Les sciences en Amérique latine
Tensions du passé et défis du présent [1]

Hebe Vessuri et Pablo Kreimer [2]

Évoquer « l'Amérique latine », que ce soit à propos de son développement scientifique ou de tout autre aspect, implique une abstraction. Comme O'Gorman le dit dans son texte classique :

> Tout le processus historique de l'idée de la découverte de l'Amérique se base sur le fait d'avoir supposé que ce morceau de matière cosmique, que nous connaissons maintenant comme le Continent américain, a toujours été cela, quand, en réalité, il ne l'a été qu'à partir du moment où on lui a attribué cette signification et ne le sera plus le jour où, en raison d'un changement dans la conception actuelle du monde, cette signification ne lui sera plus attribuée. (O'Gorman, 1995 [1958], p. 49.)

De même, bien que la référence à « l'Amérique latine » comme « unité » se soit révélée une construction politiquement efficace – le terme mettant en exergue un ensemble de représentations et d'intérêts matériels partagés –, la région comporte en fait bien des hétérogénéités. Elle se compose d'une multitude de sociétés influencées par le mouvement de leur propre histoire, de formations nationales et culturelles diverses, et elle accuse de fortes asymétries dans les processus de développement. Aussi dans ce texte ferons-nous ressortir aussi bien certains traits communs que les trajectoires très différenciées caractérisant des sociétés particulières.

1. Bien qu'il soit impossible d'établir clairement les limites précises entre les sciences et les technologies ou les composantes de ce qu'il est convenu d'appeler les « technosciences », dans ce texte nous nous concentrons davantage sur le développement et l'avenir des activités scientifiques que sur les aspects technologiques. Ces derniers sont naturellement évoqués, mais nous avons dû décider de ne pas nous étendre sur la question en raison de l'espace limité de cet article.

2. Cette étude s'inscrit au sein du projet Bekonal (Building and Exchanging Knowledges on Natural Resources in Latin America) (dir. Mina kleiche-dray, IRD) du consortium européen ENGOV (Environmental Governance in Latin America and the Caribbean) (SSH-CT-2010-266710) (2011-2015).



Figure 1 – Carte de l'Amérique latine

De façon générale, nous pourrions définir l'histoire des sciences en Amérique latine comme la chronique de pratiques et de représentations qui tournent autour de deux tensions constitutives. La première concerne la lutte, étroitement liée aux structures de pouvoir, pour définir ce qui est une connaissance *légitime*. En principe les connaissances locales sont opposées à l'incorporation acritique des sciences occidentales. Dans la pratique se pose la question d'une hybridation des savoirs, synthèse complexe où entrent en jeu la capacité d'absorption des sciences européennes, le désir d'en contrôler les fins, et le souci d'assimilation et d'intégration des groupes locaux socialement et ethniquement hétérogènes.

D'autre part, il existe une tension persistante entre la volonté de construire une science institutionnalisée visant à répondre aux besoins *locaux*, par opposition à une approche plus intégrée à la science *internationale* qui a pour ambition (notamment en sciences fondamentales) d'échapper à une position « périphérique » pour se propulser au « centre » même des métropoles de science (Diaz, Texera et Vessuri, 1983). Cette opposition a souvent été formulée en termes de « science pour le développement » versus « science d'excellence » (Rengifo, 2013).

Dans une première partie du chapitre, nous montrerons comment ici et là, ces tensions se sont réalisées au fil du temps, avec des issues instables et susceptibles de retournements, pour aboutir à une institutionnalisation et une professionnalisation variables. Dans la deuxième partie, nous centrerons notre attention sur le contexte récent, alors que (depuis vingt-cinq ans) les sciences se globalisent, adoptent de nouveaux modes de production, que les métropoles de sciences se diversifient, et que les pays émergents, ou aspirant à le devenir, même s'ils ont toujours des problèmes de développement, ne peuvent plus être simplement qualifiés de « périphériques » ou de « nouveaux entrants » (comme le Brésil).

Nous examinerons les transformations profondes subies par l'évaluation du système de recherche et leurs implications pour l'activité scientifique. En outre, nous analyserons la reconfiguration des domaines de la science, avec l'apparition de nouveaux sujets, tels que l'environnement et la biodiversité, et de nouveaux champs disciplinaires, tels les connaissances associées à la nanoscience, la neuroscience, la biotechnologie et les nouveaux matériaux, ainsi que la diffusion des TIC. Concrètement, nous verrons comment la nouvelle compréhension de la dynamique science-technologie (« l'innovation ») met l'accent sur le développement technologique et fait de la science une auxiliaire de la technologie (et *vice-versa*). Nous conclurons en soulignant certains défis qui se présentent à l'heure actuelle entre le développement de la connaissance et les dynamiques et besoins des sociétés de la région.

1 Essai d'historiographie : le développement scientifique en Amérique latine

L'activité scientifique a eu ici ou là, tout au long de l'histoire, une importance et des influences variables selon le moment et le contexte. Pour simplifier, nous pouvons identifier au moins trois groupes de pays : (a) les pays les plus vastes, dans lesquels la dynamique modernisatrice, qui comprenait le déploiement de la recherche scientifique, a connu un développement considérable. Nous incluons dans ce groupe le Brésil, le Mexique et l'Argentine ; (b) dans un second groupe, possédant des caractéristiques sociales similaires mais avec des dimensions plus réduites et – selon l'époque – plus ou moins de dynamisme, nous pouvons situer le Chili, la Colombie, le Venezuela, l'Uruguay et Cuba (voire pour partie, le Pérou et le Costa Rica) ; (c) le troisième groupe se compose de sociétés au développement relativement mineur et où les processus « modernisateurs » ont eu moins de portée, pour des raisons variables selon les cas. En outre, dans le processus d'institutionnalisation et de professionnalisation scientifique, nous distinguons plusieurs étapes, autour desquelles est organisé cet exposé.

Nous considérons que les efforts *d'internationalisation* sont un élément clé pour le développement des sciences dans les différents pays. Nous devrons souligner qu'avec le temps leurs modalités ont changé, tandis que les efforts de *développement « interne »*, y compris ceux issus de mouvements populaires ou les incluant, se sont exprimés de façon temporaire (mais persistante). Le lien avec le politique, et les alliances sociales au sein de « blocs socio-cognitifs », dominants selon les périodes, a imposé une tension permanente qui a fait qu'en général, les conflits de base par rapport au rôle des sciences dans les sociétés latino-américaines ne trouvent pas de solution. Nous suggérons ici que ce qui entre en jeu est le contrôle cognitif et technique des activités de recherche entreprises localement. Ce qui suit est un aperçu des différentes étapes historiques.

1.1 Du XVII^e siècle à 1870, « l'internationalisation fondatrice » : les sciences coloniales et l'invisibilité officielle des connaissances populaires

À l'époque coloniale, la science était réservée à quelques acteurs issus de l'élite culturelle et économique, aussi bien européenne que latino-américaine, dont le principal objectif était d'assurer, directement ou indirectement, l'exploitation des ressources naturelles ainsi que la domination politique et la sécurité des colonies, et plus tard, à partir de la fin du XIX^e siècle, de répondre aux besoins croissants d'un capitalisme européen en pleine expansion (Vessuri, 2006).

La rencontre entre les Européens et le monde américain – naturel et social – a posé de nouveaux défis à la science européenne. Les récits de voyageurs et d'explorateurs ont eu de grandes répercussions en Europe et en Amérique, car leurs ouvrages dévoilaient un univers inconnu, décrivant dans un langage familier l'étrange nature du nouveau monde. En Espagne, des institutions telles que le Real Consejo de Indias et la Casa de la Contratación avaient été créées dans le but explicite de mettre en œuvre des instruments efficaces de conquête, recueillant, systématisant et diffusant l'inépuisable source d'information que représentait le Nouveau Monde. L'effort espagnol de description, de dénomination et de classement de la nature et de la géographie de l'Amérique a été colossal, et ses résultats remarquables : débats juridiques et moraux complexes, descriptions ethnographiques détaillées, études linguistiques, encyclopédies d'histoire naturelle, traités de botanique médicale, innombrables cartes, manuels et instruments de navigation, navires, canons et voiles. Nommer et classifier une telle quantité et une telle variété d'animaux et de plantes semblait une tâche impossible, et ce n'est qu'à l'issue d'une longue période qu'un ordre apparent a pu être établi grâce au système linnéen au XVIII^e siècle (Nieto, 2000). On peut mentionner ici le rôle particulièrement intéressant de José Celestino Mutis (médecin et botaniste andalou vivant à Bogota), qui a contribué à enrichir les classements de Linné au fil d'une longue relation épistolaire (de 1760 à 1778), en puisant dans l'extraordinaire biodiversité du territoire de la Colombie actuelle, alors appelée Nouvelle-Grenade (Amaya, 2000).

L'Espagne, caractérisée par un monolithisme religieux et idéologique régissant une société agraire et stratifiée, a fondé à l'époque coloniale un certain nombre d'universités dans le Nouveau Monde, qui avaient vocation à devenir de futurs piliers du système colonial (contrairement à l'Espagne, le Portugal a attendu la fin du XIX^e siècle pour créer des institutions d'enseignement supérieur au Brésil). Ancrées dans les modèles

métropolitains du XVII^e siècle, ankylosées par le temps et l'histoire, ces universités se sont avérées être des cadres peu propices à l'innovation et à la modernité. À quelques exceptions près, les principaux lieux de réflexion et d'érudition en Amérique latine étaient les bibliothèques et les réunions de prêtres ou de magistrats. Le conservatisme des universités et l'absence d'autres institutions susceptibles de devenir des centres de diffusion ou de renouvellement du savoir ont eu pour effet de cantonner à la sphère privée l'influence de nouveaux apports philosophiques ou scientifiques (Ten, 1992).

Bien qu'il y ait eu assez tôt – notamment au XVIII^e siècle – une circulation des personnes et des idées entre l'Europe et l'Amérique latine, le contexte qui prévalait jusqu'à la fin de ce XVIII^e siècle faisait de toute innovation une œuvre inévitablement personnelle, et par conséquent vouée à disparaître. C'est alors qu'a commencé une révolution didactique dans l'enseignement des mathématiques, des sciences et des arts dans certains milieux, formant ainsi une jeunesse qui allait propager et soutenir les idées indépendantistes. Ni la grande figure susmentionnée de Mutis ni le procureur Francisco Moreno y Escandón n'étaient parvenus à faire approuver leurs projets de réforme universitaire dans le Royaume de Nouvelle-Grenade ; les professeurs jésuites Benito Riva ou William Faulkner avaient dû se contenter de la formation privée d'élèves à Córdoba del Tucuman ; des figures de premier plan telles qu'Alzate ou Bartolache n'avaient pu obtenir de postes de professeurs au Mexique. Au Pérou, les rares professeurs contribuant activement à l'esprit des Lumières le faisaient en dehors du cadre universitaire. Le *Mercurio Peruano*, organe d'expression de la Société des amis du Pays, à Lima, a été le principal instrument de diffusion des idées des Lumières au sein de la société péruvienne de la fin du XVIII^e siècle. Certains de ses membres éminents tels qu'Unánue et Baquijano, très au fait des derniers progrès de la science européenne, ont contribué à jeter les bases définitives d'une culture propre qui allait mener à la révolution. C'est dans des milieux semblables que se sont formés la plupart des auteurs de l'indépendance de l'Amérique latine. En tant que membres d'une élite instruite – qui ne représentait qu'une toute petite partie de la société de l'époque, et dont allaient surgir, comme on vient de le dire, les leaders des mouvements indépendantistes –, les scientifiques, et particulièrement les médecins, ont alors joué un rôle sans aucune commune mesure avec leur nombre.

Entre 1820 et 1870, la tâche collective consistant à « compléter l'émancipation », pour reprendre le mot de l'historien Halperín Donghi (1967), a pris différentes formes liées à la construction des nouvelles nations américaines. Après la longue période de guerre civile qui a suivi les guerres d'Indépendance, la plupart des pays sont parvenus à établir une organisation nationale définitive. Le rôle de la science et des scientifiques dans le processus de construction des nouvelles nations a varié selon les contextes, mais d'une manière générale la création d'institutions scientifiques s'est avérée difficile et aléatoire. L'une des raisons en est précisément la participation directe de groupes de scientifiques aux guerres d'indépendance, qui a décimé les effectifs de plusieurs centres de production intellectuelle d'Amérique latine.

Au cours de la phase qui a suivi la répression espagnole et abouti à la cristallisation d'États indépendants (1820-1870), la participation des scientifiques a donc été moins importante, d'une part parce qu'ils avaient payé un lourd tribut à la lutte armée et

d'autre part parce que les priorités du moment, pour les survivants, étaient davantage d'ordre politique que scientifique. Dans un souci de cohésion, l'activité scientifique a alors été mise au service d'objectifs nationaux tels que la diffusion de l'enseignement scientifique, la généralisation de l'instruction et le développement du commerce, de l'agriculture, de l'extraction minière et autres secteurs économiques. Les rares ressources humaines qualifiées disponibles ont été mises à l'œuvre pour la formation de commissions d'études chargées de faire l'inventaire des richesses, de définir les caractéristiques géographiques des territoires nationaux, et de résoudre les problèmes aussi bien du gouvernement (frontières) que de la vie quotidienne. Selon Saldaña (1992), il s'agissait d'un processus historique de « double face » : la politisation de la science, d'une part, et la scientifisation de la politique, de l'autre.

Le Brésil est un cas à part. Il a connu une phase impériale de 1808 à 1889, lorsque le siège de la Cour du Portugal a été transféré à Rio de Janeiro en raison des guerres napoléoniennes. C'est donc au tout début du XIX^e^ siècle qu'ont été créées à Rio de Janeiro une académie militaire, deux écoles de médecine et deux autres de droit, ainsi qu'un petit nombre d'instituts de recherche. La quête de nouvelles richesses minérales et la volonté d'adapter au Brésil des productions agricoles connues en Europe et dans d'autres régions du monde se sont traduites par la création de collections minéralogiques et de jardins botaniques (Schwartzman, 1979). Une fois conquise l'indépendance formelle du Brésil en 1822, c'est sous le règne de Pierre II qu'ont été créés le musée d'Histoire naturelle, l'Observatoire astronomique et la Commission géologique impériale, mais le soutien à la recherche semblait davantage destiné à servir les intérêts européens que ceux des milieux locaux.

Du côté du Río de la Plata, le mouvement d'indépendance de mai 1810 était essentiellement mené par les habitants instruits de Buenos Aires, partisans d'une démocratie contrôlée et d'une politique économique libérale permettant d'assurer l'expansion croissante de l'élevage de bétail, afin d'alimenter le trafic commercial du port de Buenos Aires. Ces citadins étaient en effet convaincus du fait que seule la capitale était en mesure de répondre de manière satisfaisante aux besoins du pays. Toutefois, de vastes secteurs des populations des provinces jugeaient cette prétention inacceptable, préférant s'en remettre au pouvoir des caudillos locaux, souvent réfractaires aux idées de progrès et au pouvoir centralisé. Quoi qu'il en soit, la province de Buenos Aires a connu des années de progrès sans précédents. Mais la relative euphorie de la capitale a été de courte durée, sa continuité étant menacée par de nombreux éléments discordants, tels que l'opposition de secteurs liés aux autres provinces par des intérêts économiques, les rivalités entre secteurs et clans au sein de la province, ainsi que les intérêts britanniques et français qui ont constitué un facteur supplémentaire de déstabilisation du processus politique dans la région du Río de la Plata durant ces années de progrès et de turbulences. Au cours des années 1820, d'illustres personnages tels que Bernardino Rivadavia ont exercé une influence importante en contribuant à améliorer l'aménagement urbain de Buenos Aires sur le modèle européen. Rivadavia a fondé l'Université et le Théâtre de Buenos Aires, les académies de géologie et de médecine ainsi que le premier musée de sciences naturelles du sous-continent.

Il y avait au sein des élites créoles une conviction partagée sur la valeur de la science en tant qu'instrument de modernité. L'émergence progressive d'un espace public, même limité, a permis la création de mécanismes de production et de reproduction de connaissances et de pratiques scientifiques, dont témoignent les publications périodiques, l'associationnisme scientifique (Vessuri et Capel, 1992), les nouvelles institutions éducatives, les musées de sciences naturelles (Sheets-Pyenson, 1988 ; Lopes et Podgorny, 2000), et plus tard, à partir du dernier quart du XIX^e siècle, la participation de plusieurs pays de la région aux expositions universelles (López Ocón, 2002).

Parallèlement, au cours des siècles de domination coloniale et de vie républicaine, une grande partie de la population avait comme principale – pour ne pas dire unique – source de pratiques « scientifiques » la connaissance autochtone. Cette connaissance, dont les descriptions ont souvent été incorporées dans les chroniques et récits sur le Nouveau Monde, a été et a continué d'être une connaissance vivante, malgré la dénégation officielle la taxant d'irrationnelle, ignorante et fausse. Les autochtones n'ont pas seulement partagé avec les Européens leurs connaissances sur les plantes médicinales, les géographies inconnues et les peuples exotiques, ils ont également su maintenir au fil des siècles un ordre cognitif, souvent fragmenté par les processus d'exploitation et d'extermination, mais d'une incroyable résilience.

1.2 1870-1920, « l'internationalisation civilisatrice » : des sciences coloniales aux « sciences nationales »

Vers la fin du XIX^e siècle, plusieurs pays ont entamé un processus de modernisation économique et politique. L'éducation, la science, l'immigration européenne et les capitaux étrangers en ont été les principaux instruments. Les exportations ont fortement augmenté tandis que se consolidait le pouvoir des oligarchies civiles apparues au cours du dernier demi-siècle, notamment grâce aux très rentables activités de l'agriculture et de l'élevage, qui ont connu un grand essor après les processus d'indépendance. Sur le plan des idées, le *positivisme* européen, avec sa foi inébranlable dans le progrès, a été amplement relayé par les élites locales, offrant aux milieux politiques et intellectuels latino-américains un schéma conceptuel qui intégrait les connaissances de l'histoire, de la science et de la société, tout en soulignant l'importance de l'ordre et de la stabilité face au désordre civil endémique qui régnait depuis l'Indépendance. Dans ce contexte, la science faisait partie d'une sorte de « kit de la modernité », car elle correspondait à un ensemble de représentations s'opposant à ce qui était considéré comme « arriéré » ou « traditionnel », telles que le développement de l'enseignement public, l'industrialisation naissante, l'évolution du droit et l'essor du commerce, le tout reposant sur une indéfectible croyance dans le progrès (Zea, 1968, 1980 ; Lins, 1964 ; Dantes, 1992 ; Montserrat, 2000). Cette vision des choses pourrait être résumée par le fameux sous-titre du livre *Facundo*, de Domingo Sarmiento, intellectuel et Président de l'Argentine : *Civilisation et barbarie*. Toutefois, bien que le positivisme ait favorisé l'estime de la société pour la science en tant que source de progrès et de connaissance pratique, cette appréciation relevait dans une bonne mesure de la rhétorique, les réels efforts de recherche restant des cas exceptionnels. Parmi les institutions qui illustrent bien ce processus, on peut mentionner les observatoires astronomiques et le développe-

ment parallèle de l'astronomie en tant que discipline naissante [3]. Ces développements précoces s'expliquent probablement par la nécessité d'observer *in situ* les cieux de ces latitudes, ce qui était par définition impossible depuis les centres hégémoniques européens (Bartolucci, 2000 ; Rieznik, 2011).

Au cours de cette période, de nouveaux domaines scientifiques ont été institutionnalisés : outre l'astronomie, d'autres disciplines ont fait leur apparition telles que la physiologie, la microbiologie et la physique. Dans ce processus d'émergence de nouvelles disciplines, un facteur décisif a été la relation avec des savants européens (et, plus tard, étasuniens) qui dans un premier temps ont fait office de « ponts » entre les secteurs les plus dynamiques situés dans les pays centraux et les institutions et les différents acteurs latino-américains. Aux premiers « voyageurs » scientifiques tels que les Américains Benjamin Gould, John Thome et Charles Perrine, qui ont contribué activement au développement de l'observatoire astronomique de Córdoba (Pyenson, 1985, 2013 ; Kreimer, 2010b), ont succédé des Latino-Américains désireux de se rendre dans les centres de recherche des pays développés. Oswaldo Cruz, médecin brésilien ayant étudié auprès d'Émile Roux à l'Institut Pasteur de Paris, en est un bon exemple (Chagas Filho, 1993). Au-delà de la métaphore de la « diffusion » et de ses étapes (Basalla, 1967), qui ne prend pas en compte les processus culturels et intellectuels en jeu dans le développement de nouveaux espaces de la connaissance, le fait est qu'on a assisté à une expansion systématique de certaines disciplines européennes vers les pays les plus « modernes » d'Amérique latine durant toute cette période (Vessuri, 2006 ; Pyenson, 1985).

Un exemple bien connu est la création en 1909 à Rio de Janeiro de l'Institut Oswaldo-Cruz, une sorte d'Institut Pasteur brésilien qui a vu le jour à la suite des succès de Cruz dans la lutte contre la fièvre jaune (Stepan, 1981 ; Benchimol, 1999). Cette institution, d'abord placée sous la direction de Cruz lui-même puis sous celle de Carlos Chagas, est rapidement devenue une référence continentale dans le domaine de la recherche en santé publique, en médecine tropicale et en bactériologie et, par la suite, de la recherche biomédicale en général, instituant ainsi une véritable « tradition de recherche pasteurienne » en Amérique latine [4]. Cette tradition a ensuite essaimé, notamment sous l'impulsion d'Arthur Neiva, créateur de l'Institut de biologie à São Paulo en 1927, et grâce aux élèves formés dans le cadre du fameux « cours de Manguinhos », qui ont rejoint les institutions de différents pays de la région (Schwartzman, 1979) [5].

Un autre cas exemplaire, au cours de la même période, est celui des premiers développements de la physique à La Plata, en Argentine. En effet, c'est peu après la création

3. L'Observatoire astronomique national de Colombie (OAN), créé en 1803 et réaménagé en 1865, a été le premier observatoire d'Amérique, suivi de l'Observatoire impérial de Rio de Janeiro en 1845, de l'Observatoire de Córdoba (Argentine) en 1871 et de l'Observatoire astronomique national du Mexique en 1878.

4. Carlos Chagas (1879-1934) : médecin brésilien connu pour ses recherches sur les maladies tropicales, notamment la malaria. Au cours de ses recherches, il a découvert chez les singes un parasite potentiellement dangereux pour les humains. Il lui a donné le nom de *Tripanosmoa Cruzi*, en l'honneur de son maître, Oswaldo Cruz. Quelques années plus tard, la maladie a été baptisée, suivant la fameuse éponymie mertonienne, « Maladie de Chagas » (Kropf et Lacerda, 2009).

5. Cukierman (2007) définit cette période d'adoption et d'hybridation des savoirs internationaux en termes de « science débarquée ».

de l'Université nationale de La Plata en 1897 qu'a été institutionnalisée cette discipline, aux côtés d'autres sciences exactes. Le physicien allemand Emil Bose, invité par les autorités argentines, s'est attaché à équiper les premiers laboratoires de cette discipline (les premiers du genre dans le pays) [6] : tout l'équipement a été importé et Bose lui-même s'est rendu en Allemagne pour en faire l'achat, engageant au passage techniciens et experts pour son installation, personne en Argentine n'étant à même d'accomplir une telle tâche (Pyenson, 1985). Par la suite, c'est un autre physicien allemand, Richard Gans, qui lui a succédé, et lorsque celui-ci est retourné en Allemagne, le premier Argentin à être nommé directeur en 1925 a été Ramón Loyarte, l'un des jeunes physiciens disciples de Bose et de Gans (Ortiz *et al.*, 2009). Dans cette lignée, Enrique Gaviola a jeté un pont entre la physique « traditionnelle » et la physique « moderne », en participant à l'organisation du Département de physique de l'Université de Buenos Aires, et aux premiers développements de la physique nucléaire, dans les années 1950 (Feld, 2014).

Ces années ont vu l'émergence au sein des grands pays d'un marché professionnel pour les diplômés en droit, en médecine et en ingénierie, associé à une croissance des classes moyennes urbaines, elle-même liée à l'exode rural (provoqué par la mécanisation de la production agricole et l'attrait de l'industrialisation naissante), mais aussi et surtout, dans les pays du Cône Sud, à l'arrivée en grand nombre d'immigrants européens dès la fin du XIX^e^ siècle (Germani, 1968 ; Medina Echevarría, 1959 ; Oxhorn, 2001). L'immigration a souvent contribué à l'essor de manufactures, grâce aux connaissances techniques et au capital social apportés par les immigrants, comme cela a été le cas pour l'industrie textile argentine à la fin du XIX^e^ siècle. Au Brésil, jusqu'à l'avènement de la République, l'activité scientifique s'était caractérisée par sa grande précarité, en proie à l'instabilité des initiatives impériales et aux carences des écoles professionnelles, bureaucratisées, sans autonomie et utilitaristes dans leurs objectifs. En l'absence d'un secteur social intéressé par des projets éducatifs et scientifiques, ces écoles ont eu un développement très limité tout au long du XIX^e^ siècle. Une exception, à la fin de l'empire portugais, a été la création de l'École des mines à Ouro Preto (Carvalho, 1978), qui a contribué au développement des nouveaux hauts-fourneaux à charbon de bois, promis à une utilisation croissante par l'industrie. Le *boom* de l'économie du café a généré de nouveaux besoins : grandes quantités de fer pour les chemins de fer, équipements militaires, machines et outils nécessaires à la production de café et de sucre. Jusqu'en 1920, la production nationale de fer était concentrée dans une seule entreprise : Queiroz Jr.

L'industrialisation intéressait également les agronomes, qui cherchaient à transposer et à adapter en Amérique latine les succès de l'agriculture scientifique européenne basée sur les progrès de la chimie. Cela s'est notamment traduit par la création d'une génération d'instituts d'agronomie tels que l'Institut d'agronomie de Campinas, fondé en 1887 par l'empereur Pierre II, ou encore la Station expérimentale agricole de Tucumán, ces deux cas liés à la production de canne à sucre démontrant au passage que la création d'instituts de recherche n'était pas cantonnée aux grands centres urbains.

6. Il s'agissait d'acheter les appareils pour réaliser les expériences de courant alternatif et continu, et de monter la batterie d'accumulateurs et les cadres de distribution, ainsi que le compresseur d'air et les liquéfacteurs (Pyenson, 1985).

Par ailleurs, il est important de souligner que même dans le domaine de l'agronomie, discipline souvent considérée dans la littérature comme relativement moins internationalisée que d'autres champs de la connaissance, on trouve déjà à cette époque des réseaux scientifiques et des marchés dynamiques ouverts à la concurrence internationale (Tagashira, s. d.).

1.3 1920-1950, les interactions entre les sciences nationales et l'« internationalisation libérale ». Première phase : les partenariats avec le centre

Dans la première moitié du XX^e^ siècle, les pays du Cône Sud avaient un avantage par rapport aux autres pays latino-américains (à l'exception du Costa Rica en Amérique centrale [7]) : leur population était alphabétisée. En effet, l'Argentine, l'Uruguay et – dans une moindre mesure – le Chili avaient mis en place des programmes d'enseignement primaire et secondaire pour l'ensemble de la population. Les valeurs héritées du positivisme et liées au sécularisme telles que la bonne citoyenneté, le républicanisme et la véracité scientifique étaient au menu des programmes scolaires. Parallèlement, les *migrations massives* en provenance d'Europe (surtout d'Espagne et d'Italie) qu'ont connues ces pays depuis la fin du XIX^e^ et durant la première moitié du XX^e^ siècle se sont traduites par une augmentation des classes moyennes puis par des processus d'incorporation à la citoyenneté. Les descendants de ces immigrants s'intègrent à la société, et à partir des années 1930 et 1940 viennent grossir les rangs des universités argentines, mexicaines et brésiliennes. La période de l'entre-deux-guerres a été marquée par une profonde transformation des sociétés latino-américaines, accompagnée d'une amélioration des conditions de vie de la population dans plusieurs pays de la région [8]. La science expérimentale s'est alors développée dans certains centres de la région, souvent sous la forte influence de professionnels étrangers et avec la coopération de pays développés.

Les premiers précurseurs « nationaux » de certains domaines scientifiques étant parvenus à institutionnaliser leurs disciplines, on peut désormais parler de l'installation de nouvelles « traditions scientifiques » locales. Certains cas paradigmatiques en illustrent bien les modalités, tels que celui de la naissance de la physiologie expérimentale. Il s'agit plus généralement de la recherche biomédicale en Argentine, incarnée par le parcours de Bernardo Houssay (prix Nobel de médecine en 1947), qui a créé les premiers laboratoires de physiologie à l'Université de Buenos Aires en 1917. Houssay a jeté les bases expérimentales d'un modèle de recherche « de laboratoire » (Cueto, 1994) rompant avec les pratiques jusqu'alors dominantes et caractérisées par la recherche bibliographique et la reproduction d'expériences déjà réalisées dans les laboratoires de métropole. Houssay, comme beaucoup d'autres « pionniers », s'était attaché à développer différents réseaux internationaux, particulièrement en Europe (France et

7. Le Mexique constitue quant à lui un cas particulier. Saldaña (1993) souligne le fait que, bien qu'il y ait eu sous la Présidence de Porfirio Diaz (1876-1910) d'indéniables progrès dans la qualité de l'enseignement, *cela n'a pas modifié substantiellement le taux d'alphabétisation*, qui n'a que très peu augmenté au cours de cette période. Il a fallu attendre plusieurs décennies pour que l'alphabétisation massive atteigne effectivement les différentes couches sociales de la population mexicaine.

8. En 1918, Buenos Aires était la deuxième ville de la côte atlantique après New York. À l'exception des centres d'importation et de distribution commerciale tels que la Hollande et la Belgique, aucun autre pays dans le monde n'importait autant de biens par habitant que l'Argentine (Vessuri, 1997).

Angleterre) et aux États-Unis, ce qui lui a permis d'envoyer ses élèves à l'étranger durant des périodes variables et, aspect non négligeable, de faire valoir sa reconnaissance internationale dans son propre pays (Buch, 2006). Au cours des décennies suivantes, ce qu'il était convenu d'appeler la « tradition Houssay » a été perpétuée par ses élèves, au sein de différentes institutions et sous-disciplines (biochimie, bactériologie, biologie cellulaire, etc.), aussi bien en Argentine même (Córdoba, Rosario, Tucumán) que dans d'autres pays.

Un autre cas a retenu l'attention des historiens. C'est celui d'Alfonso Luis Herrera et de son rôle dans le développement de la biologie et la diffusion des idées darwiniennes au Mexique. Herrera a créé en 1917 la Direction des études biologiques (rattachée au ministère du Développement et devenue en 1929 l'Institut de Biologie de l'Université Nationale Autonome du Mexique, UNAM). Toutefois, sous l'impulsion d'Isaac Ochotarena (opposé à Herrera), une perspective plus descriptive et taxonomique qu'expérimentale s'y est finalement imposée (Ledesma, 2009). En revanche, parmi les institutions ayant développé des recherches plus « modernes », dans la lignée de celles de Buenos Aires et Rio de Janeiro, on peut mentionner l'École nationale de sciences biologiques, créée en 1936 par le Président mexicain Lázaro Cárdenas et où se développa la recherche en bactériologie et parasitologie. À partir de 1939, cette école a reçu un grand nombre de scientifiques exilés de la Guerre civile espagnole (Fortes y Lomnitz, 1991). Quelques années plus tôt, en 1916, on avait créé l'Institut de bactériologie de Buenos Aires, rattaché au département national d'Hygiène, véritable précurseur de la recherche biomédicale en Argentine et qui, sous la direction du bactériologue autrichien Rudolf Krauss, a compté dans ses rangs de jeunes chercheurs qui allaient devenir célèbres : Arturo Neiva, issu de l'Institut Oswaldo-Cruz, le biochimiste Alberto Sordelli, l'oncologue Ángel Roffo, et bien sûr Bernardo Houssay (Estébanez, 1996).

Au cours de ces années, le domaine agricole a également eu son lot de créateurs de disciplines qui ont laissé leurs marques. Les travaux de Salomón Horovitz lui ont valu le surnom d'« homme du maïs de l'Argentine » auprès des collègues de la région, car il était considéré comme le pionnier de la génétique moderne et de la phytotechnie du maïs en Argentine, même si l'impact pratique de ses travaux sur la production locale a été amoindri par les circonstances politiques qui l'ont poussé à émigrer, entraînant ainsi la perte d'une grande part des résultats de vingt ans d'efforts continus d'une recherche prolifique [9]. En revanche, au Venezuela, son pays d'adoption, il a fait école et instauré une manière de penser et de travailler dont les succès matériels ont été une source de fierté pour les agronomes vénézuéliens (Vessuri, 2005).

Cela dit, le transfert de connaissances n'a pas toujours été sans poser de problèmes. En ce qui concerne le maïs, par exemple, une controverse fait rage au Mexique depuis plus de soixante ans, opposant d'un côté Edwin Wellhausen et ses hybrides de maïs, soutenu par la fondation Rockefeller, et de l'autre Edmundo Taboada et des col-

9. Lorsque Juan Perón était apparu sur la scène politique nationale, Horovitz avait signé avec d'autres professeurs d'universités argentines (comme Houssay lui-même, parmi tant d'autres) un manifeste contre le gouvernement *de facto*. Suite à l'élection de Perón, il a dû renoncer à ses activités à la faculté des Sciences de l'UBA et à son poste de directeur de l'Institut de Santa Catalina. Dans ces circonstances, il a accepté une invitation du Venezuela, où il s'est installé définitivement et où il a mené une deuxième carrière professionnelle (Vessuri, 2003).

lègues mexicains, dont les variétés sont génétiquement stables et similaires à celles des agriculteurs traditionnels mais dont la sélection est rationalisée (Arellano, 2005) [10].

⋆

Au cours de cette période, les recherches dans les différents domaines étaient surtout pratiquées dans des cénacles, autour de figures scientifiques entourées de leurs collaborateurs. Ils travaillaient selon le modèle du « scientifique bricoleur » : ils fabriquaient souvent leurs propres instruments avec les moyens du bord, et œuvraient avec des ressources limitées. Il s'agissait la plupart du temps de personnes issues de milieux aisés, notamment d'oligarchies de propriétaires terriens – comme Luis Leloir ou Eduardo Braun Menéndez en Argentine –, et dont les revenus ne dépendaient pas exclusivement d'une recherche scientifique encore peu professionnalisée [11]. Les engagements idéologiques n'étaient pas nécessairement absents de leurs entreprises. En 1927, Carlos Monge Medrano a organisé une expédition dans les hautes terres du Pérou, où il a confirmé l'existence de mécanismes physiques et physiologiques ayant permis aux populations andines de s'acclimater, au fil des siècles, à la basse pression en haute altitude. Cette expédition a marqué le début de la physiologie expérimentale au Pérou, une histoire où se mêlaient les idées scientifiques et les motivations nationalistes. Au sein de ce petit groupe de chercheurs qui a réalisé un travail original dans un pays où la tradition scientifique restait marginale par rapport aux centres mondiaux de la connaissance, deux styles se sont imposés : celui de Monge, qui cherchait davantage à démontrer la spécificité andine, et celui d'Alberto Hurtado, plus orthodoxe dans son approche expérimentale (Cueto, 1989).

Un aspect important de cette période est lié à la structure des relations internationales. Les leaders des différents champs de recherche avaient l'habitude d'envoyer leurs élèves étudier un certain temps dans les centres de recherche des pays les plus développés afin d'élargir leurs horizons thématiques, d'apprendre de nouvelles techniques, etc. Ces relations prenaient la forme de contacts individuels et souvent informels, avec de bonnes marges de négociation (en fonction du capital symbolique détenu par le leader local) et un faible – voire nul – soutien financier de la part des autorités politiques du pays de l'étudiant. Ces relations se sont avérées pourtant cruciales pour la consolidation des élites scientifiques locales, qui les ont développées dans la perspective d'un certain cosmopolitisme caractérisant les centres de recherche les plus actifs et « modernes » de la région, avec le soutien des pays les plus avancés.

Quoi qu'il en soit, on peut dire qu'à cette période, la coopération scientifique des pays développés était déjà bien organisée. Entre 1930 et 1960, les sciences agricoles en Amérique latine ont connu une transformation radicale. Un acteur et une institution en particulier ont joué un rôle clé dans ce processus, nous laissant un témoignage

10. Ces derniers temps, étant donné les conditions de production paysanne dans le pays, de nombreux agronomes et écologues en sont venus à réclamer une non-intervention des sciences et des technologies modernes dans le domaine des semences, afin de sauvegarder la richesse génétique du maïs – dans les zones dites de conservation *in situ* (Brush et Chauvet, 2004).

11. Luis F. Leloir, médecin argentin et prix Nobel de médecine en 1970, avait besoin pour mettre sur pied son propre institut d'une centrifugeuse réfrigérée. Il a proposé à ses élèves de la fabriquer à l'aide d'une vieille machine à laver et des chambres à air de pneus remplies de glaçons. Ils ont donc fabriqué eux-mêmes cet appareil, ce dont Leloir était très fier (Leloir, 1983 ; Kreimer, 2010a).

significatif : il s'agit de H. M. Miller Jr., fonctionnaire de la fondation Rockefeller, qui au cours de sa mission d'exploration en 1942 a observé les conditions de pauvreté rurale et le manque de légitimité dont souffrait la profession agronomique au sud du Rio Bravo. Il a conçu l'idée d'une stratégie de développement et obtenu de faire de la région une zone d'action prioritaire de la Fondation. La présence de la Fondation et l'influence du modèle de recherche et de développement agricole nord-américain ont joué un rôle très important en Amérique latine durant cette période. De nombreux acteurs travaillant dans le domaine des sciences agricoles de la région ont participé à différents réseaux de collaboration avec les États-Unis liés à l'enseignement, à la recherche et/ou au commerce (Vessuri, 2005 ; Arellano, 2005).

Ces évolutions n'ont pas seulement modifié les relations des sciences avec l'État, l'industrie et la société ; elles ont également transformé la nature même et l'orientation du travail scientifique, ainsi que les conditions de travail et de vie de nombreux scientifiques. Les valeurs véhiculées au sein de l'appareil scientifique et de l'éthique de la recherche, et qui allaient de pair avec une certaine éthique de vie, ont évolué parallèlement à la notion de public et de privé. On est passé d'une certaine vision de l'État garant du bien collectif à une quête de profit individuelle, et plus généralement à l'individualisation de la réussite et au développement de la concurrence.

1.4 1950-1990, le développementalisme et ses contradictions. Vers la « *Big Science* [12] »

À partir des années d'après-guerre, l'Amérique latine a connu de nouvelles transformations, pour la plupart liées à l'émergence de théories et de gouvernements partisans du développementalisme et à l'étape d'industrialisation par substitution aux importations (ISI). Le grand théoricien de l'économie Hirschman (1968) estime que ce processus a été marqué par quatre caractéristiques : (a) les conséquences de la guerre (pénurie de biens importés) ; (b) les problèmes de balance de paiements ; (c) la croissance des marchés intérieurs (résultat de l'augmentation des exportations de la période antérieure de « développement vers l'extérieur ») ; et (d) les politiques publiques de développement.

Le développement scientifique et technologique a alors été adopté comme un des moteurs du développement économique. Des politiques publiques dans le domaine des sciences et technologies ont été mises en place sous la double forme de « politiques pour les sciences » et de « politiques par les sciences » (Salomon, 1970 ; Velho, 2011 ; Feld, 2015).

Cependant, l'émergence du développementalisme a eu lieu à une époque marquée par de sérieux conflits, dus en grande partie à la radicalisation des projets révolutionnaires et des critiques envers la démocratie formelle, au nom de la démocratie réelle ou effective. De fait, il y avait à l'époque une croyance généralisée dans l'inéluctabilité du socialisme, fortement influencée par la Révolution cubaine de 1959, et partagée non seulement par les intellectuels et sympathisants de gauche, mais aussi par ceux-

12. « *Big Science* » : en histoire des sciences, cette notion désigne les nouveaux modes d'organisation de la recherche scientifique issus de la Seconde Guerre mondiale, reposant sur des projets à grande échelle, financés par un ou plusieurs États. Voir notamment Price (1963).

là mêmes qui craignaient la révolution (c'était notamment le cas d'emblématiques leaders américains tels que Robert Kennedy, ainsi que d'une bonne partie de l'opinion publique) (Gilman, 2003).

Au cours de ces années, on a vu naître en Amérique latine différentes réflexions sur le rôle des sciences et des technologies dans les processus de développement socio-économiques de la région, qui ont eu d'importantes répercussions sur la manière de penser ces questions au cours des décennies suivantes [13]. Ces réflexions s'inscrivaient dans une double perspective : d'un côté, il y avait un certain « malaise », partagé par des mouvements contemporains en Europe et aux États-Unis (généralement qualifiés de mouvements « anti-science »), face au lien évident entre le développement capitaliste et le recours intensif à la connaissance scientifique, au service d'un modèle de développement considéré comme pervers sous bien des aspects [14]. De l'autre, on dénonçait le manque de connexion entre la recherche scientifique et le développement techno-économique comme étant propre aux pays en voie de développement. Pour illustrer les premières conceptions, plus radicalisées, on peut citer les travaux de Varsavsky, qui considérait que :

> L'histoire [des sciences] nous est présentée comme un développement linéaire, sans alternatives voulues ou possibles, avec des étapes qui se seraient succédées dans un ordre naturel et spontané et qui auraient nécessairement débouché sur les sciences actuelles, héritières indiscutables de tout le passé, dont l'évolution future est imprévisible mais certainement grandiose, à condition que personne n'interfère avec leur moteur fondamental : la liberté de la recherche (ceci doit être dit d'un ton solennel). Il est donc naturel que tout aspirant scientifique doive regarder avec révérence vers cette Mecque du Nord… (Varsavsky, 1969.)

Comme alternative, il préconisait une « science politisée » mettant de côté les impératifs d'objectivité et de neutralité :

> La mission du scientifique rebelle est d'étudier, avec le plus grand sérieux et en utilisant toutes les armes de la science, les problèmes du changement de système social, dans toutes ses étapes et dans tous ses aspects, théoriques et pratiques. Voilà ce que j'appelle faire de la « science politisée ». (Varsavsky, 1969.)

D'autres auteurs se sont quant à eux employés à chercher la meilleure manière de mobiliser les sciences pour obtenir un développement autonome des nations latino-

13. On peut parler en gros de l'émergence d'une « pensée latino-américaine en science et en technologie » (Dagnino *et al.*, 1996, Martínez Vidal et Marí, 2002, Feld *et al.*, 2012), représentée par différents auteurs, qui partageaient une préoccupation commune vis-à-vis du rôle des sciences et des technologies, même si leurs approches, diagnostics et modalités d'intervention étaient différentes.

14. Dutch (2002) fait une bonne synthèse des arguments qui ont mobilisé les mouvements anti-science dans les années 1960 et 1970 : (1) *Science and technology are out of control* ; (2) *Science and technology force workers into degrading and monotonous jobs* ; (3) *Technology forces people to consume unnecessary goods and services* ; (4) *Science and technology place decision-making in the hands of a technocratic elite* ; (5) *Science and technology cut man off from the natural world* ; (6) *Science and technology make man superficial* ; (7) *Technology creates worse problems than it solves* ; (8) *Science and technology restrict freedom* ; (9) *The scientific world-view robs the world of mystery and beauty.*

américaines, et combler ainsi la « brèche » qui les séparait des pays les plus développés. L'un des plus connus d'entre eux est sans aucun doute Jorge Sábato, qui proposait, entre autres choses, d'analyser ces questions en fonction du fameux modèle du « triangle » gouvernement – entreprises – infrastructures scientifico-techniques (Sábato et Botana, 1968). Le problème central était alors la désarticulation des sommets du triangle qui, avec les conceptions prédominantes des sciences et des technologies, faisaient que les pays latino-américains restaient extrêmement dépendants des technologies importées tout en continuant à s'efforcer de développer des systèmes scientifiques « non intégrés ». Jorge Sábato, comme beaucoup de ses contemporains (Constantino Vaitsos, Amilcar Herrera, José Leite Lopes, Enrique Oteiza et Francisco Sagasti, Jorge Katz, entre autres), s'est attaché à explorer plusieurs voies pour surmonter ces difficultés. Il dénonçait notamment l'absence de barrières douanières régulant les importations de technologie des pays centraux, la faiblesse de l'acheteur face au vendeur (déterminant l'achat d'« ensembles complets » de technologie), et préconisait la création de véritables « fabriques de technologie » plutôt que de simples laboratoires, ainsi que l'utilisation des entreprises d'État comme outil pour le développement technologique [15].

Parallèlement, deux autres sujets se sont retrouvés au centre des préoccupations de ces années-là. D'un côté, on a commencé à considérer l'émigration de scientifiques et d'ingénieurs comme un fait qui faisait problème (ce qui a alors été désigné comme « la fuite des cerveaux », ou *brain drain*, Oteiza, 1969). De l'autre, on a pris conscience de la nécessité de mettre en place des instruments spécifiques de planification, et des politiques de sciences et technologie (Sagasti, 1972), un sujet que nous allons voir ci-dessous.

⋆

Dans les années 1950 et 1960, l'Amérique latine a vu naître différentes institutions destinées à mettre en œuvre ces politiques de sciences et technologies. C'est ainsi qu'ont notamment été créés le Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) au Brésil en 1951, le Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) en Argentine en 1958, le CONICYT en Uruguay en 1961, le CONICYT au Chili et le CONICIT au Venezuela, tous deux en 1967, et le CONACYT au Mexique en 1971 (avec pour antécédent la création de l'Instituto Nacional de la Investigación Científica [INIC] en 1950).

Plusieurs acteurs ont participé à la création de ces instituts : des groupes d'éminents scientifiques (souvent réunis dans des « Sociétés pour le progrès de la science » ou autres associations similaires), qui souhaitaient pouvoir disposer d'instruments de promotion des activités de recherche dans leurs pays respectifs, à l'image de ce qu'ils avaient observé au cours de leurs séjours ou voyages dans des pays développés, mais

15. Sábato (avec Mackenzie, 1982) souligne le fait que « la technologie n'est pas neutre : elle transmet les valeurs et les rapports de production dominants au sein de la société dont elle est issue. Par conséquent son importation sans la moindre restriction préalable – particulièrement au sein du système actuel de propriété industrielle et sans législation appropriée sur les investissements étrangers – conduit à une concentration du pouvoir économique et politique dans les pays exportateurs et à une aliénation sociale et culturelle des pays importateurs à travers la "reproduction" des valeurs importées ».

aussi des agences internationales, notamment la Division de la politique scientifique de l'UNESCO et le Département des affaires scientifiques de l'OEA, qui ont encouragé l'organisation de réunions et de séminaires périodiques (CACTAL, CASTALA et CACTALAC, entre autres), tout en assurant la diffusion des principaux modèles institutionnels en vigueur dans les pays centraux [16].

En règle générale, il s'agissait d'organismes ayant une conception de la science « neutre mais contrôlée » (Velho, 2011) et poursuivant deux principaux objectifs : d'une part, stimuler la formation de « masses critiques » dans différents domaines de la connaissance encore insuffisamment développés, en mettant l'accent sur l'équipement des laboratoires et sur la participation à des événements internationaux, à l'aide de mécanismes institutionnels de répartition des ressources, basés notamment sur l'évaluation des pairs ; d'autre part, d'une manière plus rhétorique que réelle, encourager le développement de politiques visant à adapter la recherche scientifique au développement local. S'il apparaît évident que le premier objectif a été en partie atteint, comme nous le montrerons plus bas, il n'en va pas de même pour le second, qui n'a pas connu de progrès significatifs, si ce n'est à travers quelques expériences isolées [17]. Bien que la question soit complexe et qu'elle ait fait l'objet de nombreux débats, on peut néanmoins supposer que ces résultats décevants sont essentiellement dus à l'existence d'un modèle basé sur une conception trop « orientée vers l'offre et linéaire », le problème étant qu'une fois certaines conditions réunies pour la production d'une « connaissance d'excellence », il s'avérait difficile de trouver les mécanismes adéquats pour assurer un transfert effectif vers les secteurs productifs.

Les universités publiques étaient la pièce maîtresse du modèle adopté par les politiques nationales de sciences et technologies, pour ne pas dire les seules institutions auxquelles elles semblaient s'appliquer. Bien que le modèle général d'industrialisation (correspondant, on l'a vu, à une « industrialisation par substitution aux importations », ISI) n'ait pas toujours stimulé l'émergence de programmes de R&D dynamiques, l'université et la recherche gouvernementale n'en ont pas moins gagné en importance dans certains domaines, surtout à partir des années 1950. L'objectif était de développer une infrastructure scientifico-technique en supposant, souvent de manière implicite, qu'une fois la masse critique atteinte, la recherche scientifique pourrait automatiquement compter sur l'entreprise locale pour exploiter les matières premières et autres ressources, et ainsi augmenter la production et la productivité. Or cela n'a pas été le cas, bien au contraire : le fossé n'a fait que se creuser entre certains secteurs dynamiques et formalisés, souvent intégrés à des réseaux internationaux, et le gros de la population, laissé pour compte (Vessuri, 1998).

Au cours de cette période, une fracture est également apparue au sein même des communautés scientifiques, entre certaines élites très actives, dotées de moyens consé-

16. Oteiza (1992) a qualifié ce processus de « transfert de modèles institutionnels ». Pour une analyse des différentes réunions latino-américaines organisées dans les années 1960 et 1970, voir Feld (à paraître), et pour le rôle de l'UNESCO, Davyt et Barreiro (1999).

17. Parmi les expériences « réussies » on mentionne souvent le développement de l'aéronautique au Brésil, lié au groupe Embraer, la production nucléaire en Argentine, avec l'expérience de l'INVAP, la salmoniculture et l'industrie du saumon au Chili, ainsi que la synthèse de la cortisone à partir de la diosgénine, un phytostéroïde contenu dans les racines de plantes mexicaines, réalisée par Syntex, SA, une firme pharmaceutique mexicaine qui a rejoint le groupe Roche en 1994.

quents et entretenant des liens étroits avec leurs pairs des pays centraux, et une portion de chercheurs ayant moins de possibilités de développement et décidant souvent, par stratégie, de générer des connaissances orientées vers des activités locales, par exemple dans le domaine des sciences agricoles. Par ailleurs, de plus en plus d'étudiants, surtout dans les grands pays, choisissaient désormais de faire leur doctorat sur place plutôt qu'à l'étranger, s'y rendant plutôt pour le post-doctorat. Les relations internationales des élites scientifiques latino-américaines peuvent être considérées comme une forme d'« intégration subordonnée » (Kreimer, 1998). Selon ce schéma, les chercheurs entament des relations avec leurs pairs des pays développés (où ils ont passé leurs doctorats ou des séjours de post-doctorants), avec lesquels ils travaillent en collaboration, mais leur marge d'autonomie reste limitée, car placés dans une relative position de faiblesse, ils doivent négocier les sujets et les méthodologies avec leurs collègues. Même s'ils parviennent à s'intégrer dans des projets de recherche, leurs activités, malgré un haut degré de sophistication, n'en restent pas moins partielles au regard de la complexité des sujets étudiés, et relativement routinières, voire « hyper-normales » (Lemaine, 1980) [18]. Ainsi, la vision d'ensemble de tout un champ de recherches, et par conséquent le véritable contrôle cognitif de ce champ, restent l'apanage des laboratoires des pays développés qui – et ce n'est pas un détail anodin – sont également ceux qui entretiennent des relations fluides avec les entreprises ayant les capacités d'industrialiser ces connaissances.

Même si les domaines scientifiques sont des espaces hétérogènes dont la logique ne saurait être réduite à une seule rationalité, force est de constater que l'ensemble des pratiques scientifiques ont été sérieusement altérées dans plusieurs pays d'Amérique latine par l'irruption de gouvernements militaires répressifs et autoritaires à partir des années 1960 (au Brésil en 1964, en Argentine en 1966 et 1976, au Guatemala en 1970, en Bolivie en 1971, en Équateur en 1972, au Chili et en Uruguay en 1973, entre autres). Ces régimes ont orchestré la persécution de chercheurs et d'intellectuels, de sorte que beaucoup d'entre eux ont dû s'exiler, générant un type particulier de fuite des cerveaux (Gaillard, 1997 ; Kreimer, 1997 ; Docquier *et al.*, 2007) [19].

Parallèlement aux exils forcés, les chercheurs qui sont restés au pays pour y poursuivre leur travail ont également été soumis à de fortes restrictions. Toutefois, les situations variaient beaucoup d'une discipline à l'autre, et au sein même de chaque discipline. Ainsi, par exemple, alors que de nombreux physiciens étaient pourchassés au Brésil (où l'on a mis en retraite forcée de très prestigieux scientifiques tels que

18. Le cas le plus illustratif est sans doute celui d'un chercheur argentin qui, alors qu'il réalisait son post-doctorat à Oxford, a participé à une découverte cruciale : le « *splicing* alternatif », c'est-à-dire la capacité d'un gène à synthétiser plus d'une protéine, ce qui remet en cause le « dogme central de la biologie moléculaire ». À son retour en Argentine, il a continué à travailler durant des décennies sur cette protéine, devenant une référence mondiale et, depuis les années 1990, le scientifique argentin le plus prestigieux. Toutefois, entre-temps, le laboratoire anglais a découvert une douzaine de protéines similaires ayant la même propriété. Ainsi, bien que ce chercheur ait généré une connaissance « d'excellence » et de précieux apports, le contrôle cognitif du phénomène biologique n'en reste pas moins monopolisé par Oxford (Kreimer, 2010a).

19. Paradoxalement, certains pays latino-américains ont « bénéficié » de la réception de chercheurs expulsés de leurs pays d'origine. C'est notamment le cas du Mexique, où se sont réfugiés de nombreux scientifiques chiliens et argentins, et – dans une moindre mesure – les cas du Venezuela et du Costa Rica, qui ont accueilli des communautés entières au cours de ces années-là (c'est ainsi qu'un important groupe de mathématiciens uruguayens est venu s'installer à Caracas à partir de 1973). En ce qui concerne le cas particulier de l'Uruguay, voir Barreiro y Velho (1997).

Mário Schenberg, José Leite Lopes et Jayme Tiomno, parce qu'ils s'étaient montrés critiques envers le régime), en Argentine et au Chili, bien qu'il y ait eu des scientifiques assassinés et d'autres poussés à l'exil, les autorités ont encouragé et soutenu financièrement le développement de la recherche en physique nucléaire, ce qui n'a pas manqué de générer des conflits entre les chercheurs, certains dénonçant l'utilisation « non pacifique » qui pouvait être faite des développements de ces recherches (Freire Jr., 2007). En Argentine, le président de la Commission nationale de l'énergie atomique (l'amiral Castro Madero) a protégé plusieurs chercheurs des persécutions des militaires, privilégiant leurs activités de recherche, même si cet épisode fait encore l'objet d'une controverse (Hurtado, 2011). De même, dans le domaine de la recherche biomédicale, on observe simultanément des ruptures et des continuités de traditions scientifiques, certains groupes ayant continué à travailler durant ces années en prétendant rester « éloignés » des préoccupations politiques ; de fait, en Argentine, le premier institut consacré à la biologie moléculaire a été créé en 1981, en pleine apogée du gouvernement militaire (Kreimer, 2010a).

Le cas du Brésil est illustratif car dès le début il y a eu une tension entre d'une part, des politiques économiques qui cherchaient à développer le commerce et à attirer les entreprises et les capitaux étrangers, et d'autre part, une volonté d'autosuffisance et un nationalisme présents au sein d'une partie de la communauté technologique, aussi bien civile que militaire (Botelho et Schwartzman, 1997). Ainsi, alors même que le gouvernement retirait son soutien financier à la recherche universitaire en général, les dépenses en sciences et technologies ont augmenté au cours des années 1970 dans les institutions de recherche considérées comme stratégiques, telles que le Centro de Tecnología Aeroespacial da Força Aérea (CTA), l'Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), la Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), l'Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), le Centro de Pesquisas da Petrobras (CENPES), le Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Eletrobras CEPEL) et le Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Telebrás (CPqD) (*ibid.*, p. 348).

Par ailleurs, il ne fait aucun doute que c'est le domaine des sciences sociales qui a été le plus affecté par les dictatures militaires : des programmes entiers ont été démantelés et la plupart des chercheurs ont été taxés de « dangereux » par les différents régimes, ce qui a provoqué une crise profonde au sein de ce champ de recherche dans plusieurs pays, surtout au cours des premières années de gouvernement militaire. La cible principale de ces persécutions étant les universités et les centres publics de recherche, au fil des ans des « mécanismes de défense » se sont mis en place. C'est ainsi que face à la politique répressive en vigueur au Chili, en Uruguay et en Argentine, plusieurs centres indépendants ont été créés – ou consolidés dans certains cas –, une stratégie de préservation qui s'est avérée assez efficace. Il s'agit là, selon Trindade, d'une « situation paradoxale extrême » (Trindade *et al.*, 2007). Certains organismes régionaux ou internationaux tels que le CLACSO (Conseil latino-américain de sciences sociales), le FLACSO (Faculté latino-américaine de sciences sociales) ainsi que des institutions privées ont servi de lieux de refuge pour les sciences sociales [20]. De fait,

20. Parmi les centres de recherche de l'époque, on peut mentionner, pour l'Argentine, le Centro de Estudios sobre el Estado y la Sociedad (CEDES), le Centro de Estudios Urbanos Regionales (CEUR) et le Centro de Investigaciones Sociales sobre el Estado y la Administración (CISEA), pour l'Uruguay le Centro

le CLACSO a développé au cours de ces années un programme spécifique d'aide aux scientifiques persécutés et/ou exilés (Bayle, 2008). Au Brésil aussi, la politique répressive a entraîné l'apparition de différents centres indépendants, même s'ils ont joué un rôle moins important que dans les autres pays de la région. Quoi qu'il en soit, face à une telle situation dans les pays du Cône Sud, une bonne partie du développement des sciences sociales a été transférée au Mexique et, dans une moindre mesure, au Venezuela (Trindade *et al.*, 2007).

Avec le retour des démocraties dans les années 1980, une nouvelle étape a commencé, marquée par le retour de nombreux scientifiques exilés et un essor des activités scientifiques, tandis qu'émergeait, au même moment, le paradigme des politiques d'innovation promu dans le monde entier par l'OCDE et sur le plan régional par la BID et la Banque mondiale, ouvrant la voie à de nouvelles problématiques.

2 L'histoire plus récente : croissance, tensions et enjeux

Dans cette deuxième partie, nous examinerons les problèmes qui se sont posés ces dernières années, et notamment les tensions entre l'apparition d'une nouvelle division internationale du travail scientifique (Kreimer, 2010b) associée à une globalisation croissante, et les perspectives nationalistes (parfois même fondamentalistes) qui s'expriment dans certains pays. Nous analyserons également la reconfiguration des domaines scientifiques émergents face à de nouveaux défis tels que la protection de l'environnement ou les connaissances liées aux nanosciences, aux biotechnologies, aux neurosciences et à la diffusion des TIC. Enfin, nous réfléchirons sur la nature des rapports entre les sciences et la société, sur le rôle des connaissances au sein de ces sociétés et sur les positions de différents secteurs de la population face à la technoscience.

2.1 De l'intégration subordonnée « classique » aux méga-réseaux et à la « globalisation forcée »

L'évaluation de la recherche et la subordination au système international dans la nouvelle gouvernance des systèmes

À mesure que la recherche scientifique s'institutionnalisait en Amérique latine en tant qu'activité d'intérêt national, les systèmes nationaux de recherche se « professionnalisaient », instituant un mécanisme d'évaluation par les pairs au sein des différentes activités, une évaluation de plus en plus souvent basée sur des « normes de références » telles que celle de *Web of Science*, ou *Scopus*, afin de donner une meilleure visibilité internationale à la production locale de connaissances. La plupart des pays ont intégré dans les institutions existantes ces nouveaux modèles d'évaluation, ou créé de nouveaux espaces institutionnels pour s'y appliquer [21]. Cette décision porte aussi

Interdisciplinario de Estudios Sociales del Uruguay (CIESU), le Centro de Investigación y Experimentación Pedagógica (CIEP) et le Centro Latinoamericano de Economía Humana (CLAEH), pour le Brésil le Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (CEBRAP) à São Paulo, et pour le Chili, le Centro de Investigaciones y Estudios de la Planificación (CIEPLAN) et Instituto Chileno de Estudios Humanísticos (ICHEH), parmi d'autres.

21. Parmi les initiatives les plus importantes, on peut mentionner la modernisation de la Capes (*Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior*) au Brésil, une institution créée en 1951, transformée en fondation et entièrement réorganisée en 1992 (Maccari *et al.*, 2008) et la création de la CONEAU (Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria) en Argentine en 1995. Quelques

des conséquences sur la manière dont sont établis les agendas de recherche dans la région.

Une réponse alternative à ce problème est le concept du « libre accès », ou « accès ouvert », qui a d'ores et déjà été intégré aux pratiques de publication des chercheurs de différentes institutions de recherche intensive. La numérisation et l'essor des réseaux ont permis la création de nombreuses revues en ligne qui ont adopté des stratégies de libre accès afin d'augmenter leur visibilité. Cette tendance a par ailleurs stimulé le développement à grande échelle de bases de données régionales non commerciales, telles que SciELO et RedALyC. L'Amérique latine est la région du monde où l'on utilise le plus le modèle de publication en libre accès [22]. Il convient néanmoins de préciser que ces initiatives ont eu un impact beaucoup plus important sur les sciences sociales que sur les sciences exactes ou naturelles, pour lesquelles les normes des grandes maisons d'édition internationales continuent de prédominer et, bien qu'Internet ait ouvert de nouvelles voies à la collaboration et à la diffusion, la publication d'un article dans une revue arbitrée reste le gage de reconnaissance scientifique par excellence [23].

Au cours de la dernière décennie, les classements internationaux ont acquis une grande visibilité. Leur succès repose en bonne partie sur le fait qu'ils donnent aux décideurs et à l'opinion publique l'impression d'offrir une évaluation intégrale, exhaustive et objective de la qualité des institutions [24]. Toutefois, leur utilisation – de même que celle du *Science Citation Index* de Thomson-Reuters et du *SCI Journal Impact Factor* – en tant que norme de référence pour évaluer la qualité et le prestige international d'une revue et mesurer l'impact de ses publications, n'en fait pas moins l'objet d'une controverse.

Par ailleurs, les processus d'internationalisation de la recherche sont devenus une préoccupation, pour ne pas dire une obsession. Ainsi la plupart des pays ont-ils mis en place des mécanismes visant à encourager la coopération internationale dans tous les domaines scientifiques, jetant les bases d'un nouveau type de coopération incluant des régions qui jusqu'alors n'étaient pas considérées comme prioritaires, notamment la Chine et l'Inde, et plus généralement les fondements d'une collaboration Sud-Sud, comme le soulignent Feld *et al.*, qui font cependant remarquer :

années plus tôt avaient été créés le SNI (Sistema Nacional de Investigadores) au Mexique (1984) et le PPI au Venezuela (1990).

22. La proportion des publications en libre accès par rapport à l'ensemble des revues indexées d'Amérique latine est élevée et les DOAJ (*Lund's Initiative of the Directory of Open Access Journals*) y enregistrent le plus fort taux de croissance (Brage, 2011 ; Vessuri *et al.*, 2014).

23. Selon ce système, les revues sélectionnées pour être indexées appartiennent essentiellement à de grands groupes d'édition basés dans les pays occidentaux. En 2004, selon l'indice dominant de l'ISI, les quatre principaux pays produisaient 84 % des articles, tandis qu'à l'opposé 163 pays ne représentaient que 2,5 % des articles indexés (King, 2004). Cela aurait moins d'importance si ces indices n'étaient considérés par beaucoup de pays de la région comme étant la référence par excellence dans le monde de la recherche pour déterminer les classements des universités globales, comme celui du *Times Higher Education*, qui prétendent constituer l'instrument de mesure fondamental du succès institutionnel.

24. Il s'agit en réalité de systèmes de classement hiérarchiques et non de systèmes d'information, de sorte qu'ils ne produisent pas d'éléments de jugement valides sur les performances des universités, y compris dans les domaines et les indicateurs qui les composent, et qu'ils permettent encore moins de faire des comparaisons longitudinales sur les progrès et les régressions sur le long terme. Dans le meilleur des cas, ils offrent des comparaisons basées sur les sommes pondérées d'un ensemble limité d'indicateurs, souvent associés à la circulation internationale des produits de recherche. Ces classements d'universités ne prennent pas en compte l'ensemble des contributions ni la performance de chaque institution dans son intégralité.

> On peut se demander si ces changements institutionnels – du moins dans la rhétorique et sur le papier – constituent des transformations durables ou s'ils représentent simplement l'adoption des politiques de S-T par les partis politiques, auparavant dominés par la « scientocratie ». (Feld *et al.*, 2013.)

2.2 La révolution instrumentale

Au cours des deux décennies qui ont suivi la Seconde Guerre mondiale, de nombreux champs disciplinaires ont été profondément transformés par la *révolution instrumentale*, aussi bien dans le domaine de la physique nucléaire que de la chimie et la biologie. Un nombre croissant d'étudiants boursiers partis faire des études avancées à l'étranger dans les années 1960 et 1970 ont œuvré en faveur de l'introduction d'une instrumentation de pointe dans leurs institutions d'origine, afin de pouvoir l'utiliser une fois rentrés au pays et y poursuivre des programmes de recherche compétitifs. C'est ainsi qu'ont été introduits en Amérique latine la spectroscopie ultraviolet et infrarouge, la spectroscopie de masse, la résonance magnétique nucléaire, la diffraction de rayons X et, plus tard, les ordinateurs pour le développement de la catalyse et d'autres disciplines. Parallèlement sont apparus de nouveaux champs de recherche qui allaient devenir prépondérants vers la fin du XX^{e} siècle, tels que la biologie moléculaire, la génétique, la génomique et les biotechnologies ; ces nouvelles disciplines ont affecté de manière transversale des domaines jusqu'alors séparés, tels que les recherches biomédicales, agricoles et pharmaceutiques, pour ne citer que les exemples les plus connus.

Pour mieux observer l'évolution de l'instrumentation, Vessuri et Sánchez (2011) ont étudié sur une période donnée un échantillon de publications de chercheurs vénézuéliens en catalyse afin de déterminer la gamme des instruments et des méthodes expérimentaux dont ils disposaient et qu'ils ont utilisés durant cette période ; cela a permis de mettre en évidence le poids changeant des méthodes et des techniques expérimentaux, tout en soulignant les connexions avec d'autres pays et l'influence du réseau global asymétrique au sein duquel opérait à tout instant la recherche scientifique disciplinaire.

Les recherches sociales sur la technologie ont clairement souligné que lorsqu'on transfère une technologie d'un contexte culturel à un autre, soit elle fonctionne différemment, soit elle cesse de fonctionner [25]. Dans le cas de l'instrumentation scientifique, on constate qu'il existe une sorte de *lingua franca*, les technologies générant ce qu'on pourrait qualifier d'*universalisation pragmatique*, au sein d'une relation dialectique – *via* la standardisation – entre les réseaux nationaux et internationaux de recherche, d'administration et de pouvoir. C'est ainsi que la translocalité de l'instrumentation s'est transformée en un puissant vecteur d'universalisation, engendrant un type d'universalité fondée sur les pratiques. Comme le font remarquer Joerges et Shinn (2001), on peut observer trois sphères d'instrumentation interconnectées : la première dans le monde scientifique, la deuxième dans l'espace de production, et la troisième hors de ces deux champs. Selon ces auteurs, ce qui caractérise avant tout les dynamiques actuelles, c'est l'existence de « communautés de recherche et de technologie » (*research-*

25. Par exemple, J. Katz (1987) ; Bell, M. et Pavitt, K. (1997) ; Kedia et Bhagat (1988) ; Pietrobelli (2000).

technology communities) qui, dans les pays avancés, peut brouiller les frontières entre les différents contextes où se déploient les pratiques, car ce qui compte, c'est davantage l'unité de travail d'un « projet » que l'appartenance à une discipline ou à une institution. Dans les pays latino-américains, en revanche, on observe que ces pratiques d'instrumentation, dans la mesure où elles sont « importées » (et subjectivées par les chercheurs), ne peuvent s'affranchir de contextes fortement diversifiés, conservant la rigidité du régime disciplinaire et des institutions. Ainsi, alors que les espaces se modifient et s'hybrident dans les pays centraux, ils sont reformulés et resignifiés par de fortes structures conservatrices dans les contextes locaux, à quelques exceptions près [26].

2.3 Nouveaux agendas

La Banque interaméricaine de développement (BID) a exercé une influence considérable sur les dynamiques de développement des sciences et technologies depuis les années 1990, opérant comme un puissant *think tank* dont les idées ont d'abord été imposées à la plupart des pays latino-américains bénéficiaires de ses crédits (selon des lignes de travail qui remontent à la fin des années 1970), avant d'être entièrement adoptées à la fin du siècle par les bureaucraties locales chargées des politiques de sciences et technologies et de l'enseignement supérieur (Maldonado, 2000). En effet, en assurant la promotion de politiques d'innovation mettant en œuvre de nouvelles connaissances et modalités à l'échelle internationale, la BID a encouragé de nouvelles formes d'insertion par le biais du développement de nouvelles capacités dans des domaines de pointe tels que la biotechnologie, la biologie moléculaire, l'électronique, les nanotechnologies, la bio-informatique et les nouveaux matériaux, en phase avec les agendas internationaux de recherche de ces années-là. Pour ce faire, elle a signé des contrats en vue de l'octroi de prêts à des conditions spécifiques avec la plupart des organismes nationaux de sciences et technologies des pays de la région, contrats qui dans plusieurs cas ont été renouvelés à trois reprises ou davantage. Jusqu'en 1981, la BID n'avait alloué de crédits qu'aux grands pays (Argentine, Brésil, Mexique), mais à partir de cette année-là elle a commencé à collaborer activement avec la Colombie, le Costa Rica, le Venezuela, le Chili, l'Uruguay et l'Équateur, puis avec le Panama et le Guatemala (Abeledo, 2000). De nouvelles institutions et des fonds spécifiques ont été créés avec le soutien explicite de la BID, tels que le Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR) et le Fondo de Ciencia y Tecnología (FONCYT) en Argentine en 1996 ; au Chili, après le retour de la démocratie, le gouvernement a négocié un emprunt auprès de la BID en poursuivant deux objectifs fondamentaux : (a) la consolidation du FONTEC, un fonds soutenant des projets d'innovation d'entreprises individuelles ou associatives ; et (b) la création du Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF), un fonds affecté aux universités ou instituts technologiques développant des projets en collaboration avec les entreprises (Colodro, 2010).

Les premiers prêts de la BID destinés au secteur des sciences et technologies visaient essentiellement à consolider les infrastructures des instituts de recherche et à assurer

26. Nous avons déjà évoqué les cas emblématiques du constructeur aéronautique Embraer, entreprise publique brésilienne spécialisée dans la production d'avions commerciaux de taille moyenne, et de l'INVAP, entreprise publique argentine qui fabrique des réacteurs nucléaires et des satellites.

la formation de chercheurs par le biais de programmes de bourses, ce qui correspond au paradigme des politiques menées entre les années 1960 et 1980 et s'accorde avec les politiques promues par l'UNESCO. Toutefois, comme le signale l'un de ses anciens fonctionnaires :

> [...] à partir de 1985, la plupart des programmes de sciences et technologies de la BID incluaient des volets visant à financer des activités d'innovation technologique et de recherche et développement au sein d'entreprises privées et à renforcer les liens et les activités conjointes entre les entreprises privées, les universités et les laboratoires de recherche officiels. Dans de nombreux cas, les pays prestataires n'avaient pas d'expérience dans le financement d'activités incluant le secteur privé, de sorte que les programmes financés par la BID ont servi à mettre sur pied de nouveaux programmes pilotes. (Abeledo, 2000.)

Si dans les années 1990 l'une des grandes priorités a été le développement des biotechnologies, fondé sur les compétences acquises par certains pays (Mexique, Argentine, Brésil, Chili et Colombie) en matière de recherche agricole et en biologie moléculaire, héritière de la recherche biomédicale (Kreimer, 2010a), la première décennie du XXIe siècle a quant à elle été marquée par l'accent mis sur les nanotechnologies, sous différentes formes et de manière cependant inégale dans la région. Invernizzi et Foladori (2012) ont mis en évidence le fait que la formation de groupes de recherche internationaux dès les années 2000 a précédé la mise en place de réseaux nationaux, comme en témoigne la grande quantité de publications co-écrites avec des chercheurs de pays industrialisés.

Même s'il s'agit d'un aspect lourd de conséquences pour la région, le changement climatique global n'entraîne pas la convergence des préoccupations chez les responsables politiques latino-américains. Certes les phénomènes climatiques extrêmes occupent une place importante dans les discours des gouvernants en raison des graves conséquences économiques et sociales des éboulements de terrain, tremblements de terre, inondations, etc., mais les priorités varient pourtant d'un pays à l'autre. L'importance géopolitique de la région amazonienne, la biodiversité, l'eau des glaciers, les ressources naturelles du sous-sol sont autant de sujets stimulant la recherche, généralement en fonction d'agendas internationaux préétablis et avec la participation de chercheurs locaux qui fournissent des études sur des aspects observables *in situ* (Future Earth-ICSU, 2013) ; d'autres sujets d'intérêt économique et social sont également étudiés tels que les changements d'occupation des sols, la déforestation ou les inégalités environnementales (Red de Desigualdades, 2011). Dans les pays des Caraïbes, les responsables politiques se préoccupent de plus en plus des tempêtes tropicales et de la hausse du niveau de la mer (Bueno *et al.*, 2008). L'effet du phénomène *El Niño-Oscillation Australe* (ENOS) est un problème de longue date pour les pays situés sur la côte sud du Pacifique, et plus récemment pour le nord-est du Brésil (Collins *et al.*, 2005). Quant aux pays andins, ils s'inquiètent de la fonte des glaciers et de la diminution des ressources en eau nécessaires à l'agriculture, à la consommation humaine et à la génération d'énergie, surtout lors de la saison sèche (Comunidad Andina, 2007).

L'influence des agendas internationaux a d'autres conséquences en termes de recherche et se heurte parfois aux agendas politiques locaux : les pays situés dans la région amazonienne se sont certes engagés dans une série de programmes globaux visant à lutter contre le changement climatique, tels que la « Réduction des émissions liées à la déforestation et à la dégradation forestière » (REDD), ou les « Mécanismes de développement propre » (Skutsch, 2011), mais leurs bienfaits sont faibles comparés aux impacts des mégaprojets brésiliens ou vénézuéliens de centrales hydroélectriques, de barrages, d'autoroutes ou de lignes de chemins de fer, par exemple. Par ailleurs, en Argentine, au Brésil et au Paraguay, afin de répondre à la forte demande des marchés internationaux, de nombreuses terres ont été converties à la culture du soja, attirant l'attention des chercheurs, des médias et des décideurs. La demande mondiale de minerais, de pétrole et d'autres sources d'énergie encourage l'expansion des industries d'extraction, déclenchant des conflits socio-environnementaux un peu partout dans la région (Bebbington *et al.*, 2013).

2.4 Les sciences en méga-réseaux

La participation à des réseaux internationaux, indispensable pour assurer l'accès à des équipements sophistiqués et à de nouvelles connaissances, représente un défi pour les nanotechnologies de la région, car elle risque d'orienter le développement scientifique régional vers un agenda exogène. Sur ce plan, trois processus seraient à l'œuvre, avec des résultats inquiétants : tout d'abord, si les politiques nationales privilégient le développement de la compétitivité de l'industrie nationale, elles continuent à mettre l'accent sur les compétences scientifico-techniques, au détriment d'autres ingrédients qui pourraient contribuer à cette compétitivité (politique industrielle, commerciale, de formation de la force de travail industrielle, etc.). Ensuite, dans un contexte d'ouverture des marchés, le développement de la compétitivité vise essentiellement à conquérir des niches du marché extérieur. Enfin, la participation à des équipes de recherche internationales est bien souvent conditionnée au respect d'agendas définis dans d'autres pays. Tous ces facteurs contribuent au maintien et à l'approfondissement de la subordination des agendas de recherche nationaux aux agendas internationaux.

Ces réseaux sont-ils neutres ou encouragent-ils les asymétries ? On observe une croissante collaboration des scientifiques de la région à de grands réseaux internationaux qui se présentent généralement comme étant capables de proposer un remède universel à la plupart des problèmes. Cela mérite une analyse un peu moins superficielle.

De fait, au-delà des changements d'orientation des politiques des pays développés, des mécanismes et de l'ampleur des financements de R&D, l'échelle des recherches a changé substantiellement : si dans les années d'après-guerre on parlait déjà de *Big Science*, ces dernières années ont vu émerger une sorte de méga-science, dotée de gigantesques réseaux de réseaux (Kreimer, 2010b ; Wagner, 2009). La participation active à ces réseaux de groupes et de chercheurs des pays en développement, loin d'être limitée, a au contraire été fortement stimulée, au point d'être explicitement mentionnée dans les documents institutionnels, sans être nécessairement associée à

des équipes européennes [27]. Mais dans la pratique, ceux qui prennent l'initiative de formuler, coordonner et proposer la création de réseaux d'excellence et de projets intégrés (nommés « *project leaders* ») sont presque toujours des groupes situés dans les pays centraux, même si on observe dans la plupart des réseaux une participation active d'équipes de recherche latino-américaines.

On peut d'ailleurs noter une participation croissante des chercheurs latino-américains à ces grands réseaux internationaux. Par exemple, en ce qui concerne les projets européens financés par les Sixième et Septième programmes-cadres, Kreimer et Levin (2013) ont montré que des scientifiques argentins, brésiliens et mexicains ont participé à 25 % de l'ensemble des projets, et ce de manière croissante. En outre, tout cela est encouragé par les institutions politiques locales, qui cofinancent une partie de ces projets sans avoir pour autant voix au chapitre lorsqu'il s'agit de déterminer les agendas, les sujets de recherche ou les méthodologies employées par ces réseaux. Ainsi, dans le domaine de ce que certains auteurs ont qualifié de « disciplines à priorité géographique », on observe que des régions qui présentent certaines caractéristiques singulières, comme la Terre de Feu ou l'Amazonie (Albarracín, 2013 ; Velho, 1996), font l'objet de grands projets internationaux utilisant les connaissances accumulées localement comme un « point de passage obligé » pour accéder aux ressources naturelles et cognitives locales, ou encore pour générer des cadres interprétatifs dont les « cerveaux » (par exemple la capacité de traitement et d'organisation des grandes bases de données) sont néanmoins situés dans les centres de recherche des pays centraux.

D'autres auteurs, notamment Leydesdorff et Wagner (2008), font remarquer qu'« effectivement, les opportunités de diffusion des connaissances se sont multipliées à l'échelle globale, ce dont bénéficient probablement les scientifiques de la périphérie en termes d'accès au "groupe central" (*core group*) ». Mais en même temps, « la capacité du groupe central à absorber et utiliser la participation des pays périphériques n'en est que plus grande ». La solution proposée par ces auteurs pour que les pays périphériques puissent tirer meilleur parti de leur participation semble contradictoire : ils affirment en effet que « cela exigerait des actions politiques délibérées de la part des pays centraux », alors qu'il semble évident que ce qui manque cruellement, ce sont plutôt des actions politiques émanant des pays périphériques qui, comme en Amérique latine, contribuent à la génération de ces connaissances globales sans obtenir de bénéfices proportionnels pour leurs sociétés, car non seulement ils ne remettent pas en cause cette asymétrie, mais ils encouragent (et même cofinancent) la participation de leurs chercheurs au développement des réseaux de recherche internationaux.

Conclusion

Pour mieux comprendre le rôle des sciences en tant que composante centrale du concept de modernité en Amérique latine, il faut reconnaître que la forme prédominante d'organisation sociale jusqu'au dernier quart du XX^e^ siècle, avec des évolutions et des nuances différentes selon les pays, repose sur une matrice étatique-nationale-populaire, un modèle de « développement vers l'intérieur », un « État-providence »

27. Un document récent de l'UE (2012) souligne que « *"science diplomacy" will use international cooperation in research and innovation as an instrument of soft power and a mechanism for improving relations with key countries and regions* ».

(qui correspond à un ensemble de compromis instables entre les classes moyennes, les classes ouvrières organisées et les classes dominantes, composées de la bourgeoisie et de l'oligarchie), ainsi que sur des mouvements sociaux orientés politiquement vers l'État et l'intégration sociale, et l'exclusion ou l'inclusion partielles des paysans et des populations urbaines pauvres (Garretón, 2010) [28].

Ces dernières années ont vu émerger plusieurs modèles visant à recomposer les relations entre l'État et la société, comme autant de réponses locales et régionales à la globalisation. Or l'activité scientifique fait partie des stratégies de ces différents modèles. Le premier d'entre eux repose sur une mobilisation politique permanente menée par un « *caudillo* » dans le cadre d'une démocratie plébiscitaire, une fois détruites les organisations politiques de médiation telles que les partis, comme cela semble être le cas au Venezuela et, partiellement, en Argentine. Qu'est-il advenu des sciences dans ces pays ? Dans le cas vénézuélien, on a vu surgir une nouvelle institutionnalité, avec des avancées et des régressions dans l'activité éducative et scientifico-technique : d'un côté, un meilleur accès des classes populaires à l'enseignement supérieur et à la recherche et le développement de nouveaux champs de recherche liés à une plus grande participation sociale, et de l'autre, un déclin des sciences institutionnalisées, avec le démantèlement d'équipes académiques, la fermeture d'une partie non négligeable des industries et l'émigration de nombreux chercheurs qualifiés. Dans l'état actuel des choses, il est difficile de savoir si le Venezuela parviendra à renouveler le panorama scientifico-technique sur d'autres bases, au vu de la situation très polarisée et de la crise économique et sociale de plus en plus aiguë que traverse le pays. En Argentine, après la profonde crise économique et sociale de 2001-2002, l'activité scientifique a commencé à bénéficier d'un soutien – en termes de ressources financières et de consolidation des institutions – tel qu'elle n'en avait pas connu depuis des décennies. Toutefois, malgré les rhétoriques sur la mobilisation des sciences « au service du développement » et des besoins de la société argentine, les critères dictés par les élites scientifiques internationalisées continuent de prévaloir, le gouvernement ayant même encouragé la création d'enclaves (comme l'installation de laboratoires de l'Institut Max-Planck à Buenos Aires), de même qu'une subordination aux agendas internationaux acritique sur les bénéfices d'une telle internationalisation, comme le soulignent Leydesdorff et Wagner.

Le deuxième modèle est davantage axé sur l'aspect ethnique, qui identifie le « nous » d'une nation pluriethnique, comme dans le cas bolivien. Dans ce pays, on observe un meilleur accès de la population aux sciences et une récupération des savoirs traditionnels, une situation similaire à celle de l'Équateur, autre nation pluriethnique d'Amérique latine. Au fil du temps, l'institution scientifique s'est nourrie d'autres formes de connaissance, même si les sciences ont souvent tenté d'en effacer l'origine

28. La formule populiste a entraîné une massification des services publics et permis un début de démocratisation sociale, à travers l'accès à certains biens et services. Ces politiques sociales revêtaient un caractère universaliste et s'inscrivaient dans un processus expansif : d'abord l'éducation publique, puis l'université publique et enfin l'institutionnalisation de la recherche scientifique et technique. La crise du développement s'est traduite par une série d'ajustements structurels au cours des années 1980, marquant une transition problématique vers un autre modèle de développement et des politiques économiques alignées sur celles du « Consensus de Washington » et mises en œuvre par des organismes internationaux comme le FMI et la Banque mondiale. Dans tous les cas, cela s'est traduit par une augmentation de la pauvreté et des inégalités et par la désarticulation des anciennes formes de relations entre l'État et les acteurs sociaux, affaiblissant leur capacité organisationnelle et idéologique.

non scientifique de leur mémoire. Parmi ces domaines qui permettent d'apprécier en parallèle la valeur sociale des sciences et celle d'autres savoirs non scientifiques, on peut mentionner la santé, l'alimentation et l'environnement, autant de prismes qui mettent en évidence la multidimensionnalité des inégalités sociocognitives et donnent une idée des potentialités de la contribution de ces savoirs pour relever les défis de plus en plus nombreux qui se posent à l'humanité. Le Plan de Salud Intercultural Andino, également connu sous le nom de Organización de Salud Andina-Convención Hipólito Unánue, est le fruit d'un traité regroupant six ministères de la Santé de la région andine (Bolivie, Chili, Colombie, Équateur, Pérou et Venezuela). Toutefois, si on ne peut que saluer cette initiative visant à intégrer les médecines traditionnelle et moderne, il reste encore beaucoup à faire. Les unités de santé faisant appel à des pratiques autochtones restent peu nombreuses et dispersées, tandis que les ministères continuent à se focaliser sur un modèle reposant uniquement sur la médecine moderne. En effet, l'inclusion ou l'exclusion des savoirs autochtones est l'objet de plusieurs tensions dans d'autres pays, comme le montrent Guzmán-Rosas *et al.* (2015) pour le cas de la formation de médecins au Mexique.

Un troisième modèle est celui du Chili et de l'Uruguay, où la société se reconstruit à travers le système des partis. Les sciences jouent ici un rôle plus classique, en phase avec la modernité de la globalisation, essentiellement axé sur la création de compétences et la quête de compétitivité.

Le quatrième modèle est technocratique, semblable à celui défendu par la Banque mondiale, où ce qui compte, c'est l'efficacité de l'État dans la mise en œuvre de politiques publiques visant à compléter le marché, considéré comme le principal agent du développement. Ce modèle en vigueur dans les pays les plus grands, au Brésil, au Mexique et – partiellement, encore une fois – en Argentine, allie certains aspects technocratiques basés sur des compétences accumulées au fil du temps, et un engagement discursif orienté vers les questions sociales. La quête de compétitivité reste un aspect central de la mobilisation de la connaissance, si on la considère comme une politique implicite (dans le sens de Herrera, 1971), où l'État s'emploie en définitive à améliorer la rentabilité des entreprises. Comme le souligne Dagnino (2003) lorsqu'il critique les « fonds sectoriels », l'État va parfois jusqu'à financer la R&D au sein de multinationales. Au Brésil, le plus grand pays de la région, le modèle d'intervention de l'État sur les sciences et les technologies est complexe et contradictoire, mêlant deux approches : d'une part, la promotion de politiques orientées vers une utilisation des sciences et des technologies au service du développement social [29], à l'aide d'instruments « classiques » visant à améliorer la visibilité de l'élite scientifique du pays, et d'autre part une approche technocratique prônant l'utilisation des connaissances par les entreprises pour réaliser des gains de productivité, par le biais des fameux fonds sectoriels. Le modèle argentin est très semblable, visant également à la production des connaissances scientifique « d'excellence » et à tenter d'impulser les « *cluster* »

29. Pour ce faire, le gouvernement a mis en œuvre un ambitieux programme de technologies au service du développement social, dont les objectifs sont les suivants : « *Articular, fomentar e promover ações para a produção, a difusão, a apropriação e a aplicação do conhecimento científico, tecnológico e de inovação como instrumento de desenvolvimento social, econômico e regional do país, bem como mecanismo de inclusão digital, mediante o desenvolvimento de P, D & I voltados para as tecnologias sociais e de inclusão, por meio de processos metodológicos participativos.* » (MCTI.)

innovateurs (*software*, agroalimentaire), tout en exprimant un discours public sur les savoirs orientés ver l'inclusion sociale.

Enfin, il existe également un modèle altermondialiste, qui s'exprime dans les propositions des forums sociaux et s'apparente davantage à une critique de la globalisation qu'à un modèle de restructuration des relations entre l'État et la société. Dans cette approche, les sciences sont essentiellement conçues comme un outil intellectuel permettant qu'une utopie égalitaire et démocratique devienne réalité, au sein d'une « société de la connaissance » (Sörlin et Vessuri, 2007).

Les sciences et les technologies font assurément partie intégrante de l'évolution particulière de la plupart des sociétés de la région. Cependant, aucun pays n'est vraiment parvenu à mettre sur pied un modèle de développement qui, en plus d'assurer la croissance, permette une réduction des inégalités et une meilleure intégration sociale, et où les connaissances scientifiques et technologiques jouent un rôle de premier plan. Malgré les efforts déployés ces dernières années pour mettre en œuvre des politiques publiques en matière de sciences et technologies favorisant l'inclusion et la préservation du contrat social, la nouvelle division internationale du travail accentue et redéfinit une fois de plus le panorama des inégalités en Amérique latine, aussi bien en termes scientifiques qu'au sein des sociétés en général.

Références

ABELEDO, C. R. (2000) Análisis del financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo para ciencia y tecnología. *Taller de Innovación Tecnológica para el Desarrollo Económico de la Región*, págs. 56-68.

ALBARRACIN, D. (2013) *Colaboraciones científicas internacionales en el extremo sur. El caso del CADIC de Tierra del Fuego*, Tesis de Maestría en Ciencia, Tecnología y Sociedad. Bernal, Universidad Nacional de Quilmes.

AMAYA, J. A. (2000) *Mutis, Apôtre de Linné en Nouvelle-Grenade : Histoire de la Botanique dans la vice-royauté de la Nouvelle-Grenade, 1760-1783*. Barcelona, Ed. Trebals de l´Institut Botánic de Barcelona.

ARELLANO H., A. (2005) La genética de Edwin Wellhausen y la irreproducibilidad en México de la hibridación norteamericana del maíz. Arellano, A., P. Kreimer, J. Ocampo L. y H. Vessuri (eds.) *Ciencias agrícolas y cultura científica en América Latina,* Buenos Aires, Prometeo Libros, pp. 45-84.

BARREIRO, A., y L. VELHO (1997) The Uruguayan Basic Scientists' Migrations and Their Academic Articulation around the PEDECIBA. *Science Technology & Society*, 2 (2), pp. 261-284.

BARTOLUCCI, J. (2000) *La modernización de la ciencia en México. El caso de los astrónomos*. Mexico, UNAM-Plaza y Valdés.

BASALLA, G. (1967) The spread of western science. *Science* 156 (3775) : 611-22.

BEBBINGTON, A. (org.) (2013) *Industrias extractivas, conflicto y dinámicas institucionales en la region andina*. Lima, Centro Peruano de Estudios Sociales (Cepes), el Grupo Propuesta Ciudadana e IEP.

BHATTARAI, M. and M. HAMMING (2001) Institutions and the Environmental Kuznets Curve for Deforestation : A Crosscountry Analysis for Latin America, Africa and Asia. *World Development*, vol. 29, No. 6, p. 995-1010.

BAYLE, P. (2008) Emergencia académica en el Cono Sur : el programa de reubicación de cientistas sociales (1973-1975) *Iconos. Revista de Ciencias Sociales*, nº 30, janvier 2008, págs. 51-63.

BELL, M., and K. PAVITT (1997) Technological accumulation and industrial growth : contrasts between developed and developing countries. *Technology, globalisation and economic performance*, pags.83-137.

BENCHIMOL, J. (1999) *Dos microbios aos mosquitos : fibre amarela e a revolucao pasteuriana no Brasil.* Rio de Janeiro, EditorasFiocruz / UFRJ.

BRAGE, S. (2011) Directory of Open Access Journals and its Impact on the Open Access Movement with a Special Perspective on Latin America. In : Cetto, A.M and J.O. Alonso G. (2011) (comps.) *Calidad e Impacto de la revista Iberoamericana* [Online]. First edition [México] : Facultad de Ciencias, UNAM. Available at : http ://www.latindex.unam.mx/librociri/ (consulted on June 15th, 2013).

BRUSH, S. B., and M. CHAUVET (2004) Assessment of social and cultural effects associated with transgenic maize production. *Maize and Biodiversity : The Effects of Transgenic Maize in Mexico*, Commission for Environmental Cooperation Secretariat.

BUCH, A. (2006) *Forma y función de un sujeto moderno. Bernardo Houssay y la fisiología argentina (1900-1943),* Buenos Aires, Editorial de la Universidad de Quilmes.

BUENO, R. *et al.* (2008) *El Caribe y el cambio climático. Los costos de la inacción.* Stockholm Environment Institute – US Center, Global Development and Environment Institute, Tufts University : http ://www.gdae.org/CaribbeanClimate.html.

CARVALHO, J. M. de (1978) *A Escola de Minas de Ouro Preto : o Peso da Glória.* Cía. Editora Nacional.

CEPAL (2010) *La hora de la igualdad. Brechas por cerrar, caminos por abrir.* Trigésimo primer period de sesiones de la CEPAL, Brasilia, 30 de mayo a 01 de junio.

CHAGAS FILHO, C. (1993) *Meu Pai*, Casa de Oswaldo Cruz, Fiocruz, Rio de Janeiro.

COLLINS*et al.* (2005) El Niño- or La Niña- like climate change ? *Climate Dynamics*, 24, 89-104.

COLODRO, E. (2010) El aporte de la OCDE a la estrategia nacional de innovación de Chile. En VV. AA. *Chile en el club de los países desarrollados.* Santiago, AECI, Pontificia Universidad católica de Chile.

COMUNIDAD ANDINA (2007) *¿El fin de las Cumbres Nevadas ? Glaciares y Cambio Climático en la Comunidad Andina.* Secretaría General de la Comunidad Andina, PNUMA, IRD, AECI.

CUETO, M. (1989) Andean Biology in Peru. Scientific Styles on the Periphery *Isis,* 80, 640-658.

CUETO, M. (1994) Laboratory styles in Argentine physiology. Isis, 85 (2), 228-246.

CUKIERMAN, H. (2007) *Yes, nós temos Pasteur. Manguinhos, Oswaldo Cruz e a História da ciencia no Brasil. Rio de Janeiro.* FAPERJ / Relume Dumará.

DAGNINO, R. (2003) A Relação Universidade-Empresa no Brasil e o "Argumento da Hélice Tripla". *Revista Brasileira de Inovação* [s.l.], v. 2, n. 2 jul / dez, p. 267-307.

DAGNINO, R., THOMAS, H., y Davyt, A. (1996) El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en Latinoamérica : una interpretación política de su trayectoria. *Redes*, 3 (7), 13-52.

DANTES, M.A.M. (1992) Positivisme et science au Brésil. En P.Petitjean, C. Jamiet A.M. Moulin (orgs.) *Science and Empire.*1ª ed. Dordrecht / Boston / Londres, Kluwer Academic Press, vol. V, p. p. 165-172.

DAVYT, A. y A. Barreiro (1999) *Cincuenta años de la Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de la Organización de Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (RRCYT / Unesco). Un análisis histórico de la cooperación en la región.* Montevideo. Unesco / ORCYT.

DesiguALdades. Net (2011) Área de investigación III : Desigualdades socio-ecológicas. Red Internacional de Desigualdades Interdependientes en América Latina. Universidad Libre de Berlin.

DIAZ, E., Y. TEXERA y H. VESSURI (1983) *La ciencia periférica. Ciencia y sociedad en Venezuela.* Monte Avila Editores, Caracas.

DOCQUIER, F., O. LOHEST and A. MARFOUK (2007) Brain drain in developing countries. *World Bank Economic Review*, 21, 2 : 193-218.

DUTCH, S. (2002) http ://www.uwgb.edu/dutchs/PSEUDOSC/AntiSci70.HTM

FELD, A. CASAS, R. ; LOPEZ, M.S., and VESSURI, H. (2013) Policies to Promote International Scientific Cooperation in Latin America : Evolution and Current Situation. In Gaillard, G. y Arvanitis, R. (eds.) *Mapping and understanding Science and technology collaboration between Europe and Latin America.*

FELD, A. (2015) *Ciencia y política en la Argentina. Actores y modelos institucionales 1943-1983.* Buenos Aires, editorial de la Universidad Nacional de Quilmes.

FORTES, J., y de LOMNITZ, L. A. (1991) *La formación del científico en México : adquiriendo una nueva identidad.* México, Siglo XXI.

FREIRE Jr., D. (2007) Sobre a relação entre regimes políticos e desenvolvimento científico : apontamentos para um estudo sobre a história da C & T durante o regime militar brasileiro. *Fênix – Revista de História e Estudos Culturais* Julho / Agosto / Setembro de 2007 Vol. 4 Ano IV nº 3.

FUTURE EARTH (2013) Research for Sustainability. A Framework Document. The Future Earth Transition Team, February. ICSU. Paris. http ://www.icsu.org

GAILLARD, J. and GAILLARD, A.M. (1997) The international mobility of brains : exodus or circulation ? *Science Technology and Society*, 2, 2 : 195-228

GARRETON, M. A., y GARRETON, R. (2010) La democracia incompleta en Chile : La realidad tras los rankings internacionales. *Revista de ciencia política* (Santiago), 30 (1), 115-148.

GERMANI, G. (1968) *Política y sociedad en una época de transición : de la sociedad tradicional a la sociedad de masas*. Buenos Aires, Paidós.

GILMAN, C. (2003) *Entre la pluma y el fusil. Debates y dilemas del escritor revolucionario en América Latina. Buenos Aires*, Siglo XXI Editores.

GUZMAN-ROSAS, S. C., KLEICHE-DRAY, M., ZOLLA, C. et SUASTE-GOMEZ, E. (2015) The Exclusion of Indigenous Traditional Knowledge in the Higher Education : The Case of Traditional Medicine and the Mexican Medical Education. *Creative Education, 2015, 6*

HALPERIND., T. (1967) *Historia Contemporánea de América Latina*. Madrid, Alianza.

HERRERA, A. (1971) *Ciencia y política en America Latina*. Buenos Aires, Siglo XXI Editores.

HIRSCHMAN, A. (1968) "The Political Economy of Import-Substituting Industrialization in Latin America". *The Quarterly Journal of Economics* 82, no. 1 : 1-32.

HURTADO, D. (2011) *La Ciencia Argentina. Un proyecto inconcluso 1930 – 2000*. Buenos Aires, Editorial EDHASA.

INVERNIZZI, N. y G. FOLADORI (2012) Hacia dónde van las nanotecnologías en América Latina ? En : Foladori, G., N. Invernizzi, E. Záyago Lau (cords.) *Perspectivas sobre el Desarrollo de las Nanotecnologías en América Latina*. Univ. Autónoma de Zacatecas / Relans / Porrúa. México.

JOERGES, B., and SHINN, T. (2001) "A Fresh Look at Instrumentation an Introduction". In Joerges, B., & Shinn, T. (eds.) *Instrumentation between Science, State and Industry*. Dordrecht, Springer.

KATZ, J. (1987) *Technology Generation in Latin American manufacturing Industries*, Macmillan, London.

KEDIA, B. L., and BHAGAT, R. S. (1988) Cultural constraints on transfer of technology across nations : Implications for research in international and comparative management. *Academy of Management Review*, vol. 13, no 4, págs. 559-571.

KING, D. A. (2004) The scientific impact of nations. *Nature,* 430 (6997), 311-316.

KREIMER, P. (1997) Migration of Scientists and Scientific Community in Argentina. *Science, Techhnology and Society N° 2, Vol. 2.*

KREIMER, P. (1998) Understanding Scientific Research on the Periphery : Towards a new sociological approach ? *EASST Review*, vol. 17, N° 4.

KREIMER, P. (2010a) *Ciencia y Periferia. Nacimiento, muerte y resurrección de la biología molecular en la Argentina. Aspectos sociales, políticos y cognitivos*. Buenos Aires. EUDEBA.

KREIMER, P. (2010b) La recherche en Argentine : entre l'isolement et la dépendance, *Cahiers de la recherche sur l'éducation et les savoirs*, No. 9.

KREIMER, P. and LEVIN, L. (2013) Mapping trends and patterns in S & T Cooperation between the European union and Latin American countries based on FP6 and FP7 projects. J. Gaillard y R. Arvanitis (eds.) *Mapping and understanding Science and technology collaboration between Europe and Latin America*.

LEDESMA, I. (2009) *Biología, institución y profesión : centros y periferias*. México, Ediciones de Educación y Cultura.

LELOIR, L. F. (1983) Allá lejos y hace tiempo, *Papiro*, vol. 8, Nº 25, pp. 40-44,

LEYDESDORFF, L. and WAGNER, C. (2008) International collaboration in science and the formation of a core group, *Journal of Informetrics* 2 (4) (2008) 317-325

LINS, I. M. (1964) *História do positivismo no Brasil* (Vol. 322). Companhia Editora Nacional.

LOPES, M. e I. PODGORNY (2000) The shaping of Latin American museums. *Osiris Nature and Empire. Science and the Colonial Enterprise*, 15 : 108-118.

LOPEZ OCON, L. (2002) La América Latina en el escenario de las Exposiciones Universales del siglo XIX. En *Procesos*, Revista Ecuatoriana de Historia, No. 18, Corporación Editora Nacional.

MACCARI, E. A., RODRIGUES, L. ALESSIO, E. y QUONIAM, L. M. (2008) Sistema de avaliação da pós-graduação da Capes : pesquisa-ação em um programa de pós-graduação em Administração. *RBPG*, Brasília, v. 5, n. 9, p. 171-205.

MALDONADO, A. (2000) Los organismos internacionales y la educación en México. El caso de la educación superior y el Banco Mundial. *Perfiles Educativos,* (87).

MARISCOTTI, M. (1985) *El secreto atómico de Huemul*. Buenos Aires, Sudamericana / Planeta.

MARTIN-FRECHILLA, J. J. (2008) El dispositivo venezolano de sanidad y la incorporación de los médicos exilados de la Guerra Civil española. *História, Ciencias, Saúde – Manguinhos*, 15 (2), 519-541.

MARTINEZ VIDAL, C. y M. MARI (2002), La escuela latinoamericana de pensamiento en ciencia, tecnología y desarrollo : notas de un proyecto de investigación. *CTS + I : Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación,* (4), 5.

MCTI (Ministerio de Ciência, Tecnología e Innovaçao), (2013) http ://www.mcti.gov.br/index.php/content /view/73434/21_Tecnologias_para_o_Desenvolvimento_Social.html.

MEDINA ECHEVARRIA, J. (1959) *Aspectos sociales del desarrollo económico*. Santiago de Chile, Editorial Andrés Bello.

MONTSERRAT, M. (2000) La sensibilidad evolucionista en la Argentina decimonónica, En Montserrat (comp.*) La ciencia en la Argentina entre siglos. Textos, contextos e instituciones*. Buenos Aires, Editorial Manantial.

NIETO., M. (2000), *Remedios para el imperio : historia natural y la apropiación del Nuevo Mundo*. Bogotá, Instituto Colombiano de Antropología e Historia.

O'GORMAN, E. (1995 [1958]) *La invención de América : investigación acerca de la estructura histórica del Nuevo Mundo y del sentido de su devenir*. México, Fondo de Cultura Económica.

ORTIZ, E. L., y RUBINSTEIN, H. (2009) La Física en la Argentina en los dos primeros tercios del siglo veinte : algunos condicionantes exteriores a su desarrollo. *Revista Brasileira de História da Ciência*, 2 (1), 40-81.

OTEIZA, E. (1969) *La emigracíon de ingenieros de la Argentina : un caso de "braindrain" latinoamericano*. Buenos Aires, Centro de Investigaciones Económicas, Instituto Torcuato Di Tella.

OTEIZA, E. (1992) El complejo científico y tecnológico argentino en la segunda mitad del siglo XX : la transferencia de modelos institucionales. En Oteiza (coord.) *La política de investigación cientofica y tecnológica argentina. Historia y perspectivas*. Centro Editor de América Latina, Buenos Aires.

OXHORN, P. (2001) Desigualdad social, sociedad civil y los límites de la ciudadanía en América Latina. *EconomÌa, Sociedad y Territorio*, vol. III nº 9.

PIETROBELLI, C. (2000) The role of international technology transfer in the industrialisation of developing countries, in : M. Elena, D. Schroeer (Eds.), *Technology Transfer*, Ashgate, Aldershot.

PRICE, D. de Solla (1963) *Little science, big science*. New York : Columbia University Press.

PROPECK-ZIMMERMANN E., SAINT-GÉRAND T., BONNET E. (2007). Probabilités, risques et gestion territoriale : champs d'action des PPRT. *Géocarrefour*, vol. 82, n° 1-2, p. 65-76.

PYENSON, L. (1985) *Cultural imperialism and exact sciences : German expansion overseas, 1900-1930*. New York, P. Lang.

PYENSON, L. (2013) Ciencia en Córdoba en el siglo diecinueve, *Universidad Nacional de Córdoba. Cuatrocientos años de historia*, Daniel Saur etAlicia Servetto, ed. (Córdoba, Editorial de la Universidad Nacional de Córdoba, 2013 ; 2 vols), 1 : 251-81.

RIEZNIK, M. (2011) *Los cielos del sur. Los observatorios astronómicos de Córdoba y de La Plata, 1870-1920*. Rosario, Prohistoria

SABATO, J. y MACKENZIE, M. (1982) *La producción de tecnología. Autónoma o transnacional*. México, Editorial Nueva Imagen.

SABATO, J. y BOTANA, N. (1968) La ciencia y la tecnología en el desarrollo de América Latina, en Herrera, A. (comp.) *América Latina : ciencia y tecnología en el desarrollo de la sociedad*, Santiago de Chile, Editorial Universitaria.

SAGASTI, F. (1972) Hacia un nuevo enfoque para la planificación científica y tecnológica, *Estudios sobre el desarrollo científico y tecnológico No. 13,* Departamento de Asuntos científicos, Washington D.C., Organización de Estados Americanos.

SALDAÑA, J. J. (1992) Acerca de la historia de la ciencia nacional, dans Saldaña, J. J. (Ed.), *Los orígenes de la ciencia nacional, Colección Cuadernos de Quipu, núm. 4*, Mexico, SLHCT / FFyL-UNAM

SALDAÑA, M. B. de (1993) *Historia de la educación durante el porfiriato*. Mexico, El Colegio de México.

SALOMON, J. J. (1970) *Science et Politique*. Paris, Economica.

SCHWARTZMAN, S. (1979) *Um Espaço para a Ciência - a formação da comunidade científica no Brasil*. FINEP. Rio de Janeiro.

SHEETS-PYENSON, S. (1988) *Cathedrals of science : the development of colonial natural history museums during the late nineteenth century*. Montreal, McGill-Queen's University Press.

SHILS, E. (1987) Center and Periphy : an idea and its career, 1935-1987. En Greenfeld, L. y M. Martin (eds.) Center : *Ideas and Institutions*. Chicago, The University of Chicago Press.

SKUTSCH, M. (ed.) (2011) *Community Forest Monitoring for the Carbon Market. Opportunities under REDD*. Londres / Washington, D.C. Earthscan.

SORLIN, S. and VESSURI, H. (editors) (2007) *Knowledge Society vs. Knowledge Economy : Knowledge, Power, and Politics*. IAU / Unesco / Palgrave.

STEPAN, N. (1981) *Beginnings of Brazilian Science*. Watson Pub. Intl.

TAGASHIRA, R. (s.f.) La Universidad Nacional de Tucumán y la Estación Experimental Agrícola. Los modelos institucionales para la investigación científica en el NOA, desde el despegue azucarero hasta 1930. http ://www.archivo.unt.edu.ar/attachments/059_tagashira.pdf

THÉRY H. (2010). Palmarès des universités mondiales, Shanghai et les autres. Mappemonde, no 96 (4-2009).

TUNNERMANN, C. (1991) Historia de la Universidad en América Latina. De la época colonial a la Reforma de Córdoba. San José, Costa Rica : Educa.

U.E. (2012) *Enhancing and focusing EU international cooperation in research and innovation : A strategic approach*. Bruselas, ComisiónEuropea.

VARSAVSKY, O. (1969) *Ciencia, Política, Cientificismo*. Buenos Aires, Centro Editor de América Latina.

VELHO, L. (1996) Assessment of International Scientific Collaboration in Brazilian Amazonia. In : Gaillard, J. (Org.). *International Scientific Cooperation, 20th Century Science : Beyond the Metropolis*. Paris : ORSTOM Editions, v. 7.

VELHO, L. (2011) La ciencia y los paradigmas de la política científica, tecnológica y de innovación. Arellano et Kreimer (eds.), *Estudio social de la ciencia y la tecnología desde América Latina*. Bogotá, Siglo del Hombre.

VESSURI, H. y H. CAPEL (editores) (1992b) Número especial sobre "Las Asociaciones Científicas en América Latina Siglo XIX" *Interciencia*, 17 (3), marzo-junio, Caracas.

VESSURI, H. (1997) Science in Latin America. En J. Krige y D. Pestre (eds.) *Science in the Twentieth Century*. Harwood Academic Publishers, pags. 839-858.

VESSURI, H. (1998) La I + D en la Universidad latinoamericana. En ; H. Vessuri (coordinadora) *La Investigación y Desarrollo (I + D) en las universidades de América Latina*, Fondo Editorial FINTEC, Caracas.

VESSURI, H. (2005) La tecnología de la investigación en la temprana Fitotecnia Sudamericana : Horovitz, el maíz y la investigación agrícola. Arellano, A., P. Kreimer, J. Ocampo L. y H.Vessuri (eds.) *Ciencias agrícolas y cultura científica en América Latina,* Buenos Aires, Prometeo Libros, pp. 9-44.

VESSURI, H. (2006) *"O inventamos o erramos". La ciencia como idea-fuerza en América Latina*. Buenos Aires, Univ. Nacional de Quilmes Editora.

VESSURI, H. and I. SANCHEZ-ROSE (2011) Late adoption of the "Instrumental Revolution". Historically Contingent Understanding of Instrumentation in Venezuelan Catalysis in the last third of the 20th Cen-

tury. Trabajo presentado en la 8va Conferencia Internacional sobre Historia de la Química Pathways of Knowledge, Rostock, 14-16 septiembre.

VESSURI, H., J.-C. GUEDONET A. M. CETTO (2014) Excellence or quality ? Impact of the current competition regime on science and scientific publishing in Latin America and its implications for development. *Current So*ciology.

VILAR, J. L. B. (Ed.). (2011) El exilio científico republicano. Universitat de Valencia.

WAGNER, C. (2009) The New Invisible College. Science for Development. Washington, Brookings Institution Press

ZEA, L. (1968) *El positivismo en México : nacimiento, apogeo y decadencia,* Fondo de Cultura Económica, México.

ZEA, L. (1980), Pensamiento positivista latinoamericano (selección y prólogo), Biblioteca Ayacucho, Caracas, 1980.

Période	Événements politiques	Économie	Sociétés	Idées et sciences
Pré-indépendance (avant 1810)	Brésil : Depuis 1529 et via le système des capitaineries héréditaires, le Brésil est divisé en lots de terres distribués aux membres de la noblesse	Exploitation des mines d'argent au Mexique et dans le Haut-Pérou (Potosí). Production de matières premières, plantations : canne à sucre, coton, tabac, cacao, café et produits dérivés (rhum). La transition des Habsbourg aux Bourbon (en 1700) conduit les Espagnols à tenter de s'aligner sur l'organisation économique des possessions américaines et sur les politiques mercantilistes du Royaume-Uni, des Pays-Bas, de la France et du Portugal. Dans le cas du cacao vénézuélien, la «Compañía Guipuzcoana» est fondée en 1728 avec pour objet de monopoliser le commerce de «Tierra Firme» et de traiter notamment la culture du cacao comme une marchandise coloniale dont la vente doit rapporter de gros profits. Avec des acteurs et des bénéficiaires qui peuvent varier, ce processus s'installe	Domination espagnole partout excepté au Brésil (Portugal) Elites créoles. Encomiendas, repartimientos et haciendas. Esclaves africains dès le milieu du XVI[e] siècle. Mexique : Droit colonial inspiré du droit espagnol mélangé aux coutumes indigènes, qui se traduit par un équilibre entre la juridiction locale (les Cabildos) et la Couronne. Les métiers de la haute administration sont interdits aux naturels, y compris à ceux qui sont de sang espagnol. L'administration repose sur une division raciale de la population	Libéralisme, modernisme, évangélisme européens (dès le XVe siècle). Expéditions scientifiques européennes au XVI[e] siècle, comme celles d' Alvar Nuñez Cabeza de Vaca, Hernán Cortés, Fernand de Magellan, Francisco Pizarro, Juan Sebastián Elcano ou Vasco de Gama ; explorations de cartographes comme Juan de la Cosa ou Waldseemüller, de naturalistes comme Fernández de Oviedo y Acosta, suivis au cours des siècles suivants par des expéditions comme celles des Français Charles Marie de la Condamine et Alcide d'Orbigny, de l'Allemand Alexander von Humboldt et de l'Italien Alessandro Malaspina, parmi bien d'autres.

portugaise. Les bénéficiaires sont chargés de l'occupation et de la gestion des terres et doivent en répondre directement devant le roi. Ce système est un échec – seuls quatre lots sont occupés avec succès : Pernambuco, Sao Paulo, Ilheus et Porto Seguro. Les capitaineries sont progressivement restituées à la Couronne pour devenir des provinces et, plus tard, des États fédérés.

Mexique : Après la chute de Tenochtitlan, capitale de l'Empire aztèque, il faudra deux siècles à l'Espagne pour parachever la conquête : des soulèvements se font jour au sein du vieil empire tandis que les guerres se poursuivent contre d'autres peuples indigènes. Le Mexique fait alors à la fin du XVIIIe siècle et perdure pendant une grande partie du XIXe siècle dans la plupart des pays latino-américains qui ont une façade atlantique.

Brésil : Depuis le XVIe siècle, la canne à sucre, cultivée dans des plantations, appelées engenhos dans la région du Nordeste, est la base de l'économie et de la société brésilienne, et repose sur l'exploitation d'esclaves dans les grandes plantations dont le produit est destiné à l'exportation. Au début, les colons essayent de réduire les indigènes en esclavage et de les faire travailler dans les champs. Les premiers explorateurs du Brésil sont en grande partie des aventuriers paramilitaires, les bandeirantes, qui pénètrent dans la forêt amazonienne à la recherche d'or et d'esclaves. Toujours est-il que les indigènes s'avèrent inexploitables, raison pour laquelle les propriétaires en Républiques des Espagnols, Indiens et métis "autonomes" et personnes dépendant directement du roi.
L'Espagne multiplie les universités dans ses possessions en Amérique espagnole. Au XVIe siècle, elle crée notamment les universités de Lima et de Mexico (1551), au XVIIe siècle, celle de Notre-Dame du Rosaire à Santiago du Chili (1619), l'Université de Córdoba en Argentine (1621), celle de San Gregorio Magno de Quito (1621), de San Ignacio de Loyola à Cuzco (1621), celle de Mérida au Yucatán (Mexique) et celle de San Carlos de Guatemala (1676). Au XVIIIe siècle, création des universités San Jerónimo à la Havane (Cuba, 1721), de Caracas (Venezuela, 1721), de San Felipe à Santiago du Chili (Chili, 1738), de Buenos Aires (Argentine), de Popayán (Colombie), San Francisco Xavier au Panama (1749),

partie d'une plus grande vice-royauté, la Nouvelle-Espagne, qui englobe Cuba, Puerto Rico et l'Amérique centrale jusqu'au Costa Rica, le sud-ouest américain et la Floride, ainsi que les Philippines.
Le conquistador espagnol Hernán Cortés a réussi à conquérir le grand empire des Aztèques et à établir la plus grande colonie espagnole : la Nouvelle-Espagne.

terriens portugais vont se tourner vers l'Afrique, d'où ils importeront des millions d'esclaves.

Chili : C'est le fleuron le moins riche de la Couronne d'Espagne pendant la plus grande partie de son histoire coloniale. En 1687, début des exportations vers le Pérou de céréales cultivées dans la vallée centrale (La Serena et Concepción).

de Guadalajara (Mexique) (1791). Au XIXe siècle, création des universités de Mérida (Venezuela) (1806) et de León (Nicaragua) (1812). Ces universités forment des théologiens, des avocats et quelques médecins suivant les paradigmes néo-scolastiques qui servent de base à la société organisée selon les principes corporatistes et la hiérarchie due au statut social et racial.
Les bibliothèques privées, les drogueries et les cloîtres deviennent souvent des alternatives institutionnelles aux universités et contribuent à diffuser des pratiques scientifiques plus modernes.

Techniciens importés (médecins, etc.)