaux scientifiques afin de comprendre le processus de développement des institutions pour son impact sur les résultats des recherches.

Au Brésil, dans un premier temps et pendant longtemps, l'institutionnalisation des recherches scientifiques n'a pas été corrélée à l'institutionnalisation d'un enseignement spécialisé. La spécialisation se faisait au rythme des pratiques institutionnelles. Du fait de l'inexistence d'institutions spécialisées, il s'est instauré une sorte de divorce entre l'enseignement et la pratique scientifique, ce qui a été comblé beaucoup plus

tard, presque au milieu du XX^e^ siècle dans les universités, avec les agences d'aide à la recherche comme le Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) et la Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), et avec les *post-grade*, pendant la deuxième moitié de ce même XX^e^ siècle. Au XIX^e^ siècle, la majorité de l'élite intellectuelle se formait en Europe (Carvalho, 1996). Cela a changé avec les universités au XX^e^ siècle, quand la recherche scientifique et l'enseignement se sont développés et démocratisés, touchant une partie bien plus importante de la population. L'officialisation des études de *post-grade* à la fin de la décennie 1960, l'investissement dans la recherche scientifique et la création d'instituts scientifiques spécialisés ont ouvert de nouvelles pistes de recherche. Celles-ci ont beaucoup amélioré la formation scientifique dans le pays transformant les relations scientifiques internationales. En ce qui concerne les sciences de l'espace, géophysique et aérien, la spécialisation et l'institutionnalisation est à relier aux mouvements de politisation et de militarisation auxquelles elles ont été soumises. Les demandes politiques ont à la fois prédéterminé les priorités de recherches et la circulation internationale des connaissances et défini les limites de l'autonomie scientifique.

Aussi nous analyserons dans une première partie le processus d'institutionnalisation des sciences naturelles à l'époque où tout était à explorer ; ce processus a été conditionné par la connaissance du monde naturel et de sa géographie. Puis une deuxième partie abordera la question de la spécialisation de la connaissance sur les « espaces » dans son rapport avec l'importance politique et stratégique internationale qu'a été donnée à l'espace aérien et aux ressources naturelles. L'étude montre ainsi que le processus de construction des connaissances sur les espaces s'est concentré à partir de la deuxième moitié du XX^e^ siècle sur les recherches spatiales destinées à un grand contrôle de l'espace physique et aux conditions d'exploitation des ressources naturelles. Enfin dans la troisième partie, seront traités précisément les rapports entre les connaissances sur la biodiversité, l'environnement en général et l'espace aérien.

1 Colonisation de l'espace et institutionnalisation des sciences naturelles

L'histoire de l'institutionnalisation des sciences au Brésil commence à la fin de la période coloniale quand la métropole portugaise entre en crise et que le roi finit par émigrer au Brésil, en 1808, suite à l'entrée de Napoléon Ier au Portugal. C'est à ce moment qu'apparaissent les premières institutions scientifiques spécialisées dans la connaissance de la terre – les jardins botaniques (en 1796 au Pará ; en 1808 à Rio de Janeiro), un musée d'histoire naturelle (en 1818), un observatoire astronomique (en 1827), en plus des écoles supérieures, militaires et de médecine chirurgicale (en 1808). Les institutions scientifiques avaient pour objectif d'explorer l'espace, de connaître les produits de la terre, leurs habitants et leurs habitats, de cartographier les lieux afin d'ouvrir des voies de déplacement, de vaincre les distances et de développer l'agriculture.

Pendant que, dans le nouveau monde de l'Amérique, le gouvernement colonial portugais investissait principalement dans l'exploitation minière, à l'est de la planète, la route des épices a permis l'exploration de nouvelles ressources naturelles et des

cultures qui les portent. Ces produits exotiques ont révolutionné l'art culinaire européen de cette époque. Au Brésil, les connaissances traditionnelles des habitants locaux ont aussi été décisives pour la pénétration des Européens dans l'intérieur du pays, pour leur survie et leur adaptation à l'environnement, même si ce n'est que récemment qu'elles commencent à être reconnues.

L'agriculture émergente dans la colonie s'est développée pour assurer la subsistance d'une population croissante et géographiquement dispersée, et, aussi, pour l'exportation de certains produits. Son développement s'est accéléré avec la crise du système politico-colonial des pays ibériques, jusqu'à l'invasion napoléonienne au Portugal qui a eu pour conséquence le transfert de la cour portugaise au Brésil, en 1808, et la transformation de la colonie en Royaume-Uni (*Reino Unido*), en 1815. La domination de l'agriculture dans l'économie brésilienne s'est maintenue avec l'indépendance (en 1822) et a perduré pendant toute la période du gouvernement impérial puis celui de la République à partir de 1889.

L'espace géophysique a été exploré par les naturalistes. Les nombreuses expéditions scientifiques à travers le Brésil qu'ils ont réalisées pendant le XIX^e^ siècle portaient sur la botanique, la zoologie, l'archéologie, la minéralogie, la géologie, l'ethnographie et l'astronomie. À partir de la fin du XVIII^e^ siècle, le gouvernement portugais a envoyé quelques expéditions partout dont une, très importante, celle d'Alexandre Rodrigues Ferreira, en Amazonie entre 1892 et 1896, qui a recueilli des milliers d'espèces de la flore et de la faune brésiliennes pour les musées portugais. De même des expéditions anglaises ont exploré plusieurs terrains de l'intérieur du pays au début du XIX^e^ siècle [1]. L'empire austro-hongrois a également envoyé des expéditions scientifiques avec l'appui direct du gouvernement brésilien. Ainsi, ont commencé à se constituer les collections de produits naturels brésiliens dont les doubles devaient être déposés au Musée royal (*Museu Real*, aujourd'hui Musée national). Le décret du roi qui a institué le Museu Real spécifiait que son but était de faire des « sciences naturelles » pour connaître les « richesses du royaume ». Ainsi, les produits natifs d'usage local comme les huiles, les bois, les textiles, les boissons, etc. ont commencé à circuler à travers l'Atlantique, avec les connaissances locales qui leur étaient attachées.

En même temps, l'astronomie dont le but principal était, à ce moment-là de contribuer à la connaissance géographique des lieux à explorer a été marquée institutionnellement, en 1827, par la création, par décret de l'empereur, de l'Observatoire impérial, appelé aujourd'hui Observatório Nacional. Cet observatoire a fonctionné dans les locaux de l'École Militaire jusqu'à la deuxième moitié du XIX^e^ siècle et a produit les cartes de l'Empire. En 1874, l'Observatório Nacional a obtenu son autonomie par rapport à cette école. L'institution a intensifié la pratique de l'astronomie physique, de la reconnaissance de nouveaux espaces et a systématisé la liaison du pays avec l'Europe grâce à l'étude des lignes méridiennes. Pour ces études, Luiz Cruls a reçu le prix Vals de l'Académie des sciences de Paris en 1884. En 1838, avec la création de l'Institut

1. Thomas Lyndley (1801-1805) a recueilli des éléments d'histoire naturelle et a étudié l'astronomie ; Jonh Mawe (1807-1810) a voyagé aux environs de Rio de Janeiro, São Paulo et Minas Gerais pour exploiter et recueillir des spécimens de minerai et bois. Après 1808, Jonh Luccok (1808-1818) est venu pour étudier la linguistique et l'histoire de la population ; Henry Koster (1816) et William Swainson (1816-1818) ont recueilli des spécimens d'histoire naturelle au nord et nord-est et Alexander Caldeleugh (1819-1821) a voyagé au sud du Brésil et est allé aussi en Argentine pour faire des recherches ethnographiques et minéralogiques.

historique et géographique brésilien, la géographie, qui faisait partie de l'astronomie, a commencé à contribuer également à la constitution de l'histoire (nationale). Ainsi se construisait l'image de l'exubérance de la richesse naturelle du pays, faisant de l'espace la représentation de l'identité de la nation (Domingues, 1995, chap. 3).

Pendant les dernières décennies du XIX^e^ siècle, les sciences naturelles se transforment et dans les années 1870 les recherches des ressources naturelles se partagent entre le terrain et le laboratoire. Les sciences naturelles n'étaient déjà plus limitées à la recherche de nouvelles espèces et à la diversification des produits pour l'agriculture. Les champs disciplinaires s'élargissent, ce qui exige des réformes institutionnelles ainsi que la création de nouvelles institutions [2]. L'enseignement du génie se spécialise et, à côté de l'École militaire, apparaît l'École polytechnique à Rio de Janeiro, pendant la décennie 1870, et à São Paulo en 1894 [3]. En 1883, l'Institut polytechnique est mis en place à Rio de Janeiro et au début du XX^e^ siècle des écoles de génie sont également créées dans les principaux pôles économiques du pays : à Porto Alegre (Rio Grande do Sul), à Recife (Pernambuco) et à Belo Horizonte (Minas Gerais). Les chemins de fer se développent grâce à la technologie anglaise et des technologies avancées de génie civil sont utilisées par les ingénieurs - formés localement - pour traverser fleuves et montagnes ; un bon exemple en est le chemin de fer Curitiba-Porto de Paranaguá, dans l'État du Paraná, en marche encore aujourd'hui et reconnu comme une œuvre monumentale dans sa capacipté à permettre le transport de toute la production de la région (voir figure 2).

Cette même politique d'avancée de la « civilisation » vers l'intérieur du pays, avec les voyages naturalistes et avec le peuplement qui en résulte, fait circuler les produits naturels du pays dans les institutions et dans le marché international à travers les relations scientifiques interinstitutionnelles, l'activité des délégations diplomatiques des pays qui avaient des rapports avec le Brésil ainsi que la participation du Brésil aux grandes Expositions internationales à partir de 1860 [4]. Pendant ces Expositions, en plus d'exposer les produits naturels et quelques-unes des machines utilisées pour les traiter, les scientifiques participent aux congrès qui se tiennent en parallèle et peuvent discuter des techniques d'acclimatation, des procédés chimiques de fabrication des produits, des normes concernant les mesures, etc. La préoccupation de l'exploration de l'espace s'est traduite par l'acquisition faite par l'empereur brésilien du système innovant de téléphonie pendant l'Exposition universelle de Philadelphie,

En même temps, à la fin du XIX^e^ siècle, avec la montée en puissance de l'impérialisme et du positivisme – ce dernier comme mouvement intellectuel favorable au progrès

2. Le Musée national a été renové et a commencé à publier la revue *Archivos do Museu Nacional*, utilisée comme instrument d'échange avec les institutions étrangères. Parmi ces institutions on peut citer la création de l'École de Minas de Ouro Preto, à Minas Gerais, remarquée pour ses études en géologie et d'exploration du minerai de fer. Son premier directeur, Henri Gorceix, a été embauché par l'empereur, comme indiqué par l'Académie des sciences de Paris dont il était membre correspondant.

3. Beaucoup d'autres institutions ont surgi pendant cette période : à Pelotas au Rio Grande do Sul, centre économique d'élevage du bétail a été créée une école de vétérinaire dont le directeur a été Rebourgeon, un spécialiste qui vivait déjà au Brésil ; la Commission géographique et géologique de l'Empire, sous les ordres de l'Américain Charles Hartt en 1886. Un membre de cette commission, le géologue Orvilie Derby, est resté au Brésil. En 1887, a été créé un institut de recherche agricole à São Paulo, aussi aux frais de l'empereur qui a embauché l'allemand Franz M. Daffeart comme responsable.

4. Le Brésil a participé aux Expositions universelles à Londres en 1862, à Paris en 1867, à Roveredo en 1872, à Vienne en 1873, à Philadelphie en 1876 et de nouveau à Paris en 1889.

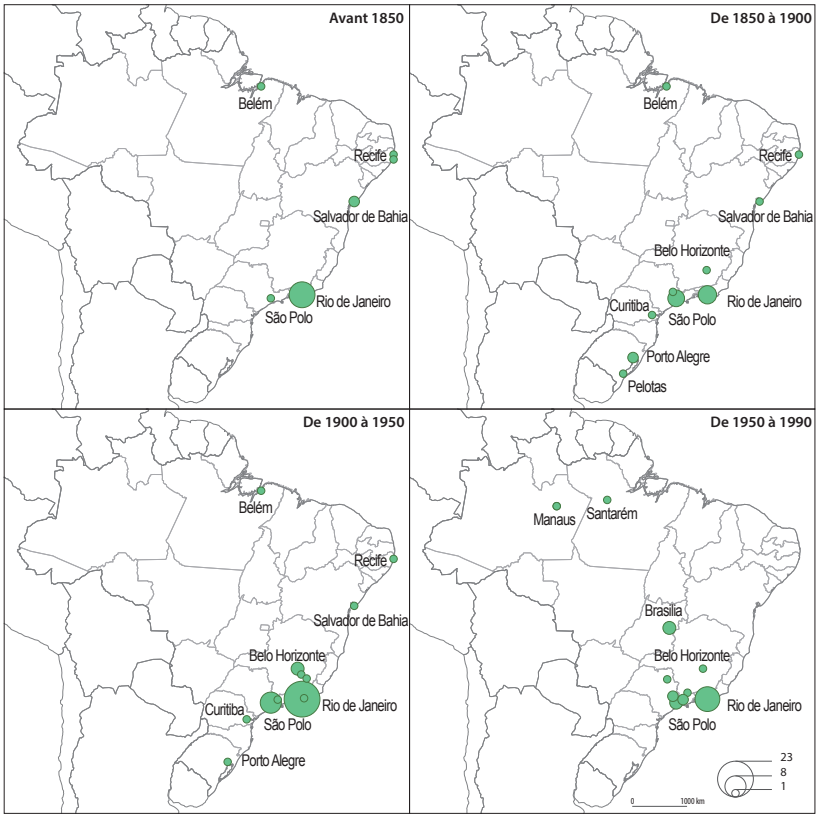


Figure 2 – Création des Institutions de recherche au Brésil

– s'affirme une vision de la science, internationale et synonyme de progrès (Miller, 2006 :135) qui entraîna une véritable course pour explorer l'Amazonie [5].

Les Etatsuniens qui avaient déjà allumé la flamme du panaméricanisme utilisèrent ce sentiment pour entreprendre une politique économique et scientifique visant à coloniser le milieu naturel des Amériques, privilégiant l'Amazonie et sa diversité en ressources naturelles [6]. Ils investirent spécialement dans le caoutchouc et, pendant

5. Henri Coudreau (se disait un théoricien du colonialisme), Paul Le Cointe et le P. Tastevin ont parcouru l'Amazonie aux frais de la Société de géographie, de France ; Kurt Nimuendaju, Koch Grümberg et von den Steinen, pour l'Allemagne.

6. Dans l'Amazonie brésilienne, Theodore Roosevelt, plus tard président des États-Unis a voyagé, en 1915, avec le maréchal Rondon. Pendant la décennie de 1920 la fondation Rockefeller a financé des travaux scientifiques dans la région, spécialement dans les secteurs de la médecine et de la santé ; pendant la même période le gouvernement a commencé à donner légalement des terres pour que les étrangers exploitent l'Amazonie. Les Américains ont obtenu une concession pour explorer le caoutchouc (Fordlândia et Belterra). D'autres entreprises américaines, canadiennes et aussi japonaises ont eu aussi des privilèges de concession de terres. Cette législation a duré jusqu'à la création du Conseil de fiscalisation des expéditions artistiques et scientifiques, en 1933 (REIS, 1968 ; Lowi, 2000).

les années 1920, ils s'installèrent en Amazonie où ils fondèrent deux villes, Fordlandia et Belterra, pour développer la culture de l'*hevea* et son traitement chimique. Ils réussirent à découvrir le processus de déshydratation du latex qui en facilitait l'exportation. Néanmoins, ils n'obtinrent pas le succès qu'ils attendaient de sa culture et laissèrent aux Brésiliens, en 1939, au début de la Deuxième Guerre, la responsabilité des locaux de recherche et des installations dans les villes qu'ils avaient fondées.

En 1889 quand la République a été instaurée, le Brésil s'est urbanisé. Le gouvernement central et celui des États soutinrent et réalisèrent de grandes œuvres d'ingénierie. Les capitales des États se modernisèrent et les gouvernements favorisèrent l'installation d'une gamme de petites industries textiles, alimentaires et pharmaceutiques qui demandaient des connaissances scientifiques. La chimie passa alors au premier plan. Les produits naturels n'étaient plus étudiés pour leur morphologie mais pour leurs composés, leurs possibilités de traitement industriel et pour leur action sur l'organisme vivant. De la même manière, la chimie qui s'était développée grâce aux recherches agricoles prit encore plus d'importance à travers les industries de traitement et de conservation des produits. La biodiversité passait d'objet central à objet subsidiaire des sciences qui se développaient alors, parce que ce qui intéressait l'industrie était moins le produit nouveau que son traitement industriel et économique. Les sols s'épuisèrent et la chimie agricole commença à étudier l'application des engrais chimiques, un travail fait par des institutions scientifiques comme le Musée national et le Jardin botanique mais également par des associations scientifiques comme la Société d'encouragement de l'industrie nationale et L'Institut impérial agricole (Domingues, 2001 : 83).

Au début du XX^{e} siècle, au Musée national, les demandes de permis d'industrialisation étaient fréquentes, principalement dans le domaine alimentaire mais aussi dans le domaine pharmaceutique, celui des teintures, etc. Jusqu'à la fin des années 1920, Le Musée national réalisait des analyses chimiques des demandes de licences pour le traitement et l'industrialisation de produits comme, par exemple, pour l'introduction de nouveaux ferments chimiques afin d'industrialiser le pain ; de nouvelles farines ; des moyens de conservation des aliments – viandes en boîte ; lait concentré, etc. Parmi les produits naturels ainsi traités, le caoutchouc natif se distingue : venu des connaissances traditionnelles indigènes, il conquiert le marché économique mondial et devient le produit d'exportation du pays le plus important. La bataille scientifique se termine en donnant aux Anglais la primauté de sa culture et de l'exploitation économique de l'espèce *hevea brasiliensis*, qui a été exportée de l'Amazonie en Asie où elle a été acclimatée avec succès pour devenir un produit stratégique pendant la Deuxième Guerre mondiale.

Dans les premières décennies du XX^{e} siècle, les institutions de sciences naturelles comme les jardins botaniques, le musée d'Histoire naturelle et autres perdent beaucoup de leurs statuts politiques. Pendant les années 1930, bien que les sciences comme la géologie, la paléontologie, la zoologie et la botanique continuent à être florissantes, les institutions de sciences naturelles comme le Jardin botanique et le Musée national sortent du centre de la scène politique. Les recherches de terrain ne disparaissent pas, et même s'intensifient, principalement en Amazonie, comme on peut le voir dans les

travaux réalisés dans les musées Goeldi et National et au Jardin botanique, néanmoins l'intérêt politique pour les sciences naturelles prend une autre orientation, vers les toutes nouvelles technologies et vers les recherches scientifiques sur certains produits naturels spécifiques considérés comme stratégiques tels les minerais fossiles et nucléaires, le minerai de fer, l'eau pour électricité, etc.

À la même époque le champ des sciences sociales a commencé à se développer et ont surgi quelques-unes de ses institutions de base : les facultés d'économie et l'École de sociologie et politique à São Paulo de même que se sont multipliées les institutions liées à la biologie, à la médecine et à la médecine sociale (voir figure 2). En particulier, la formation de professionnels pouvant travailler dans ces instituts scientifiques ainsi que celle de professeurs universitaires et de l'enseignement secondaire sont devenues importantes. Les universités ont commencé à se structurer en regroupant les différents cours supérieurs existants. Dans les années 1920, à Rio de Janeiro a surgi l'université du Brésil et, en 1934 a été créée l'université de São Paulo avec une forte présence de professeurs étrangers, principalement français. Dans ces facultés dénommées facultés de philosophie se sont concentrés les cours de sciences naturelles, sociales et humaines, en plus des sciences en général, ce qui a reflété, d'une certaine manière, les questions qui se posaient d'un point de vue social au Brésil, comme la division économique entre une base agricole et une urbanisation croissante. Il est notable que le champ scientifique reflétait les changements sociaux et politiques et que les relations internationales devenaient plus étroites [7].

2 Entre ressources naturelles stratégiques et spécialisation technologique

Au début des années 1920, des institutions d'enseignement et de recherche en chimie ont surgi dans plusieurs endroits du pays, en particulier l'École de chimie des substances naturelles, à Belém dans l'État du Pará, spécialisée dans la connaissance des ressources naturelles originaires de l'Amazonie. Dans les décennies suivantes, la spécialisation des sciences naturelles et les nouvelles demandes scientifiques et économiques ont permis l'apparition de nouvelles institutions de recherches minéralogiques comme l'Estação Experimental de Combustíveis et Minérios (1921-1934), à Rio de Janeiro, devenue plus tard l'Instituto Nacional de Tecnologia (INT) [8] ; l'Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT-1934) à São Paulo ; l'Escola Técnica do Exército (1935). Les institutions d'enseignement et recherche ont surgi à côté des entreprises industrielles, en métallurgie, sidérurgie et hydroélectricité, laissant la place aux entreprises importantes de l'État comme la Companhia Vale do Rio Doce, la Companhia Siderúrgica Nacional et les compagnies d'hydroélectricité, dépendantes de l'exploitation des ressources naturelles qui ont commencé à être vues comme stratégiques. Le Departamento Nacional de Produção Mineral a été créé avec un département de recherche abritant un laboratoire biochimique pour les analyse des ressources végétales. Par ailleurs le pétrole a été la grande conquête des travaux géologiques et minéralogiques

7. Les institutions culturelles étrangères datent de cette période ainsi le Groupement français, organisé à Rio de Janeiro, et dans plusieurs États de la Fédération, pour enseigner la langue et implanter la culture française (Petitjean, 1996 : 259-330, *in* Hamburguer *et al.*).

8. L'INT est aujourd'hui un institut du ministère de la Science, de la Technologie et de l'Innovation.

stratégiques qui ont culminé avec la création de *Petrobrás*, en 1953, dans un grand mouvement nationaliste initié en 1947 avec le slogan « Le pétrole est à nous [9] ». Comme l'Inde, le Brésil, alors doté d'énormes réserves de thorium et d'uranium lance les recherches sur ces minéraux dits atomiques. C'est ainsi que les ressources naturelles et certaines institutions obtiennent un statut politique stratégique.

Pendant les années 1930, le gouvernement Vargas modifie la politique institutionnelle de l'espace. D'une part il met en place un contrôle rigoureux de l'espace physique brésilien tout en stimulant le développement technologique de l'État. Il inaugure ainsi un mouvement nationaliste, face à l'impérialisme. Il abroge la Loi de concession de terres et crée le Conseil de fiscalisation des expéditions artistiques et scientifiques (en 1933) [10]. Il institue la législation du monopole d'État sur le sous-sol et crée l'Institut de brevets sur les produits agricoles et industriels [11]. Les mesures de contrôle de l'État se renforcent encore plus quand Vargas instaure la dictature, appelée « *Estado Novo* » (1937-1945), en même temps qu'il investit dans l'industrialisation et qu'il encourage les institutions techniques spécialisées, civiles et militaires. L'industrialisation se développe également grâce aux nouvelles connaissances en physique, en chimie et en géologie.

D'autre part, le début de la dictature Vargas est marquée par l'approfondissement du mouvement d'industrialisation, avec l'impulsion donnée à l'ingénierie civile et militaire. Outre la création d'un parc industriel incluant des industries métallurgiques, sidérurgiques et hydroélectriques, Vargas encourage aussi la technologie de l'air et l'aviation civile dont l'importance grandit dès le début de la guerre. Il prévoit que les institutions de ce secteur seraient en même temps civiles et militaires et joueraient un rôle social en réduisant les distances dans un pays aux dimensions continentales.

La conversion du pays aux nouvelles technologies de l'espace aérien avait commencé en 1926 avec l'installation de la première radio du Brésil, la Radio nationale, par les directeurs du Musée national, Roquette Pinto, et celui de l'Observatoire national, Henrique Morize. Cela partait d'un sentiment nationaliste qui rapprochait la technologie de l'astronomie et l'anthropologie dans le but de répandre les connaissances scientifiques et l'éducation partout dans le pays, par le moyen de la communication radiophonique.

La préoccupation de l'espace, au Brésil, n'a pas été seulement scientifique mais aussi politique et a toujours été au centre des travaux qui se sont développés pour la conquête et la domination des « espaces ». Tandis qu'au XIX^e^ siècle l'astronomie sub-

9. l'entreprise Petrobrás a été officiellement créée en 1953 avec le monopole de l'exploration des gisements, suite au fort mouvement nationaliste de 1947 : « Le pétrole est à nous. » L'entreprise a été institutionnalisée, ayant comme base la technologie américaine et quelques techniciens américains venus au Brésil, embauchés pour coordonner les premiers travaux d'exploration du pétrole de l'entreprise et aussi donner des cours de pétrochimie, ce qui a contribué à l'excellence des travaux réalisés. Pendant les années 1960 l'entreprise a financé la formation de géologues dans les universités, a institué des cours qui ont eu une influence directe sur le curriculum des facultés. Les plus importants de ces cours ont été ceux de l'université fédérale de Bahia et de l'université fédérale du Rio Grande do Sul à Porto Alegre dans l'État de Rio Grande do Sul, d'où sont sortis diplômés de nombreux groupes de géologues, immédiatement absorbés par l'entreprise.

10. L'archive de ce Conseil se trouve dans les archives du musée d'Histoire de la science du MAST / MCTI.

11. *Id.*

ventionnait les sciences de l'exploration de l'environnement physique, au XX^e^ siècle elle-même est devenue, avec les sciences comme la physique et la météorologie, un axe scientifique d'exploration de cet espace aérien, avec l'entrée en scène de l'aviation et de toute la technologie aéronautique, puis avec la politique spatiale. Comme l'espace géophysique, l'exploration de l'espace aérien a été considérée, dès le début, politiquement stratégique pour l'intégration du territoire, la défense et le contrôle de l'espace géopolitique et des ressources naturelles de cet espace.

En ce qui concerne l'espace aérien il ne faut pas oublier que le Brésil a été au centre du développement international de l'aéronautique. Le Brésilien Santos Dumont a été un acteur-clé dans le processus d'invention de l'avion et de sa popularisation dans le monde (Lins de Barros, 2003 : 11). Malgré la renommée qu'il obtint, Santos Dumont n'était pas satisfait des premières applications belliqueuses de l'aviation par la France et l'Allemagne pendant la Première Guerre mondiale. En 1915, il quitte l'Europe et va aux États-Unis où, sur invitation de l'Aéroclub de l'Amérique, il participe au Congrès panaméricain de l'aéronautique à Washington. Dans son discours, non seulement il suggère la construction d'une escadrille d'avions géants pour patrouiller sur les côtes, mais il prévoit que « l'avion allait relier les États de l'hémisphère Ouest au sein d'une combinaison entièrement unie, coopérative et amicale, pour la conquête du bien-être, des relations commerciales et sportives, ainsi que pour la puissance belliqueuse, à l'occasion de guerres éventuelles » (*ibid.* : 107). L'année suivante, en 1916, Santos Dumont représente de nouveau l'Aéroclub de l'Amérique, cette fois-ci au Chili, et parle de la possibilité pour l'avion de devenir le principal moyen de transport de passagers entre les continents (*ibid.* : 109).

Effectivement, en peu de temps le réseau aérien américain s'était formé, rivalisant avec le réseau allemand qui prédominait encore en 1920. À cette époque, les États-Unis avaient créé le Comité international de météorologie (*IMO*, en anglais), qui incluait un service aérien commercial de radio transmission sur les conditions climatiques, reliant les pays d'Amérique du Sud. À la même époque, la Société de météorologie américaine décide de publier son bulletin en trois langues américaines : l'espagnol, le portugais et l'anglais, et crée une formation de météorologistes dans les universités américaines (Cushman, 2005 : 217). Ces actions augmentent le sentiment panaméricain. Le Brésil, pays de dimensions continentales, connecté au marché économique et au mouvement intellectuel international, intègre également, immédiatement, ce réseau aérien commercial.

Vargas voit dans la technologie de l'aéronef la possibilité d'une plus grande intégration de l'espace sociopolitique brésilien. Il soutient alors la création d'une école spécialisée au Brésil. Les forces armées brésiliennes s'intéressaient depuis longtemps aux questions techniques et ont participé à la plupart des initiatives d'industrialisation prises au Brésil dès les années 1920. Dans les années 1930, elles s'allient au gouvernement pour l'exploration de l'espace aérien. En 1939, au début de la Deuxième Guerre mondiale, Vargas crée le ministère de l'Aéronautique. Mais c'est après la guerre et à la fin de la dictature de Vargas, en 1946, qu'est créé l'Institut technologique de l'aéronautique (ITA), à São José dos Campos, SP, sur une base scientifique empruntée au Massachusets Institute of Technology (MIT). C'est dans cette institution américaine

qu'avaient été formés les ingénieurs à l'origine de ce nouvel institut. Ces ingénieurs constituent une partie de l'élite technologique brésilienne, responsable de quelques-uns des grands projets technologiques de l'espace aérien, poursuivis après la guerre et tout au long des décennies 1960 et 1970 (aéronautique, informatique, microélectronique, recherche spatiale) (Botelho, 2002).

La Deuxième Guerre mondiale et la Guerre froide ont eu un grand impact social, qui a bouleversé les cultures et plus particulièrement les sciences. Les relations internationales mettaient en avant les liens entre sciences et technologies comme moteur principal du développement économique, social et stratégique pour la sécurité nationale. Les militaires avaient ouvert la voie du génie aéronautique dans une version militarisée, influençant ainsi la structuration des sciences naturelles et spatiales. C'est afin d'organiser les sciences brésiliennes en accord avec les demandes politiques auxquelles elles étaient assujetties qu'ont été instituées, en 1951 et 1952, les agences d'encouragement à la recherche et à l'enseignement, respectivement le CNPq (Conseil national de recherches, aujourd'hui Conseil national de développement scientifique et technologique, lié au début à la présidence de la République puis par la suite au ministère de la Science, de la Technologie et de l'Innovation) et la CAPES (*Coordenação de Pessoal de Nível Superior*, liée au ministère de l'Éducation).

Le Conseil national de recherche (CNPq) peut être considéré comme une instance politique importante en ce qui concerne les sciences de l'espace. Il a été créé comme interlocuteur de la politique scientifique du pays, en étroite collaboration avec les demandes du gouvernement. La justification principale lors de sa création a été le besoin d'organiser les recherches et le développement scientifique dans le domaine de l'énergie nucléaire. Ce sujet était alors devenu une affaire d'État, confirmant le statut des ressources minérales, dont il dépendait, en tant que matériaux stratégiques. En fait, la nouvelle institution a été idéalisée pendant les premières réunions de l'ONU, où le Brésil a eu un siège dans le Conseil de sécurité, à la sous-commission de l'énergie atomique. Le CNPq avait pour tâche d'organiser les recherches scientifiques dans le pays et les rapports scientifiques internationaux, ainsi que l'industrialisation de l'énergie nucléaire.

À l'ONU, le Brésil a été représenté aux premières réunions de la sous-commission de l'énergie atomique, en tant que pays détenteur, avec l'Inde, de grands gisements de matières premières minérales pour l'énergie nucléaire. Le représentant du Brésil était un militaire, l'amiral Álvaro Alberto qui a défendu la participation du Brésil aux recherches et à la production de ces minéraux. Il était convaincu que la seule manière de défendre les intérêts du Brésil était d'organiser la recherche scientifique en lien avec l'énergie nucléaire et d'équiper le pays pour l'exploitation de cette énergie [12]. Ainsi, en 1949, il a pu avoir l'appui du milieu scientifique, de la société civile et militaire et a commencé les préparatifs du *Conselho National de* Pesquisas (CNPq), officiellement instauré par décret du Président de la République, en janvier 1951, pour encourager la recherche scientifique. La *Comissão de Energia Nuclear* en fut l'élément principal, regroupant les recherches mathématiques, physiques, chimiques et métallurgiques, pour

12. Álvaro Alberto, *Relatório do Representante do Brasil na Comissão de Energia Atômica*, ONU, Nova York, 19/07/1947, Arquivo Itamaraty, Brasília, Caixa 143.

une meilleure utilisation de l'uranium, ou pour le bombardement du thorium [13]. La faisabilité de la recherche en énergie nucléaire fut discutée par l'État major des armées, qui applaudit au projet du CNPq, mais déclara que l'énergie nucléaire devrait être contrôlée par les organismes compétents : le *Departemento Nacional de Produção Mineral*, la *Comissão de Estudos e Fiscalização de Matériais Estratégicos* et le président du CNPq. L'exploitation de l'uranium et du thorium devint un problème de sécurité nationale, ainsi que les sciences connexes, chimie, géologie et physique (Domingues, 2005 : 375).

Afin de permettre la recherche et l'exploration des minéraux atomiques, sont créés, avec l'appui du CNPq, l'Institut de recherches radioactives (1953), à l'université de Minas Gerais (UFMG) et à l'université de São Paulo, l'Institut de l'énergie atomique (1957). Ces deux organismes réalisent une cartographie géologique des minéraux atomiques. Le groupe de scientifiques qui avaient contribué à la création du CNPq, avait déjà commencé ce travail, en 1949, au sein du Centre brésilien de recherches physiques (CBPF), une institution initialement privée qui avait eu l'appui des secteurs politiques, militaires et de la société civile. La physique se développait au Brésil, les physiciens brésiliens effectuaient des recherches de pointe en collaboration avec d'importants laboratoires internationaux. Dans le domaine de la physique nucléaire, le travail de Cezar Lattes se distingue : il participe à la découverte du méson π, grâce à ses études sur les hautes énergies réalisées au mont Chacaltaya, en Bolivie, et dans les laboratoires de Cecil Frank Powel, à Bristol, en Angleterre, dans les années 1940 (Andrade, 2008). Dans tous les domaines, les scientifiques brésiliens, beaucoup encore en cours de spécialisation, participent et effectuent des recherches dans plusieurs laboratoires européens et américains. Le CNPq a alors commencé à investir systématiquement dans la recherche scientifique, inaugurant ainsi la politique scientifique du pays.

Pendant que le CNPq s'organise à São Paulo, la Sociedade Brasileira para o progresso da Ciência (SBPC) est créée par un groupe de scientifiques, en majorité des biologistes mais aussi des chimistes, des géographes, etc. Du point de vue international, la SBPC préconisait sa filiation à des organismes internationaux, comme l'UNESCO, la Confédération mondiale des travailleurs scientifiques ou l'Organisation mondiale de la santé, cependant, son statut laissait entendre qu'elle devrait rester indépendante des forces politiques nationales ou internationales. Elle serait dirigée uniquement par des scientifiques. Pour la SBPC, la politique s'occupait des grands investissements dans les secteurs technologiques, au détriment des sciences et des institutions autres que celles liées à ces secteurs, comme la biologie, les sciences médicales et celles de la nature, qui bénéficiaient déjà d'une grande tradition dans le pays et qui s'engageaient désormais dans l'écologie. D'une certaine façon, les scientifiques critiquaient les principes politiques qui étaient à l'origine du CNPq.

Après la Deuxième Guerre mondiale, les rapports de forces politiques et également scientifiques ont radicalement changé sur le plan national et international. Les États-Unis ont exercé une domination politique dans les relations interaméricaines, ce qui a eu de fortes incidences dans les relations scientifiques. Ce furent la Guerre froide,

13. Arquivo Álvaro Alberto, 00941/CNPq/009.

le Plan Marshall, et le programme politique de Harry Truman, caractérisé par une bipolarité entre monde développé et monde sous-développé. En 1949, Truman lance son programme politique, dont le Point 4 déclare que les Américains doivent mettre à la disposition des régions sous-développées, pour leur perfectionnement et leur croissance, les avancées scientifiques et le progrès industriel. De ce Point 4 naît le « Programme d'assistance technique » qui, au début, est adopté par l'UNESCO. Au Brésil, il ne semble pas que le Point 4 ait eu un grand impact mais au moins deux institutions privées ont bénéficié de cet appui : le Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) et la Fundação Getulio Vargas, spécialisée en économie. Cependant, c'était du Brésil que venaient les subventions les plus importantes pour ces deux institutions. Le Musée national a profité quant à lui du Programme d'assistance technique, en 1952, pour son projet « *Arraial do Cabo* », une des premières études sur l'impact écologique de l'installation d'une industrie chimique sur un village de pêcheurs, Arraial do Cabo, dans l'État de Rio de Janeiro [14]. Le CNPq a aussi financé ce projet. En effet, le gouvernement brésilien maintenait son contrôle sur la plus grande partie de la production scientifique du pays sur les espaces.

Avec l'essor scientifique des études dans le domaine de l'espace aérien, resté sous contrôle militaire, l'espace géophysique a été également revalorisé dans l'après-guerre et assujetti à la politique de l'État et du ministère de l'Armée. Le CNPq était au centre de tout ce processus. En son sein, en 1952, l'Institut national de recherches de l'Amazonie est créé, spécialisé dans l'environnement et la recherche de la biodiversité de l'Amazonie [15]. Cet institut est né du vide laissé par le projet non abouti de l'UNESCO de créer dans la région le premier institut international de sciences, l'Instituto Internacional da Hiléia Amazônica (IIHA – « Institut international de l'Hiléia amazonienne ») [16]. Ce projet a échoué à cause des querelles politiques dont il a été l'objet, il était considéré impérialiste par les politiciens et les secteurs défendant un nationalisme très radical de l'armée brésilienne. L'État major des Forces armées s'était mobilisé pour cette initiative, car il ressentait le besoin de réunir des forces pour connaître l'immensité et la complexité des problèmes de l'Amazonie. Cependant, pour d'autres secteurs de l'armée, l'IIHA signifiait le franchissement des frontières et rendait possible l'aliénation des richesses naturelles du pays. L'IIHA poserait ainsi un « problème » politico-stratégique relatif à l'espace physique du pays aux mêmes secteurs de l'armée qui avaient travaillé pour implanter les hautes technologies d'exploration de l'espace aérien ; comme une interférence internationale dans un espace qui était à la fois national et international (Petitjean et Domingues, 2000 : 265).

Depuis quelques années déjà, le Gouvernement brésilien recherchait le développement économique par le moyen d'une politique d'approfondissement de l'intervention de

14. Archives Castro Faria, Manuscritos, MAST.

15. Integrés au CNPq, ont été créés l'Institut de mathématiques pures et appliquées (1952) et l'Institut brésilien de bibliographie et documentation (IBBD-1954), aujourd'hui Institut brésilien de sciences numériques, précédant l'informatique qui viendrait un peu plus tard.

16. L'IIHA, projet prioritaire de l'UNESCO, prévoyait de donner une impulsion aux sciences de la région, de développer les connaissances sur l'environnement tropical, les ressources de la forêt et les cultures locales, il était orienté par les principes de neutralité des sciences dans une perspective de progrès social, plus que d'un progrès économique. Il allait réunir les pays dits amazoniens : Pérou, Bolivie, Brésil, Colombie, Venezuela, Équateur et les trois Guyanes (P. Petitjean et H. M. Bertol Domingues, « A redescoberta da Amazônia num projeto da Unesco : o Instituto Intrenacional da Hileia Amazônica », *Revista Estudos Históricos*, vol. 14, n° 26, 2000 : 265-292).

l'homme sur l'environnement. Cela se concrétisa avec le Plan de valorisation économique de l'Amazonie, issu de la Constitution de 1946. Le plan prévoyait l'application de 3 % du PIB du pays pour le développement de l'Amazonie en accord avec le projet international « Révolution verte ». Ce plan encourageait l'exploitation économique de la nature, sans se soucier de la vie locale ni même de la question du déboisement. C'était la même politique appliquée à la nature que celle de la recherche des minéraux pour l'énergie nucléaire. Les sciences étaient vues comme un soutien de la politique et étaient soumises aux forces politiques établies dans la région pour le contrôle de l'espace. Après la Deuxième Guerre mondiale, l'impérialisme, le panaméricanisme et le nationalisme avaient des intérêts scientifiques et politiques différents concernant les espaces, les plus forts étant ceux du nationalisme.

3 L'espace de la biodiversité et la recherche spatiale dans la deuxième moitié du XX^{e} siècle

Le développement scientifique brésilien a souffert d'une importante interruption avec le suicide de Getúlio Vargas, en août 1954. À cette occasion, le CNPq a subi un premier grand échec politique : Álvaro Alberto a quitté sa fonction de président de l'Institution au début 1955, il a été suivi par le directeur de l'Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia qui l'avait assumée l'année précédente, et le plus grave fut que la Commission nationale de l'énergie nucléaire (CNEN) qu'Álvaro Alberto avait créée, se sépara du CNPq, devenant une institution autonome mais soumise aux forces militaires. Le CNPq continua à être le grand responsable du financement des recherches scientifiques qui étaient réalisées dans les départements des universités. Cependant, avec la création de la CNEN, le pacte institutionnel de liberté de la recherche s'est brisé, puisque les sciences de l'énergie nucléaire étaient soumises à des principes politiques rigides, différents de ceux des universités, car considérées comme des activités scientifiques stratégiques, maintenues sous contrôle militaire.

En 1961, le Président de la République, Jânio Quadros, lance un programme politique pour l'énergie nucléaire – « Programme nucléaire brésilien » – qui cependant ne se développe qu'au début des années 1970 [17], quand le gouvernement militaire est déjà en place. Le programme prévoit la réalisation de repérages des gisements radioactifs, aéro-cintilimétriques et aéro-photogramétriques dans les États du Minas Gerais, de Bahia et de Rio Grande do Sul. Il prévoit aussi des études géochimiques et pétrographiques des gisements de minéraux radioactifs. En outre, il subventionne des études chimiques préliminaires et des contrats pour des projets dans le domaine des usines de traitement des minéraux. Il prévoit aussi l'acquisition d'équipements pour une installation pilote, laquelle réaliserait des expériences d'enrichissement isotopique par la méthode d'ultracentrifugation et un projet d'installation du premier réacteur nucléaire expérimental brésilien ; tout cela conformément aux termes d'un accord bilatéral signé avec le gouvernement américain. Les ressources naturelles étaient donc à la base du projet nucléaire brésilien mais la communauté des physiciens refuse de participer au « Programme nucléaire brésilien ». Ce n'est qu'en 1975 que la Société brésilienne de physique annonce la participation des physiciens à ce programme.

17. Les données sur les programmes de recherche de la seconde moitié du XX^{e} siècle sont issues des archives du CNPq, actuellement conservées au MAST, à Rio de Janeiro.

En 1964 le Brésil connaît un coup d'État politico-militaire qui reproduit à l'interne la Guerre froide. Le gouvernement renforce alors ses liens avec le capitalisme américain contre le communisme. Malgré l'ébranlement des relations sociales et les atteintes aux libertés civiles, son impact est positif sur la politique des sciences et le développement de nouvelles technologies. L'État brésilien se modernise mais le nationalisme qui avait nourri les changements pendant les trois décennies antérieures s'est énormément affaibli avec les emprisonnements et l'exil de nombreux scientifiques et de façon plus général de nombreux citoyens. L'image de la nation confondue avec les richesses de la terre s'efface. Le Brésil devient le « pays de l'avenir ». Le développement technologique et économique qui était le paradigme dominant, augmente, paradoxalement, la production scientifique.

Quand le coup d'État survient, des secteurs scientifiques considérés stratégiques, comme les sciences spatiales, étaient déjà militarisés même s'ils gardaient encore une certaine autonomie dans la recherche. L'exemple de l'Institut technologique de l'aéronautique est significatif. L'idéal d'autonomie qui a guidé l'Institution depuis le début et assuré le maintien de sa grande valeur intellectuelle et de ses normes de recherche est à l'origine de la crise majeure de l'ITA. En effet celui-ci a subi cette crise dans le sillage du coup d'État militaire de 1964, lorsque le gouvernement militaire fait voler en éclats l'autonomie du Centre technologique de l'aéronautique (CTA) qui englobait à la fois l'ITA et l'IPD, provoquant le départ de son directeur et de 51 professeurs [18]. La vision du monde de cet institut a donné naissance à ce qu'on peut appeler un nationalisme technologique, notion qui consacre la possibilité d'acquérir une indépendance économique par la recherche technologique, mais qui a également avorté à ce moment-là.

Il est certain qu'après le coup d'État les arbitraires du système se sont fait sentir. Les scientifiques et beaucoup de leurs projets en cours ont été suspendus irréversiblement. Paradoxalement, il y a eu un fort investissement dans la formation de nouveaux cadres professionnels, les *post-grades* sont apparus en 1968 et toutes les grandes universités du pays ont commencé à former des maîtres et des docteurs, diminuant proportionnellement leur dépendance par rapport à la formation à l'étranger. En même temps, les universités ont été rénovées, les anciennes facultés de philosophie se sont fondues dans la structure des universités fédérales, dans tout le pays.

L'université nationale de Brasília avait été récemment créée comme emblématique à cause des modèles modernes qu'elle cherchait à adopter en alliant l'enseignement avec la recherche scientifique. En 1965, l'UNB est fermée et presque cent pour cent de ses professeurs, parmi les meilleurs du pays, démissionnent en réaction à l'arbitraire du régime militaire qui interdit les pratiques scientifiques qui la caractérisaient (Salmeron, 1999). Plus tard elle a rouvert, en s'adaptant aux nouvelles exigences politiques et avec un nouveau cadre professoral. Les scientifiques de pratiquement toutes les institutions du pays ont souffert de pertes avec le coup d'État de 1964, aggravé en 1968, avec l'Acte institutionnel n° 05 qui a supprimé les libertés démocratiques et fermé le Congrès national. Et les recherches dans les domaines de la technologie et de l'espace ont été les priorités du gouvernement qui leur a dédié les investissements les plus importants.

18. Il faut observer que le même s'est passé dans l'université de Brasília. Voir après.

On peut dire que les priorités politiques des gouvernements militaires, pendant les années 1960 et 1970, ont été l'énergie nucléaire, la recherche spatiale et l'Amazonie avec ses ressources naturelles et cela a continué dans les années 1980 après la période de gouvernement militaire. Toutefois, le programme le plus important a été le « Programme spatial brésilien » parce qu'il embrassait, en plus de la recherche sur l'espace aérien, la connaissance de l'environnement et des ressources naturelles, tout en suivant la méthodologie adoptée pour la recherche en aéronautique, qui avait commencé dès la création de l'Institut technologique de l'aéronautique (ITA), un organisme d'envergure internationale. Outre le CNPq, les ministères militaires de l'Aéronautique et de la Marine ont participé à ce programme, ainsi que les ministères des Communications et des Affaires étrangères. Le Programme a été établi après la création du GOCNAE – Groupe d'organisation de la Commission nationale d'études spatiales – dans le CNPq [19]. Le GOCNAE avait parmi ses attributions, l'étude et le développement de la politique spatiale brésilienne et la législation appropriée ; l'aide et l'appui pour les études concernant les activités spatiales ; la formation des spécialistes ; le suivi des échanges techniques et scientifiques ainsi que la coopération internationale. De plus, il était encore chargé d'élaborer le plan de création de la Commission nationale d'activités spatiales (CNAE). En 1971, le GOCNAE a été supprimé. À sa place ont été créés l'Institut national de recherches spatiales (INPE) et la Commission brésilienne d'aéronautique spatiale (COBAE) (Raupp, 2004 : 93).

C'était alors l'ère de l'exploration de l'espace encore méconnu, époque où la Guerre froide alimentait la concurrence spatiale. En 1957, l'Union soviétique s'était distinguée avec le lancement du premier satellite artificiel, le Spoutnik. Mais plutôt que de se lancer dans cette course, le Brésil cherchait, à travers son « Programme spatial », à s'intégrer dans le domaine de la recherche des sondages atmosphériques et de l'analyse des données pour le contrôle météorologique, ainsi que de la prospection des ressources naturelles. À cette époque, deux projets ont été initiés au Brésil : celui de la recherche sur les satellites et sur le recueil de données en provenance des satellites artificiels (projet RASA) ; et celui des sondages en haute atmosphère grâce à de petites fusées (SALA).

Par ailleurs, Fernando Mendonça fut nommé représentant du CNPq dans le Comité pour l'usage pratique de l'espace créé par l'ONU en 1963. Fernando Mendonça voyagea alors en Inde afin de contrôler l'installation de la fusée Sonda de Thumba dans la base établie par ce Comité. En 1965, débute le développement technologique dans la recherche spatiale avec la construction du Centre de lancement *Barreira do Inferno* (CLBI), dans l'État de Rio Grande do Norte. Le Brésil peut alors lancer des fusées de sondage, mais sans avoir la capacité de placer une charge en orbite [20].

19. Le plan de création du GOCNAE et le rapport sur le programme spatial ont été signés par l'amiral Otacílio Cunha (Marine), le colonel Aldo Vieira da Rosa (Aéronautique, président de la Commission, professeur à l'ITA, puis professeur à Stanford University, aux États-Unis), le professeur Luiz Gonzaga Bevilacqua et l'ingénieur Thomas Pedro Brun (président de la Société interplanétaire brésilienne – SIB). Pendant longtemps, Abraão de Morais a été son président.

20. Voir Meira Fo, Luis Gylvan, « História da Pesquisa Espacial no Brasil e a Criação da Agência Espacial Brasileira », *in MAST Colloquia, Memória da Astronomia*, Rio, MAST / MCT, 2004 : 53-70. Fernando de Mendonça a débuté son doctorat en 1959, à l'université de Stanford, Californie, États-Unis. Ses recherches concernaient l'usage des satellites afin d'étudier l'ionosphère. Avant son retour au Brésil en 1963, il a collaboré en tant que représentant du GOCNAE auprès de l'Administration nationale de l'aéronautique et de l'Espace (NASA). Après avoir fini son doctorat en radioscience, Mendonça a rapporté des équipements

D'abord installé dans le CTA, à São José dos Campos dans l'État de São Paulo, le GOCNAE renforce ses liens externes avec les États-Unis. À partir de 1963, des stagiaires viennent collaborer. Ce sont des élèves en électronique de l'ITA (dont le département avait été fondé par le professeur colonel Aldo Vieira da Rosa en 1953) qui ont aidé à installer le Laboratoire de physique spatiale. Dès cette année-là, le GNOCAE est remplacé par la CNAE, la Commission nationale d'activités spatiales. L'un des objectifs prioritaires de la CNAE, dans ses quinze premières années d'existence, était la formation. En 1968, des cours de troisième cycle sont créés à la CNAE dans les domaines de l'Environnement et de l'Espace, - désignés plus tard sous le nom de : Science spatiale et Science de l'atmosphère - ainsi que des cours d'électronique, de communications et d'ingénierie des systèmes. Dans le cadre du projet « *Porvir* » de 1972, 150 élèves de Masters en sciences et 50 élèves de doctorat, dans des domaines liés aux activités spatiales, ont achevé leur formation visant à établir une relation forte entre la recherche spatiale et l'environnement.

Lorsque la NASA développe et lance ses premiers satellites météorologiques, la CNAE forme un petit groupe de spécialistes capables de maîtriser la technologie américaine des stations de réception nommées APT (*Automatic Picture Transmission*). Elles permettent d'avoir des images de la couverture nuageuse de l'Amérique du Sud. Ces images sont alors transmises en temps réel par les satellites de la série ESSA (*Environnement Science Service Administration*).

Jusqu'au milieu des années 1970, la CNAE a implanté un réseau de stations APT en partenariat avec l'Institut national de météorologie (INAMET). Elle a aussi géré la participation des universités et des instituts de recherche liés au gouvernement. À partir de 1967, le « Projet de télédétection » (SERE) [21] débute au sein de la CNAE. Il est spécialisé dans la récupération de données sur les ressources terrestres, à partir des images d'avions puis de satellites. En juillet 1969, une équipe de spécialistes de la CNAE et du Département national de production minérale (DNPM) participe à une série de vols avec des avions de la NASA. Équipés de caméras, de radars et de capteurs propres aux travaux de télédétection, ils survolent le quadrilatère du fer dans l'État du Minas Gerais afin d'en étudier la géologie ; la région de Campinas (SP) pour recueillir des données agricoles ; celle de Cabo Frio, dans l'État de Rio de Janeiro, afin d'obtenir des mesures océanographiques et hydrographiques. Ce travail est baptisé « Mission 96 » et il n'a été possible que grâce au partenariat entre la CNAE et la NASA.

Pendant les années 1970, plusieurs autres programmes et projets se sont développés au Brésil dans le domaine de la recherche spatiale se rapportant à la connaissance des ressources naturelles et aux études sur l'environnement, principalement dans la région amazonienne. Ainsi, les spécialistes du DNPM qui ont participé à la « Mission 96 » ont, peu après, lancé le « Projet radar de l'Amazonie » (RADAM), un projet « aérophotogrammétrique » destiné à obtenir des informations géologiques sur l'Amazonie et le nord-est du Brésil. Pendant la seconde moitié des années 1970, le

pour l'installation du premier laboratoire de recherche spatiale au Brésil. C'était une station complète, offerte par la NASA, pour recevoir des données provenant de satellites spécialisées dans des études de l'ionosphère. En 1964, il est nommé à la direction du GOCNAE, en remplacement du colonel Aldo Vieira da Rosa. Ce dernier était parti aux États-Unis, au premier trimestre de 1963 afin d'y faire son doctorat. Il est resté aux USA ; actuellement, il est professeur honoraire de l'université de Stanford.

21. Projet de *Sensoriamento Remoto*.

projet RADAM a été remplacé par le satellite LANDSAT, dont les données ont été utilisées par l'INPE dans le contrôle des ressources naturelles et du déboisement de l'Amazonie.

Intégré dans le CNPq, l'Institut national de recherches spatiales (INPE), est créé en 1971, à São José dos Campos (dans l'État de São Paulo). Il est partie prenante du premier « Plan national de développement » (PND) lancé en 1972. Le GOCNAE y est transféré. Un but important de l'INPE était l'implantation du « Projet de recueil de données sur les ressources naturelles » *via* des satellites. Le projet RADAM faisait partie de ce projet. Les activités prévues englobaient des recherches sur les ressources naturelles et dans les domaines de la minéralogie, de l'hydrologie, de l'océanographie, de l'agriculture, etc. qui ont été possibles grâce à une technologie engendrée par la recherche spatiale et la télédétection, installée à bord des avions, des satellites et des navettes spatiales, permettant d'obtenir un recueil global des ressources du pays en très peu du temps.

Le satellite américain ERTS (*Earth Resource Technology Satellite*) a été lancé en 1972, afin d'accueillir le projet SERE auquel le Brésil avait adhéré. Pour pouvoir recevoir les données de l'ERTS, une station de réception a été bâtie à Cuiabá (dans l'État du Mato Grosso). Ceci grâce au projet « *Aripuanã* », lancé par le CNPq dans la même année 1972, avec pour but l'étude du sol, de la flore, le recueil de plantes et d'échantillons de bois, ainsi que la technologie de produits naturels et chimiques. Ces travaux incluaient le projet « Bio-combustion d'énergie en Amazonie », coordonné par l'Institut national de recherches de l'Amazonie – INPA / CNPq [22]. Les espaces géophysique et spatial étaient complètement imbriqués.

Pendant les années 1970, d'autres programmes et projets de recherche spatiale au Brésil ont contribué à des études sur les ressources naturelles et sur l'environnement. Parmi eux, le projet OBRA qui avait pour but de rassembler des données afin de prévoir les effets des bruits atmosphériques dans les radiocommunications. Des équipements ont été offerts à l'INPE par l'ESSA des États-Unis pour l'installation d'une station d'enregistrement de ces bruits. L'une de ces stations a été installée en Amazonie, en collaboration avec la SUDAM (Superintendance pour le développement de l'Amazonie). En outre, le Projet LUME étudiait la luminescence originelle de l'atmosphère supérieure. Celle-ci était utilisée pour interpréter des phénomènes qui avaient lieu dans cette région de l'atmosphère et aussi pour des mesures de quantité totale d'ozone (Barcelos, 1999).

En résumé, le programme spatial brésilien a été géré par les militaires, qui ont mis l'accent sur les recherches qui permettaient le contrôle sur l'environnement, sur les ressources naturelles et sur la météorologie, essentielle pour l'exploitation de l'air. La coordination et l'exécution du programme spatial, dès le début des années 1970, a été à la charge de la COBAE – Commission brésilienne d'activités spatiales – qui était liée à l'EMFA – État-major des forces armées (Raupp, 2004). Dès 1994, la COBAE avait

22. À travers ce même projet, l'INPE a établi des partenariats avec le Secrétariat d'organisation de Rio Grande do Norte pour l'usage des techniques de dépistage à distance appliquées au repérage de ressources naturelles. Par l'intermédiaire aussi de l'étude et de l'application des données recueillies et transmises par le premier satellite de ressources naturelles de la Terre, l'ERTS 1, on a pu réaliser la cartographie géologique de champs pétroliers.

été transférée vers l'Agence spatiale brésilienne (AEB), qui était civile. Cependant les règles du programme spatial de l'AEB stipulaient dans le premier chapitre que le but principal serait l'observation de la Terre, la situation de la forêt amazonienne, l'agriculture et les ressources naturelles [23].

En 1974, peu après la création de la COBAE, la présidence de la République lance le programme « *Polamazonia* » dans le but de promouvoir l'usage intégré du potentiel agricole, agroindustriel, forestier et minéral dans les zones prioritaires de l'Amazonie [24]. L'usage adapté des ressources naturelles était aussi l'un de buts de l'AEB, ainsi que la démarcation de domaines destinés aux réserves forestières et biologiques, aux parcs nationaux, aux réserves indigènes et aux études d'écosystèmes. Dans tout cela, le programme spatial a été reconnu de grande utilité pour la connaissance et l'exploration de l'espace aérien et physique de la Terre.

Tous ces programmes et projets se sont réalisés dans des instituts de recherche appartenant au CNPq ou dépendant de son financement. Pendant les décennies 1970 et 1980, d'autres institutions se sont mises en place, vouées à l'exploration scientifique des espaces, comme le Centre de technologie minérale et le Laboratoire d'astrophysique. En 1985, avec la création du ministère de la Science et de la Technologie, le CNPq et tous ces instituts ont été regroupés. Le Brésil s'est alors lancé dans des recherches sur le calcul informatique scientifique et le développement des moyens de communication virtuels, qui faisaient également partie des recherches spatiales. Depuis les années 1980, l'usage de la technologie spatiale a diminué les distances entre les grands centres et les villes de l'intérieur du pays où se trouvaient les richesses naturelles et a marqué la politique et les instituts qui ont formé le Ministère de la Science et de la Technologie au Brésil.

En même temps, on a assisté, dès les années 1970, à la création d'instituts de recherche appliquée (télécommunication, énergie électrique, pétrole, agriculture, etc.) et à la mise en place de programmes conçus pour exercer un rôle d'orientation des instituts de recherche scientifique et technologique. Ces derniers ont été incorporés, par le biais du Conseil national de recherche scientifique (CNPq) au ministère de la Science et de la Technologie (MCT) lors de sa création, en 1985. D'autres programmes et d'autres projets dans les domaines de la biodiversité et de l'environnement ont été développés tout au long des trois dernières décennies, se renforçant, s'élargissant et établissant des liens étroits avec le domaine spatial, tout ceci caractérisant la technicisation dessinée dans les décennies précédentes. Il convient ici d'établir un parallèle avec le rôle joué par l'astronomie dans la deuxième moitié du XIX^{e} siècle, dans le repérage des itinéraires possibles pour les expéditions géographiques et dans la localisation des ressources naturelles.

De la même façon, la recherche dans les domaines de l'aéronautique et du spatial a été décisive pour l'émergence et le développement des technologies de l'information et de la microélectronique qui se sont développées dans le pays tout au long de la fin du

23. *Cf.* Gylvan Meira, lorsqu'il a été président de l'AEB, pendant une interview au MAST Colloquia.

24. Les endroits choisis pour l'étude ont été : Xingu (Araguaia, Mato Grosso), Carajás, Araguaia-Tocantins, Trombetas, Altamira, Pré-Amazônia Maranhense, Rondônia, Acre, Juruá-Solimões, Roraima, Tapajós, Amapá, Juruena, Mato Grosso, Aripuanã, Marajó.

XX^e^ et au début du XXI^e^ siècle. Tandis que la technologie de l'information était l'objet d'une politique nationale dans les années 1970 et 1980, pour ensuite disparaître face à la pression de la demande sociale et économique liée à l'usage des ordinateurs et des systèmes connexes, la microélectronique n'était pas touchée directement par la politique industrielle nationaliste et autarcique, au début du XXI^e^ siècle.

Pour ce qui est de l'internationalisation, l'aéronautique qui s'est trouvée internalisée dès ses débuts, lors de la création de l'Institut technologique et aéronautique (ITA) et du Centre de technologie aéronautique (CTA), poursuit ce processus et le renouvelle dans le domaine spatial. Ainsi, tout au long des années 1960, l'ITA fait, avec l'ouverture de nouveaux partenariats, en plus de ceux déjà existants, à la fin de la même décennie, une coopération Sud-Sud dans le domaine spatial, avec l'Inde et la Chine. Tout au long de ces années-là, plusieurs programmes environnementaux ont également été développés, concernant surtout l'Amazonie, ajoutant à la préoccupation pour l'environnement, la question stratégique du développement économique de la région.

Conclusion

Les démarches de transformation institutionnelle et épistémologique qui ont orienté les sciences spatiales, géophysiques et aériennes, sont à l'origine de la science brésilienne moderne telle qu'elle s'est construite à partir du début du XIX^e^ siècle. Ces démarches ont été orientées par l'étude des explorations et de l'exploitation de multiples espaces et se sont formées politiquement, de façon critique et à travers des modes distincts d'internationalisation, de manière à répondre aux demandes et aux besoins de constitution d'une coévolution à la fois dans la temporalité de l'identité de la nation, de l'État national et dans la projection recherchée par sa politique extérieure, dans laquelle la science, la technologie et, encore plus, récemment, l'innovation, ont toujours été le centre.

Il faut considérer d'un côté les institutions et leurs rôles dans les relations scientifiques et politiques qui ont dominé tout le XIX^e^ siècle puis le XX^e^ siècle. Le rôle politique des expéditions scientifiques des pays européens au Brésil est particulièrement important comme instrument de la colonisation et de l'impérialisme. Dans ce contexte, les instituts de sciences naturelles, très dynamiques au XIX^e^ siècle, comme le Jardin botanique et le Musée national ont été effacés au début du XX^e^ siècle par la prolifération d'instituts qui ont vu le jour en multipliant aussi les priorités scientifiques et les demandes sociales, particulièrement à partir des années 1930.

Les technologies de l'État comme l'aéronautique, - importantes pour soutenir l'identité nationale et une réelle expression du pouvoir de l'État dans l'ensemble de l'espace géographique de la nation, et la chimie agricole et industrielle, critiques pour l'entrée du pays dans le circuit économique mondial et le développement du capitalisme,- se sont structurées dans la première moitié du XX^e^ siècle. Celles-ci se développent, s'élargissent et s'établissent au point de vue institutionnel et politique dès le début de la deuxième moitié de ce siècle.

Par la suite, les programmes scientifiques qui sont apparus pendant les années 1950 et 1960 – comme celui de la politique spatiale qui a pris le relais de l'Institut de recherche aéronautique – peuvent être considérés avant tout comme des programmes liés directement aux orientations politiques. Les demandes croissantes de sécurité, ainsi que les demandes économiques et sociales, au fur et à mesure de l'augmentation de la population et du développement de l'urbanisme, se sont appuyées sur un sentiment nationaliste. Elles ont constitué un point important de l'agenda gouvernemental, en agissant à travers les agences de subventions, le CNPq, les ministères militaires et les ministères civils qui se sont spécialisés (Agriculture, Mines et Énergie, Télécommunications), pendant la décennie 1970. Malgré la fin du gouvernement militaire en 1979, ces pratiques n'ont évolué qu'à partir des années 1990, avec l'apparition d'une politique qui a rouvert le pays et a essayé de l'insérer dans la mondialisation.

Il faut rappeler que, du point de vue des demandes sociales des sciences, si au XIX^{e} siècle les sciences naturelles ont contribué à la faible expansion capitaliste et ensuite à l'impérialisme économique au XX^{e} siècle, l'idée d'un progrès à tout prix a commencé à être remis en cause à l'aube du XXI^{e} siècle. Les questions de préservation de l'environnement, l'épuisement des sols agricoles, le déboisement, ainsi que les pressions sur la demande d'énergie ou d'aliments – dépendantes de l'exploitation de ressources naturelles – sont désormais à l'ordre du jour. En particulier, les connaissances traditionnelles, dont la scientificité est toujours discutable, ont été revalorisées à travers une législation propre, pour leur utilisation et les relations avec les détenteurs de ces connaissances. Dans la relation sciences et politique au milieu du XX^{e} siècle, la politique dominait les sciences même si elle ne pouvait pas dominer la production théorique sur l'environnement. Toutefois, avec le temps, la politique a fini par donner une orientation à des programmes technologiques, déterminant en grande partie les nouveaux champs du progrès scientifiques et a fait reconsidérer les buts et le rythme de développement des domaines scientifiques traditionnels. La politique scientifique s'est consolidée au nom d'une sécurité nationale, tout en cherchant à raffermir sa position dans le système international des nations. Actuellement, l'espace de la science des ressources naturelles s'élargit et se mondialise.

Au Brésil, plus que l'internationalisation, qui a toujours été présente dans le parcours long de l'institutionnalisation et de la différenciation des sciences de l'espace géophysique et aérien aussi bien que celui de la technologie correspondante, la politique et la militarisation ont toujours continué de tracer et d'orienter les cheminements de la science et de la technologie. Aujourd'hui, les études sur les espaces géophysiques et aériens recoupent les problèmes du climat et la question des connaissances traditionnelles sur les ressources naturelles en vue du développement durable.

Références

ANDRADE, A. Ma., (2008) Ribeiro de Físicos, Mésons e Política : a dinâmica da ciência na sociedade. São Paulo, Hucitec / MAST, 2ª edição.

BARCELOS, E. Dorneles, (1997) *40 anos de Pesquisa Espacial*, Brasília, Agência Espacial Brasileira.

ALMEIDA, A. Wagner Berno de, (2008) *Antropologia dos Archivos da Amazônia.* Rio de Janeiro, RJ : Casa 8 et Fundação Universidade do Amazonas.

BENOIT, S., (2000) *Henri Anatole Coudreau (1859-1899).* Paris : L'Harmattan.

BOTELHO, A. J. Junqueira,(1999) « Da Utopia Tecnológica aos Desafios da Política Científica e Tecnológica : O Instituto Tecnológico de Aeronáutica (1947-1967). » *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, 14 (39), p.139-154.

BOTELHO, A. J. Junqueira, (1997) « Building Modernity : The 'Instituto Tecnológico de Aeronáutica'and the Transfer of the MIT Model to Brazil. » *XXth International Congress of History of Science*, Liège. Belgium. 20-26 July 1997.

CARLOTTO, M. C., (2013) Veredas da mudança na ciência brasileira. Discurso, institucionalização e práticas no cenário contemporâneo. São Paulo, Editora 34..

CARVALHO, J. Murillo de, (1996) A Cosntrução da Ordem – Teatro de Sombras. Rio de Janeiro, Editora Civilização Brasileira.

CUSHMAN, G. T., (2005), Bergen South : The Americanization of the Meteorology Profession in Latin America during World War II. Org. EMEIS, S. and LÜDECKE, C., From Beaufort to Bjerknes and Beyond. Aubsburg, Erv D^{r} Erwin Rauner Verlag, 2005, p. 197-231

DOMINGES, H. M. Bertol, (1995) Ciência : um caso de política. As relações entre as Ciências Naturais e a Agricultura no Brasil-Império, São Paulo, FFLCH / USP, (Tese de Doutoramento).

DOMINGUES, H. M. Bertol, (2001) A Sociedade Auxiliadora da Indústria Nacional e as Ciências Naturais no Brasil Império. Org. Dantes, Ma. Amélia M., Espaços da Ciência no Brasil. Rio, Ed. Fiocruz, p. 83-110

DOMINGUES, H. M. Bertol, (2005), Da razão do poder ao poder da razão : o lugar social das ciências, no Brasil, em meados do século XX. In : Pietrocola, Maurício ; Freire Junior, Olival (Org.). *Filosofia, ciência e história : Michel Paty e o Brasil, uma homenagem aos 40 anos de colaboração*. São Paulo : Discurso Editorial, p. 375- 400

HAMBURGER, Amélia I., DANTES, M. A., PATY, M., PETITJEAN, P., (1996), A Ciência nas Relações Brasil-França (1850-1950). São Paulo, EDUSP, FASPESP.

LINS de Barros, H., (2003), Santos Dumont e a invenção do vôo, Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor.

LOWI, I., (2000), Vírus, Mosquito e Modernidade – A febre Amarela no Brasil entre ciência e política. Rio de Janeiro, Editora Fiocruz.

MEIRA, L.G. Filho., (2004), História da Pesquisa Espacial no Brasil e a Criação da Agência Espacial Brasileira. In MAST Colloquia, Memória da Astronomia, Rio, MAST / MCT, p. 53-70.

MILLER, Clarck A., (2006) An Effectif Instrument of Peace : Scientific Cooperation as an Instrument of U.S. Foreign Policy. Osiris, 21 : 135-160.

PETITJEAN, P., (1996) As Missões Universitárias Francesas na Criação da Universidade de São Paulo (1934-1940), Org. Hamburger, A. I., Dantes, Ma. A. M., Paty, M., Petitjean, P., A Ciência nas Relações Brasil-França (1850-1950). São Paulo, EDUSP, FAPESP, p. 259-330.

PETITJEAN, P. e DOMINGUES, H. M. Bertol, (2000), A redescoberta da Amazônia num projeto da Unesco : O Instituto Intrenacional da Hileia Amazônica. Revista Estudos Históricos, vol 14, n. 26, p. 265-292

RAUPP, M. A., (2004) As Atividades Espaciais no Brasil e o INPE. In MAST Colloquia, Memória da Astronomia, Rio, MAST / MCT, p.93-118.

REIS, A.C. Ferreira, (1960) *A Amazônia e a cobiça internacional*, Rio. Ed. Reccord, 1968, 3ª edição Aumentada 1ª edição.

SACHS, I., WILHEIM, J. e PINHEIRO, P. S., (2001) Brasil um século de transformações, São Paulo, Companhia das Letras.

SALMERON, R.,(1999) *A Universidade Interrompida*, Brasília, Editora UNB, 1a edição.

SCHWARTZMAN, S. (Coordenação), (1996) Ciência e tecnologia no Brasil : a capacitação brasileira para a pesquisa científica e tecnológica. Rio de Janeiro, Editora Fundação Getulio Vargas.