

Paty [1996f/fr]. Sur l'étude comparative de l'histoire de la diffusion et de l'intégration des sciences. Original (inédit) en français de l'article paru en traduction portugaise (Brésil) : Sobre o estudo comparativo da história da difusão e da integração das ciências, trad. do original francês por Cintia Frago, in Alfonso-Goldfarb, Ana Maria e Maia, Carlos A. (orgs.), *História da ciência: o mapa do conhecimento (America 500 anos)*, Coleção *América 92: Raízes e trajetórias*, vol. 2, Expressão e Cultura, Rio de Janeiro / EDUSP, São Paulo, 1995-1996, p. 837-880.

## Sur l'étude comparative de l'histoire de la diffusion et de l'intégration des sciences

par

Michel PATY\*

Contribution au Congrès International *America 92 Raízes e trajetórias*, São Paulo et Rio de Janeiro, 16-27 août 1992\*\*.

### RESUME

Les études historiques sur la place de la science dans le développement des peuples et dans les rapports entre les puissances économiques et les pays dépendants se sont accrues depuis quelques années. Ces travaux, en provenance de diverses régions du monde, ont fait récemment l'objet de confrontations qui permettent de commencer à procéder à des études comparatives. On discute ici des aspects épistémologiques de ce type de recherche, c'est-à-dire des concepts et des catégories qui paraissent adéquats à la question de la diffusion et de l'intégration des sciences, et l'on examine certains des thèmes tels qu'ils ressortent de la comparaison d'études différentielles sur des problèmes, des disciplines, des pays variés, ainsi que certaines des conclusions que l'on peut déjà en tirer.

### RESUMO

Os estudos históricos sobre o lugar da ciência no desenvolvimento dos povos e nas relações entre as potências econômicas e os países dependentes vêm ampliando-se há alguns anos. Estes trabalhos, provenientes de diversas regiões do mundo, foram recém confrontados internacionalmente, de forma

---

\* Equipe REHSEIS (CNRS et Université Paris 7-Denis Diderot).

\*\* Ce texte, présenté comme contribution à la session '*América : século XX*' du *Congresso Internacional América 92 : Raízes e trajetórias, Rio de Janeiro-São Paulo, 16-27 août 1992*, est - en partie seulement-, basé sur des éléments du rapport de synthèse préparé antérieurement par l'auteur pour la séance de clôture du *Congrès International Sciences et Empires*, Paris, avril 1990 (ce rapport n'avait pas été publié). Il tient également compte de travaux parus depuis.

que já se pode proceder a estudos comparativos. Aqui discutem-se os aspectos epistemológicos deste tipo de pesquisa, isto é, os conceitos e as categorias que parecem adequados à questão da difusão e da integração das ciências, e examinam-se alguns dos temas que se apresentam, a partir da comparação de estudos diferenciais sobre problemas, disciplinas, países variadas, de tal modo que algumas conclusões já podem ser propostas.

## 1. DIMENSIONS ET MOTIVATIONS

### *1.1. Un nouveau chapitre de l'histoire des sciences*

L'histoire des sciences s'enrichit depuis un certain temps de travaux sur la place des sciences dans le développement des peuples et dans les rapports entre les puissances économiques (les 'empires' et les pays dépendants. Ces travaux se présentent comme un chapitre relativement nouveau pour une discipline dont le corpus traditionnel, qu'il s'agisse de l'histoire conceptuelle ou de l'histoire institutionnelle des sciences, est largement dominé, pour la période moderne (à partir du seizième siècle), par les grandes avenues de l'évolution de la science dans

les pays d'Europe - auxquels l'on a adjoint les Etats-Unis pour la période contemporaine.

L'intérêt pour ces questions se rattache directement aux recherches qui vont se multipliant depuis, en gros, une vingtaine d'années, sur l'histoire des sciences dans les pays concernés, dont certains apparaissent de plus en plus visiblement sur la scène des activités scientifiques. Ces pays - le Japon mis à part sont souvent appelés 'de la périphérie', selon une qualification ambiguë, puisqu'elle semble désigner indistinctement une situation économique par rapport aux grands centres mondiaux et un état de chose du point de vue culturel et scientifique - étant sous-entendu en général que les deux s'accompagnent- : nous discuterons précisément plus loin du concept de périphérie pour voir, à la lumière des recherches comparatives, dans quelle mesure il est approprié à l'approche de l'histoire des sciences. L'éclosion de ces recherches va de pair avec la prise de conscience de l'importance du développement de la science (enseignement et recherche) pour le progrès économique et social et constitue aussi un aspect de la conscience identitaire dans les pays concernés.

Dans cette perspective, la motivation qui donne un élan à ces travaux constitue un facteur important, que la préoccupation d'objectivité historique ne doit pas nous faire méconnaître : il serait intéressant d'étudier, du point de vue de l'historiographie, les liens qui les rattachent aux analyses socio-économiques de l'histoire des sciences dans la tradition de J.D. Bernal, ou plus généralement d'inspiration marxiste, et de suivre les diverses voies par lesquelles la réflexion sur ce thème a pu accompagner l'évolution des idées politiques sur l'émancipation et le développement.

Une autre source, moins de motivation directe dans le sens que nous

entendons ici, que de la méthodologie mise en oeuvre - souvent suscitée par cette motivation -, est la sociologie des sciences, prolongée, à sa rencontre avec l'histoire, en histoire sociale des sciences - et il serait, ici encore, utile d'en retracer la perspective historiographique. L'histoire sociale des sciences, qui connaît actuellement une vogue, parfois au détriment de l'histoire conceptuelle, ne semble pas, du moins à considérer comment elle se pratique de façon 'massive' aux Etats-Unis et en Grande-Bretagne, être directement à l'origine des recherches sur la science et les empires, car elle y est généralement restreinte à la science d'Europe et d'Amérique du Nord. Par contre, son importation dans les pays 'en voie de développement' - ou du 'Tiers monde' -, dans la perspective d'une motivation propre pour définir un objet particulier d'étude -qui comprend la formation de traditions scientifiques nationales, l'interaction entre une science traditionnelle et la science moderne, et les problèmes connexes-, l'infléchit en l'adaptant à la considération de cet objet nouveau. Et cette adaptation, à vrai dire, fait apparaître d'emblée l'insuffisance de l'histoire seulement sociale des sciences, si l'on considère que la question des contenus de science ne saurait se contenter d'une situation 'secondaire', à moins d'en rester à la surface des choses, et que son importance est fondamentale : voici là, d'ailleurs, un autre thème méthodologique, que les études comparatives pourraient aboutir à mettre en valeur<sup>1</sup>. Quoiqu'il en soit, l'histoire sociale des sciences se voit attribuer, ce faisant, pour ce type d'études, le rôle d'un outil, utile et modifiable suivant les nécessités de l'objet auquel on l'applique, mais loin de suffire à couvrir à lui seul l'ensemble des thèmes relatifs au domaine concerné.

L'intérêt pour ce type de recherche se rattache encore à une autre source : les travaux des chercheurs qui portent, suivant une perspective conceptuelle, sur les anciennes traditions scientifiques de pays qui étaient autrefois les principaux centres, et qui se trouvent aujourd'hui dans une situation 'périphérique'<sup>2</sup>.

Les recherches sur l'histoire de la diffusion, de la confrontation et de l'intégration des sciences concernant la période moderne et contemporaine, que nous désignons, pour faire bref, par 'science et empires', en provenance de diverses régions du monde (du 'Tiers monde' au 'Premier monde'), ont fait récemment l'objet d'échanges et de confrontations qui permettent de commencer à procéder à des études comparatives. Cet exposé voudrait évoquer quelques uns des éléments et des problèmes qui ressortent d'ores et déjà de ces comparaisons : on s'attachera surtout aux aspects méthodologiques et conceptuels (du point de vue de l'histoire des sciences) de ces recherches, en s'appuyant sur des éléments significatifs qui ressortent des études différentielles ou comparatives disponibles<sup>3</sup>.

## *1.2. Conscience et réappropriation.*

Revenons, tout d'abord, sur la question des motivations et de ce qui,

---

<sup>1</sup> Voir plus loin.

<sup>2</sup> Voir, p ex., Rashed [1978].

<sup>3</sup> Ce travail ne peut évidemment prétendre à l'exhaustivité, et se limite aux sources indiquées dans la bibliographie.

tant par les aperçus d'ensemble que ces recherches peuvent ouvrir que par leurs effets quant aux méthodes et aux résultats, les transcende peut-être, à savoir une perspective intellectuelle sur l'histoire des sciences et sur la signification de la science, voire un 'projet anthropologique'.

La préoccupation pour l'histoire des sciences et, d'une manière générale, pour la réflexion sur la science - qu'elle soit d'ordre philosophique, historique, social ou politique - telle que nous la constatons ou la ressentons de nos jours, est significative de l'état et de la fonction actuels de la science dans nos représentations intellectuelles, dans la culture, dans la société et dans le monde au niveau planétaire. Cette réflexion, qui appartient aux dimensions mêmes de la science<sup>4</sup>, est directement liée au caractère vécu de cette dernière, non seulement par les chercheurs qui contribuent à l'édifier, ou les enseignants qui la diffusent, mais par ceux qui en ressentent les effets au niveau de la vie quotidienne, culturelle ou sociale : elle concerne, en somme, la science conçue non seulement comme corps de connaissances et suite de découvertes et de reconstructions mémorables, mais aussi comme intégrée à la vie ordinaire et banalisée. Il apparaît, à tous ces niveaux, selon tous ces points de vue, que la science, qui s'accroît et se transforme sous nos yeux, n'est pas réductible à un ensemble de résultats et de connaissances théoriques, mais qu'elle est aussi un processus intellectuel, culturel et social autour de ces connaissances, qui les engendre et les transforme, et que la connaissance de cette science et de ses effets implique celle de ses racines et de son histoire.

L'accès à la science, si la science est appropriation - et toute connaissance véritable est appropriation - demande comme une nécessité la connaissance critique de cette science dans ses diverses dimensions. A cet égard, le propos de Benjamin Farrington, dans son ouvrage sur la science grecque, est toujours actuel : "Aucune connaissance humaine n'est assurée de ne pas perdre son caractère scientifique pour peu que les hommes oublient les conditions de son origine, les questions auxquelles elle répondait, et les fonctions pour lesquelles elle fut créée. Pour une bonne part, le mysticisme et la superstition des gens éduqués n'est rien d'autre que de la connaissance qui a rompu ses amarres historiques"<sup>5</sup>.

Ce caractère non absolu et non figé concerne tout autant la science comme activité que comme contenu - c'est-à-dire ses résultats et ses propositions, ainsi que sa méthode elle-même. Il est particulièrement sensible lorsqu'il est question de la diffusion, de la réception et de l'intégration de la science telle que nous la concevons aujourd'hui, dans une culture donnée. Mais il n'implique pas pour autant un relativisme intégral, soit qui dissolve ces contenus dans des conditionnements anthropologiques ou sociologiques<sup>6</sup>, soit qui en subordonne toute signification possible à des conceptions philosophiques ou métaphysiques

---

<sup>4</sup> Cf. Paty [1990].

<sup>5</sup> Farrington [1944].

<sup>6</sup> Voir les essais de Paul Feyerabend, certaines conceptions de Thomas Kuhn, et les travaux des diverses écoles 'relativistes' comme celle d'Edinburgh, celle représentée par Bruno Latour, etc. Pour un intéressant débat sur ces questions, cf. Bunge [1991] et Vessuri [1991].

générales <sup>7</sup>. Il s'érige seulement contre tout dogmatisme qui ferait de ce que nous appelons *science* un ensemble de vérités intemporelles, et nous rappelle opportunément que la science est création intellectuelle et production humaine : mais cette proposition n'en épuise en rien la nature -ce que nous appelons science n'est pas n'importe quelle création et production, mais correspond à une spécificité de ses objets et de ses méthodes.

Autant dire que la question d'une définition de la science suivant ses objets et ses pratiques, dans le temps et dans l'espace, est inhérente à ces considérations -et elle touche directement aux motivations des chercheurs des pays de la périphérie pour ce chapitre de l'histoire des sciences : doit-on identifier la

science, objet de cette histoire, à l'activité et aux contenus de connaissance tels que nous les connaissons aujourd'hui, et selon des modalités qui les lient à une technologie élaborée, à une organisation et à une reconnaissance sociales, à une transmission systématique (par son enseignement et sa diffusion) ? Ou devra-t-on, au contraire, même pour la période moderne, s'en donner une acception plus large et plus fondamentale, lui faisant correspondre aussi bien une attitude ou une disposition d'esprit tournée vers la recherche suivant le guide de la raison, cultivant la connaissance à un plan individuel, sans projet systématique, sans déploiement technologique, sans souci spécifique de formalisation, voire sans désir d'aboutir nécessairement à des découvertes totalement originales ?

Sans préjuger encore de travaux d'excellence réalisés dans les pays de la 'périphérie' et restés peu connus ou sous-évalués par l'histoire des sciences 'officielle', et qui répondent à la première acception, étroite, du mot science, il est certain qu'aucune culture, aucune contrée du monde n'est étrangère à l'histoire des sciences, lorsqu'on l'envisage suivant la seconde acception plus large. On conviendra, d'ailleurs, que la 'science' dans cette acception large a été, et reste plus que probablement encore, une condition de possibilité de la première, la science au sens étroit de nos 'standards' actuels.

A coté de la science dans ses réalisations universellement reconnues, voire spectaculaires, se tient la science comme simple effort quotidien pour comprendre le monde. Comme l'écrit le péruvien Marcos Cueto : "Si l'on admet que l'histoire des sciences étudie les efforts - fructueux ou non - prodigués pour comprendre le monde naturel qui environne les hommes, alors la mise au jour du passé scientifique [d'un pays comme le Pérou] est une tâche légitime et une entreprise intellectuelle pleine de perspective". Si cette entreprise est riche de perspectives, c'est bien parce que presque tout y reste à faire, l'histoire des efforts de l'homme pour comprendre son environnement naturel étant, pour l'essentiel, "une histoire non contée"; mais cette histoire est susceptible de révéler des dimensions insoupçonnées en retrouvant ces efforts, poursuivis souvent dans une grande absence de moyens<sup>8</sup>. Et c'est souvent, à cet égard, une histoire aussi

---

<sup>7</sup> Le physicien Erwin Schrödinger, par exemple, interprétait dans ce sens la remarque de Benjamin Farrington citée plus haut, en donnant le commentaire suivant : "Toute science est liée à la culture humaine en général, et les résultats scientifiques, même ceux qui apparaissent sur le moment les plus avancés, les plus ésotériques et difficiles à comprendre, n'ont aucune signification en dehors de leur contexte culturel".

<sup>8</sup> Cueto [1989], p. 21.

héroïque que celle des efforts reconnus et célébrés.

Retenons donc, par-delà les motivations pour l'étude de l'histoire des sciences dans le Tiers-monde, l'intérêt de cette dernière pour l'histoire des sciences en général -et pour la philosophie des sciences-, puisqu'elle fait partie intégrante des données à partir desquelles nous pouvons formuler une conception réaliste de ce qu'est la science. L'histoire des sciences du Tiers-monde fait prendre conscience de l'existence d'une science et de scientifiques de ces pays. L'Argentine était un pays neuf et ne comportait pas encore beaucoup de savants lorsque Darwin la visita en 1833 : il raconte dans son *Voyage d'un naturaliste* que, dans la bonne société argentine de l'époque, l'on croyait encore que la Terre était plate. Mais nous savons au moins, maintenant, que le jugement qu'il en tirait ne tenait pas compte de réalités alors plus cachées, et qu'il n'aurait pu en aucun cas le maintenir quelques décennies plus tard.

Les données, souvent ignorées, de cette histoire des sciences, apportent ainsi pour le moins un correctif à l'histoire des sciences 'principale' : 'correctif' qui peut porter sur un ordre de grandeur aussi important que le terme principal en ce qui concerne certains chapitres marqués par des travaux de qualité remarquable<sup>9</sup>. Ces données neuves sont, en effet, pour une bonne part d'une grande importance qualitative. Leur incorporation dans l'histoire des sciences, et la compréhension de leurs significations propres, conduisent de fait à porter un regard différent, plus neuf et plus actuel, sur la science et son universalité, qui ne seraient pas, sans cette part constitutive. L'on rencontre à cette occasion, nous le verrons, des problèmes nouveaux, soit relatifs à ces données de fait, soit relatifs à des méthodes, et qui constituent autant de défis pour le progrès de la recherche et le débat.

### 1.3. Contre l'oubli de la mémoire

La conscience d'une dimension plus intégrale de l'histoire des sciences et de sa nécessité dans une perspective d'appropriation -qui est aussi celle d'une plus grande universalité- de la science, s'appuie sur deux refus : celui de la mise à l'écart, et celui de l'oubli de la mémoire. C'est souvent un vif sentiment de dignité, c'est-à-dire de légitimité de leur identité -revendiquant la reconnaissance de leurs propres racines-, qui motive les chercheurs originaires de pays du Tiers-monde dans l'entreprise de mise au jour de pans de l'histoire des sciences non pris en compte ou restés ignorés à divers titres jusqu'ici.

Révélatrice à cet égard est l'initiative prise en 1987 par l'Académie des sciences du Tiers-monde<sup>10</sup>, d'instituer un prix d'histoire des sciences décerné tous les deux ans, destiné à récompenser "le meilleur travail de recherche éclairant l'oeuvre d'un savant d'un pays du Tiers monde dont les résultats étaient restés inaperçus"<sup>11</sup>. Ayant eu le privilège d'être l'un des membres du jury pour la deuxième attribution du prix, en 1990, j'ai pu lire les quelques trois mille pages

---

<sup>9</sup> Voir plus bas.

<sup>10</sup> Third World Academy of Sciences (TWAS), fondée en 1983, dont le siège est à Trieste.

<sup>11</sup> Cf. le document pour le prix d'histoire des sciences (TWAS).

que représentaient les trente travaux -parfois de substantielles monographies- soumis au concours et portant sur des savants de (presque) tous les temps et toutes les régions du monde<sup>12</sup>.

Le prix devait, bien entendu, récompenser les qualités propres d'un travail d'histoire des sciences, son originalité et sa profondeur d'analyse, et non les oeuvres exhumées de savants du passé. Mais il constituait en même temps un moyen de connaître et de mettre en valeur des découvertes et des accomplissements scientifiques remarquables, non seulement des périodes ancienne et classique, mais aussi des derniers siècles écoulés. La révélation de telles oeuvres, inconnues ou oubliées, suffirait à justifier le bien-fondé d'une initiative qui favorise la restauration et l'élargissement de la mémoire collective par l'histoire des sciences. La motivation de l'historien prenant les armes de la compétence aboutit à des résultats pleins de signification<sup>13</sup>: la moisson de connaissances obtenues enrichit l'histoire des sciences universelle et fait voir combien il est essentiel de retrouver, préserver, faire connaître et valoriser ce patrimoine de l'humanité<sup>14</sup>. Et l'on doit considérer que la seule compétence d'historiens des sciences sans la motivation y serait demeurée aveugle. Inversement, il va de soi que la motivation sans la compétence est de peu de secours ; elle peut même être nuisible, si elle prend ses préférences idéologiques pour des critères de preuve ou de jugement au détriment du respect des faits, comme cela s'est souvent vu en histoire.

Il se peut que la valorisation de cette partie de l'histoire des sciences résultant d'une motivation toute légitime de la part des meilleurs historiens eux-mêmes entraîne des effets de distorsion, par exemple de perspective. Mais si le contrôle par les faits reste possible, et ouverte la discussion, il n'en va pas alors différemment de l'effet en général de nos préférences intellectuelles sur nos choix d'hypothèses. L'histoire des sciences -comme l'histoire- comporte des enjeux auxquels nul n'est toujours insensible : son objet peut-il rester neutre -ou le devenir ? La portée de la question dépasse le cas qui nous concerne ici : les historiens et les historiens des sciences savent la difficulté, inhérente à leur discipline, de contrôler les multiples facteurs de l'évaluation des faits et leurs interconnexions complexes.

#### *1.4. Un projet anthropologique ?*

---

<sup>12</sup> Les travaux admis à concourir devaient porter sur des œuvres de savants antérieurs au XX<sup>e</sup> siècle.

<sup>13</sup> Qu'il s'agisse d'étude des contenus scientifiques des œuvres proposées, saisis éventuellement dans leurs aspects épistémologiques, ou d'approches qui portent davantage l'accent sur le contexte social et culturel.

<sup>14</sup> On ne saurait trop engager l'Académie des sciences du Tiers-monde, voire d'autres institutions internationale à vocation semblable, à prolonger l'excellente initiative qu'est la constitution de ce prix par la création d'archives et de publications, de quelque sorte que ce soit, par exemple sous la forme d'une collection d'ouvrages à parution périodique, qui constituerait une sorte de mémoire de cette partie de l'histoire des sciences restée dans l'ombre, pour des raisons qui tiennent à la domination économique, politique et culturelle. Une bonne part des essais présentés pour le prix pourraient ainsi être plus largement connus, comme ils le méritent.

On peut aussi poser le problème de la ‘motivation’ d'une autre manière, en élargissant cette dernière, en ‘laïcisant’ ce qu'elle comporte d'idéologie, autrement dit en la rapportant à une dimension ‘anthropologique’ de ce type de recherche. Je ne ferai ici que le suggérer, en empruntant l'idée et la terminologie à l'historien des sciences américain George Sarton. Dans l'introduction de sa monumentale *History of science*<sup>15</sup>, Sarton nous informe d'entrée qu'au soubassement de son travail d'historien des sciences se tient un “projet anthropologique” : à ses yeux, la science révèle l'unité de la nature, et l'histoire des sciences révèle l'unité de la science, témoignant ainsi pour l'unité de l'homme. De sorte que l'histoire des sciences est essentielle pour l'homme, à l'âge de la science, en lui permettant de mieux comprendre sa situation dans l'évolution cosmique.

Quoiqu'il en soit du “projet anthropologique” particulier de Sarton, peut-être tributaire d'une conception linéaire et positiviste, voire scientiste, de la science et du progrès, marquée par son époque et d'ailleurs conçue en réaction contre la menace du chaos pour la civilisation en cas de victoire de l'obscurantisme et de la barbarie nazis, ne pourrions-nous lui emprunter l'idée d'un rapport entre une dimension de l'histoire des sciences et un aspect de notre idée de civilisation ? Le projet de développer ce chapitre particulier de l'histoire des sciences qui porte sur l'étude comparative de leur diffusion, de leur confrontation et de leur intégration possède une dimension anthropologique en ceci qu'il correspond à la volonté de mieux comprendre la science, la culture et le développement dans leurs rapports, pour aujourd'hui et pour demain. Cette perspective sous-tend en effet la démarche d'une importante proportion des chercheurs voués à ce champ d'études. Un tel projet, entraînant un élargissement de la conception de la science comme objet d'analyse historique, permettra peut-être de formuler de nouvelles exigences de méthode susceptibles de rendre l'histoire des sciences davantage scientifique, c'est-à-dire plus appropriée à la nature réelle de cet objet que nous appelons science, en le saisissant d'une manière intégrée, et non plus selon des approches qui le divisent et le réduisent en nous en faisant perdre des aspects essentiels.

Peut-être alors pourrions-nous reconsidérer les questions que, dans notre scepticisme informé par la critique des apparences et par les avatars de l'histoire, nous avons cru devoir laisser de côté, et qui sont après tout peut-être corrélées, sur l'idée de progrès de la connaissance scientifique et sur la possibilité de parler de civilisation mondiale.

## 2. FAITS, MODÈLES, CONCEPTS ET CATÉGORIES

### 2.1. *Eudes de cas et éléments d'analyse.*

Les travaux déjà nombreux sur l'histoire de la diffusion, de la confrontation et de l'intégration des sciences se présentent dans leur ensemble comme autant d'études de cas concernant des conditions géographiques,

---

<sup>15</sup> Sarton [1931].

temporelles et disciplinaires précises. De telles données, qu'elles soient simplement factuelles ou déjà munies d'éléments d'interprétation, sont évidemment indispensables avant tout essai d'explication même partielle, et constituent la base à partir de laquelle des thèmes peuvent être dégagés et des problèmes formulés. Chaque situation est particulière et l'on ne voit pas comment il serait possible de généraliser de l'une à une autre sans beaucoup d'arbitraire. Des études 'différentielles', d'objet restreint mais précises et nombreuses, concernant des situations différentes mais à certains égards comparables (tel est bien le sens originel du terme différentiel : différent mais très proche), peuvent seules permettre des rapprochements légitimes<sup>16</sup>. C'est à partir de ces différences et de ces similitudes, exactement situées, que des concepts et des catégories appropriés pourront être formulés, susceptibles d'éclairer les faits, de les comprendre dans leur réalité propre, et d'élargir le champ des recherches qui leur correspondent.

Tel est, du simple point de vue de l'histoire des sciences et de sa méthodologie, l'un des enjeux fondamentaux des recherches comparatives sur la diffusion et l'intégration des sciences. C'est un enjeu épistémologique, garant de la possibilité d'aborder la réalité de ces questions, c'est-à-dire la matière même de notre approche historique. Le sujet est relativement nouveau, ayant été jusqu'ici étranger aux préoccupations des historiens (comme on le constate, par exemple, à voir les travaux sur l'histoire coloniale en France, qui ne sont pas axés sur les problèmes scientifiques, et où certains aspects du thème n'apparaissent au mieux qu'épisodiquement), aussi bien, comme on l'a dit, qu'à celles des historiens des sciences. Les recherches se sont multipliées depuis les travaux pionniers de Roy MacLeod sur l'Empire britannique et la "science impériale"<sup>17</sup> et les (relativement) nombreuses études sur l'histoire des sciences dans le Tiers monde qui portent sur ce thème concernant notamment le Japon, la Corée, la Chine, l'Inde, l'Amérique latine, l'Iran, la Turquie, l'Égypte<sup>18</sup>.

Les travaux concernés ont fait, au cours des dernières années, l'objet de publications, de rencontres régionales et de colloques internationaux<sup>19</sup>, et se

---

<sup>16</sup> R. Rashed a souligné, dans ses travaux comparatifs sur la périodisation des mathématiques, notamment arabes, et sur la transmission entre des traditions différentes, combien l'on ne peut proposer de conclusions globales (par exemple, sur une science considérée comme un tout), mais seulement "différentielles" (sur des parties bien distinctes et spécifiques de ces sciences). Ainsi écrit-il à propos de la périodisation : "Le seul découpage qui tienne compte des faits historiques eux-mêmes ne peut être que différentiel".

<sup>17</sup> Mac Leod [1982].

<sup>18</sup> La liste des contributions présentées (mais non toutes publiées) au *Colloque Science et empires* réuni en 1990 à Paris présente un bon échantillon des travaux actuellement en cours : cf. Petitjean, Jami, Moulin [1992] ; pour les textes non publiés : p. 393-396.

<sup>19</sup> L'une des premières confrontations d'intérêt régional fut le *Séminar on science and empire*, réuni à New Delhi du 21 au 23 janvier 1985 à l'initiative de Abdur Rahman. Le premier congrès international concernant l'ensemble des situations au niveau de la planète a été le *Colloque Science et empires*, organisé par l'équipe REHSEIS du CNRS et qui s'est tenu à l'UNESCO, à Paris, du 3 au 6 avril 1990 (avec le haut patronage du Président de la République). Pour les actes publiés (partiellement), cf. Petitjean, Jami, Moulin [1992]. Un réseau international de correspondants sur ce thème a, par ailleurs, été mis sur pied, autour d'une Lettre d'informations périodique (*Science and Empires Newsletter*, dont le premier numéro est paru en 1992), coordonnée par l'équipe REHSEIS de Paris et le NISTADS de New Delhi. Dès sa création en 1984, l'équipe REHSEIS (CNRS, Paris), sous l'impulsion de R. Rashed, inscrivait à son programme la réalisation d'études

prêtent déjà à l'étude comparative. Nous aborderons plus loin quelques uns des thèmes qui ressortent de ces recherches. Nous nous demanderons, avant d'y venir, quel genre de perspective théorique l'étude des faits de cette nature autorise. S'agit-il de mettre en place des modèles théoriques sur les conditions historiques du développement ou, plus modestement, des concepts ou des catégories particuliers à ce champ d'étude, accompagnés d'ailleurs de la critique de catégories ou de concepts généraux déjà existants ?

### 2.3. Concepts et catégories

La question de la diffusion de la science moderne a très tôt suscité des approches théoriques d'ambition généralisante, sans doute en raison de ses enjeux apparents, comme le développement, à quoi elle prétend être ordonnée, ou la nature de l'impérialisme, dans le contexte duquel elle s'est effectuée. Mais est-ce la seule, voire la meilleure manière de 'comprendre' les problèmes que posent la diffusion et l'intégration des sciences, que de mettre d'emblée en avant des modèles d'interprétation globale ? De tels modèles, proposés, pour certains d'entre eux, avant même de disposer d'une base factuelle suffisamment solide, et souvent arbitrairement conçus sur le schéma des sciences quantitatives, ne sont-ils pas, dans les meilleurs des cas, schématiques et réducteurs ? Leur 'physicalisme' les rend *a priori* épistémologiquement suspects, car ils ne sont pas justifiés en considération de leur objet, et la simplification de ce dernier pour en faire l'objet du modèle est insoutenable en regard de la réalité.

Or, il est raisonnable, précisément, de s'interroger en premier lieu sur ce que l'on entend par '*comprendre*' le genre d'objet, spécifique, auquel nous avons affaire dans les questions considérées. Comprendre, c'est trouver, dans la diversité des cas et des situations rencontrés, quelque perspective qui les éclaire, qui y favorise des rapprochements, qui permette d'y déceler des similitudes ou, au contraire, de situer des différences pour des faits à certains égards semblables, de reconnaître des relations de cohérence, voire de causalité, et de rapporter ces circonstances à d'autres considérations, connues par ailleurs.

Cette compréhension est avant tout compréhension de faits, et non schéma abstrait d'organisation conçu avant les faits, sinon indépendamment d'eux : elle requiert, comme sa base première, la variété des données factuelles fournies par les études de cas, différentielles et peut-être déjà comparatives. Sa méthode et son moyen sont l'élaboration d'instruments conceptuels appropriés, pensés en fonction de ces faits, et dont la fonction est de permettre de se frayer un chemin parmi ces derniers, et d'y reconnaître des éléments de signification.

Les études comparatives -encore peu nombreuses- qui existent déjà laissent apercevoir de tels éléments rationnels, propres à organiser certains des faits rapportés. Après un retour sur la question des modèles, ce qui suit sera pour l'essentiel consacré à ces aperçus, évoqués à partir de quelques uns seulement des thèmes possibles -ces thèmes étant déjà, d'une certaine façon, la manifestation de catégories comme celles que nous recherchons.

---

comparatives entre des régions de traditions culturelles et de civilisations différentes : sur les premiers éléments du projet, voir Paty & Petitjean [1985].

## 2.2. Critique des modèles

Les modèles d'explication concernant la diffusion et l'intégration des sciences peuvent en principe, d'une manière ou d'une autre, stimuler l'intérêt pour une mise en problèmes théorique des faits de ce domaine, par-delà les accumulations empiriques de simples descriptions: il serait alors juste de parler 'du bon usage et de la critique des modèles, plutôt que de leur opposer, d'emblée, une attitude purement négative. Il semble cependant que les inconvénients surpassent de loin les avantages, et que le 'bon usage' des modèles proposés demeure très problématique. Evoquons sommairement les deux modèles les plus souvent cités.

Le premier est celui des "trois étapes" de George Bassala, selon lequel tout développement scientifique dans une région donnée du monde doit nécessairement suivre, pour parvenir aux configurations et aux valeurs de la 'science occidentale', une progression par paliers, ces paliers ou étapes, conçus comme obligatoires, étant les suivants : science-exploration (celle, par exemple, des voyageurs scientifiques), science coloniale (dépendante de la métropole), science autonome (conçue en continuité avec la précédente et comme son développement)<sup>20</sup>.

En vogue dans les années soixante, ce schéma montra vite ses limites dès qu'il fut confronté aux situations historiques réelles : il faisait notamment abstraction du contexte économique, politique et culturel dans lequel le développement était supposé devoir s'effectuer, comme si la science était introduite dans un désert, et comme si son effectuation pouvait être conçue indépendamment de ces dimensions<sup>21</sup>. Le caractère irréaliste du modèle éclate aux yeux si l'on considère, par exemple, les cas, à l'évidence fort différents, de pays neufs ou de pays ayant derrière eux une tradition scientifique<sup>22</sup>. De nouvelles critiques ont été portées récemment sur ce modèle à partir d'études de cas précis (comme le développement de la science ottomane au contact de l'Occident<sup>23</sup>, ou l'émergence de la science moderne au niveau national en Inde dans les années 1876-1920)<sup>24</sup>.

Prenons les rapports de la science ottomane et de la science européenne : ils ne se laissent pas réduire à un modèle de 'science coloniale' considérée comme un tout, s'étant étendus sur près de cinq siècles et ayant concerné, non pas la science européenne dans sa totalité, mais tel ou tel de ses aspects, suivant les périodes et les intérêts d'un pays qui, par ailleurs, ne répond pas à la qualification de 'périphérique' (non plus d'ailleurs que de nombreux

---

<sup>20</sup> Bassala [1967]. Le modèle proposé de ce développement local est celui des Etats-Unis.

<sup>21</sup> MacLeod [1982], Insker [1985].

<sup>22</sup> Inkster [1985], par exemple, a montré la différence fondamentale entre les deux cas, traités de manière indistincte dans le modèle 'diffusionniste' de Bassala, du Japon, pour lequel il s'agit de "pénétration de la science occidentale dans la science et la culture autochtone, et de l'Australie, pour lequel il s'agit d'une "diffusion de la science dans une communauté scientifique, occidentale".

<sup>23</sup> Ihsanoglu [1992].

<sup>24</sup> Krishna [1992].

autres cas, dont nous reparlerons).

Dans le cas de l'Inde, on a pu montrer que la notion de 'science coloniale' est inadéquate et qu'il convient de distinguer entre différents types d'acteurs ; sans la spécification de catégories distinctes, et sans prendre en compte les conditions intellectuelles, culturelles, sociales et économiques locales, il est impossible de comprendre la dynamique par laquelle, en fin de compte, une science véritablement nationale peut s'implanter. A George. Bassala, V.V. Krishna répond que l'émergence d'une science nationale n'est pas contenue à l'état embryonnaire dans la 'science coloniale', car les acteurs qui suscitent la première ne sont pas les mêmes que les 'gardiens' ou les 'soldats' de la seconde, même s'ils ne sont pas seulement des nationaux et comprennent aussi des étrangers, venus dans le sillage de la puissance coloniale, mais ayant eu à coeur de développer un système éducatif et scientifique approprié aux intérêts du pays où ils se trouvent.

Il apparaît dans tous les cas que le développement scientifique requiert, pour parvenir à maturité, une volonté explicite et effective en direction d'une science nationale. L'on voit déjà des catégories de distinction et de classification et des concepts opératoires se dessiner sous ces objections, que la réalité des faits oppose au modèle simplificateur.

Un autre modèle a été proposé plus récemment par Lewis Pyenson pour rendre compte des diverses stratégies d'expansion relativement aux sciences exactes<sup>25</sup>. Il -s'agit, plus précisément, d'une typologie: l'auteur distribue ces stratégies selon trois axes, "mercantile", "missionnaire", "scientifique", dont les acteurs respectifs sont "commerçants" (au service des intérêts économiques des Compagnies, ils considèrent la recherche scientifique uniquement sous son aspect pratique), "fonctionnaires" (ils intègrent les divers aspects de leur fonction, politique, scientifique, voire religieuse, sans grand développement de recherches, et agissent uniquement dans l'intérêt de la métropole), ou "scientifiques" (plus libres et voués à la recherche). Dans les cas étudiés par Pyenson, la stratégie mercantile serait celle du Canada ou de la Belgique, la stratégie missionnaire serait caractéristique du cas français tandis que la stratégie scientifique le serait du cas allemand, le Royaume Uni relevant des deux dernières, alors que les Pays Bas manifesteraient des caractéristiques des trois.

Le modèle de Pyenson a, certes, le mérite de soulever un certain nombre de problèmes dont la considération est utile, mais il suscite lui aussi de nombreuses critiques<sup>26</sup>. Certes, il s'est volontairement limité au problème de l'utilisation des sciences -et des seules sciences exactes- dans le développement des empires coloniaux. Ce faisant, bien des problèmes importants de la transplantation des sciences européennes sont laissés de côté.

Dans sa typologie à trois axes des stratégies d'expansion de la science européenne, Pyenson s'en tient à cette expansion elle-même et à ses acteurs immédiats, sans accorder d'attention aux conditions locales de réception et de

---

<sup>25</sup> Pyenson [1985a, 1992]. Voir aussi Pyenson [1985b, 1989a et b].

<sup>26</sup> Voir, par exemple, Sasaki [1992] et Tsukahara [1990] à propos des relations nippono-hollandaises dans la première moitié du XIX<sup>e</sup> siècle. Tout récemment, Paolo Palladino et Michael Worboys ont proposé une étude critique approfondie des divers aspects des thèses de Pyenson à laquelle je renvoie (Palladino & Worboys [1992]), sans toutefois partager leur adhésion aux thèses de la construction sociale de la science, dont ils ne semblent pas rejeter les aspects extrêmes.

traditions préexistantes, alors qu'il apparaît nécessaire, même traitant de la seule "expansion", de prendre en compte les deux points de vue, du 'colonisateur' et du 'colonisé' (sans préjuger d'autres distinctions opératoires comme celles proposées, dans le cas de l'Inde, par Krishna<sup>27</sup>). Aucune distinction n'est faite, en ce qui concerne les "agents" ou les vecteurs de la stratégie impérialiste, entre les niveaux forts différents (et non nécessairement cohérents entre eux) de l'Etat ou du gouvernement, de l'administration (coloniale, métropolitaine), et des acteurs comme personnes singulières. Les intentions stratégiques des puissances impérialistes ne sont pas non plus prises en compte : elles pourraient bien relativiser l'apparente neutralité des stratégies d'expansion distribuées autour de l'axe "scientifique" prôné en modèle, alors même qu'il masquerait plus sûrement le caractère impérialiste de l'entreprise (et la vigilance du chercheur elle-même s'y sera laissée surprendre).

Pyenson s'intéresse, en vérité, plutôt qu'à caractériser les formes de l'impérialisme, à montrer comment l'exercice des sciences exactes (qu'il distingue des sciences "descriptives", en s'inspirant des analyses de Kuhn) reste indemne des stratégies ou des idéologies, et comment il correspond au bon côté d'une "mission civilisatrice" de l'Occident, très marquée d'idéalisme<sup>28</sup>.

Il conviendrait, en fait, de différencier les effets considérés en fonction du type de science qui fait l'objet de la transmission : une seule science ne suffit pas pour tirer des conclusions générales sur une stratégie d'expansion et, surtout, les sciences directement utiles aux objectifs de la colonisation ou de la domination (biologie, médecine, météorologie, diverses prospections de ressources, etc.) constitueraient évidemment un indicateur beaucoup plus sensible<sup>29</sup>. En s'en tenant volontairement aux sciences exactes, Pyenson limite sérieusement la portée de son propos. Ajoutons un doute d'ordre général concernant le caractère peu précis des grandeurs choisies pour ce genre de 'mesures' et sur la signification des conclusions qui en sont tirées, ainsi qu'un soupçon sur l'objectivité d'une description schématique, fondée sur des présupposés qui ont l'apparence de préjugés et d'idées reçues, et qui fait penser à l'imagerie d'Epinal.

Il appert toutefois, sans rien céder sur la critique, que les modèles existants, malgré leur schématisation excessif, auront au moins été utiles en stimulant la réflexion et en incitant à la confrontation à des situations réelles, à défaut d'organiser réellement les faits et de les éclairer, ce que l'on attend généralement des idées théoriques.

Terminons cette évocation des modèles et explications théoriques en mentionnant la catégorie de "science-monde" proposée par Xavier Polanco<sup>30</sup> : il ne s'agit pas d'un modèle au sens strict, mais d'un essai d'explication plus général et plus souple, visant à prendre en compte la complexité et la variété des facteurs sociaux et culturels. La "science-monde" est définie, en analogie avec l'"économie-monde" de l'histoire selon Fernand Braudel, comme un système

---

<sup>27</sup> Krishna [1992]. Voir plus haut.

<sup>28</sup> Palladino & Worboys [1992].

<sup>29</sup> Palladino & Worboys [1992] insistent très justement sur cet aspect, et l'illustrent notamment avec le cas de l'Empire britannique et de l'Inde. Voir aussi Worboys [1979], Kumar [1971].

<sup>30</sup> Polanco [1990, 1992].

mondial de la science organisé autour d'un "centre" (qui se déplace au cours de l'histoire), entouré d'une "semi-périphérie" et d'une périphérie. Cette structure du réseau international de la science obéirait à des rythmes de courte durée (correspondant aux conjonctures) et de longue durée (celle de l'histoire), et il est proposé d'analyser les stratégies, ou les configurations, sur chacun des deux rythmes.

### 3. DÉFINITIONS ET DISTINCTIONS À PROPOS DE QUELQUES NOTIONS

Les situations relatives à la question de la diffusion et de l'intégration des sciences, ou à celle des 'stratégies d'expansion des sciences' qui en constitue un aspect, révèlent vite le caractère trop imprécis et parfois inadéquat des concepts que recouvrent les mots employés, comme "expansion", "stratégie", "science", "périphérie"....., utilisés dans l'analyse des situations historiques.

Le terme "expansion", par exemple, tel qu'il est employé dans ces travaux, recouvre plusieurs sens qui correspondent à des notions distinctes et à des niveaux différents de réalité : les problèmes considérés ne sont plus les mêmes si l'on entend par là le "développement des connaissances et leur dissémination", ou une relation de domination avant tout économique et politique, du centre sur la périphérie. "Stratégie" n'est un terme adéquat que lorsqu'il désigne un projet, soutenu par une intention délibérée, alors qu'il est souvent employé -à tort- pour signifier 'configuration' (en anglais 'pattern'), ou disposition, dont le caractère est purement descriptif, et ne présuppose pas nécessairement une planification ou une stratégie au sens propre<sup>31</sup>.

#### 3. 1. Sur la définition de la science

La notion de science elle-même mérite d'être reconsidérée, sous plusieurs aspects. L'un d'eux concerne l'apport dont nous avons parlé plus haut, à savoir l'enrichissement de notre conception de la science par les réalités historiques rencontrées dans les pays de la 'périphérie'. Il nous est opportunément rappelé, en particulier, que la science comme mouvement de connaissance ne s'identifie ni à ses organisations ni à ses applications, et que le développement scientifique ne se confond pas avec le développement technologique et industriel, ni d'ailleurs avec le développement économique et social. Les voies apparentes de la science actuelle dans le 'Premier monde' ne sont pas une norme de ce qu'il est légitime d'appeler "science". On se rend immédiatement compte, en corollaire de cette vérité, de ce que les travaux historiques sur la diffusion et l'intégration des sciences doivent porter et sur des questions de contenu scientifique et sur les facteurs institutionnels, économiques, sociaux et culturels. La difficulté - mais c'est une difficulté méthodologique générale en histoire des sciences - est de mettre en relation ces deux aspects : la science comme contenu (et comme élaboration de ces contenus), et comme pratique et fait social. Seules des études

---

<sup>31</sup> Voir, p. ex., les remarques faites dans les tables-ronde du *Colloque international Sciences et Empires*, Paris, 3-9 avril 1990, cf. Petitjean, Jami, Moulin [1992].

de cas -encore rares- le permettent, par exemple à propos des styles scientifiques<sup>32</sup>, des traditions scientifiques et de leurs confrontations<sup>33</sup>.

D'un autre côté, on doit, lorsqu'on parle de science, spécifier aussitôt de quelle branche de la science il est question. Nous reviendrons sur la différence, importante et fondamentale du point de vue qui nous occupe ici, entre les sciences exactes et les sciences humaines. Mais, même à s'en tenir aux premières -ou, plus précisément, aux sciences exactes et naturelles, ou de la nature-, les cas d'espèce sont très différents suivant que l'on s'intéresse aux mathématiques, ou à la physique mathématique ou théorique, ou expérimentale, ou à la chimie, ou à la géologie et à la minéralogie, ou à la botanique ou la zoologie, voire à la paléontologie, ainsi évidemment qu'à la médecine, à la pharmacologie... Il convient également de distinguer entre les sciences pures et les sciences appliquées. Quant à la technologie, elle constitue un domaine encore à part, possédant aussi de nombreuses différenciations. Chacune de ces branches, chacun des domaines de ce qu'il est convenu d'appeler la science -ou la technique- correspond à des considérations sur des conditions de formations, de traditions, d'environnement, de développement, qui sont très différentes en nature.

### *3. 2. Périodisation de la science*

Le sens même que nous donnons au mot science est également relié au problème de la périodisation, c'est-à-dire de la répartition chronologique des oeuvres et des activités scientifiques suivant quelques grandes périodes : cette répartition correspond aussi à des conceptions différentes de la science. Abstraction faite des sciences de l'Antiquité -puisque nous nous intéressons aux temps modernes-, elle se présente de la manière suivante.

La première période est celle de la science qu'on appelle 'classique' en référence à l'aire méditerranéenne, et elle est cultivée du IX<sup>e</sup> au XVII<sup>e</sup> siècle, au Moyen-Orient et en Europe<sup>34</sup>. C'est à cette période que l'on peut rattacher également la science que l'on appellera 'traditionnelle', qui concerne les autres aires géographiques comme la Chine, le Japon<sup>35</sup>, l'Inde. La filiation entre la 'science classique' et la 'science moderne' est évidente ; bien que la relation soit moins directe, la science 'traditionnelle' a également contribué à la formation de la science moderne.

La situation des sciences précolombiennes pose des problèmes particuliers, puisqu'elles se sont développées sans relation avec les sciences classiques et traditionnelles dont on vient de parler, qu'elles ont été détruites avec les civilisations amérindiennes correspondantes, et qu'elles restent mal connues. Il est cependant légitime de les placer dans la première période, comme 'sciences traditionnelles pré-colombiennes', en parallèle à la science classique méditerranéenne et à la science traditionnelle orientale et extrême-orientale.

---

<sup>32</sup> Cf Paty [1990], chap. 4.

<sup>33</sup> Voir les communications au Colloque international Science et Empires, de de Mo [1990], sur les mathématiques en Chine, de G. Métaillié [1990], sur la botanique en Chine et au Japon.

<sup>34</sup> Rashed [1987], Saliba [1987].

<sup>35</sup> Nakayama [1987].

Les connaissances indigènes (Afrique, Amériques, Océanie) qui se rattachent aux connaissances scientifiques, et ont souvent été incorporées à la science moderne, constituent un cas à part, mais qui ne devra pas, pour autant, être négligé.

La seconde période est celle de la ‘science moderne’ (européenne, ou occidentale), qui va du XVIII<sup>e</sup> siècle européen jusqu'à nos jours, ou du moins jusqu'à la deuxième guerre mondiale, si l'on veut réserver une troisième période pour la science contemporaine et ses importantes mutations. La conception de la science qui correspond à la période de la ‘science moderne’ se caractérise par un propos unitaire, par la préoccupation pour les applications et le rapport direct à la technique, par ses modes d'organisation institutionnelle et, enfin, par la philosophie qui l'accompagne (entendue dans sa diversité, mais dont on peut cependant relever certains axes ou thèmes qui lui sont propres et les débats auxquels elle a donné lieu, symbolisés par les noms de Galilée, Bacon, Descartes, Newton, puis des penseurs des Lumières, puis Kant, Comte, Marx, Spencer, etc.).

La troisième période, qui s'étend de la deuxième guerre mondiale jusqu'à nos jours, constitue un prolongement direct de la ‘science moderne’ ; on peut la distinguer de cette dernière pour mettre en évidence les changements survenus dans la pratique, voire dans la conception même, de la science. On y voit apparaître l'institutionnalisation systématique de l'activité scientifique, la ‘big science’ ou recherche scientifique à gros moyens (avec la physique nucléaire et des particules élémentaires, l'astrophysique, la biologie moléculaire...), l'effet des connaissances scientifiques par leurs applications dans la technologie (biotechnologies, etc.) et leur impact sur la vie de tous les jours, et aussi la planétarisation de la science, avec toutes ses conséquences.

Cette périodisation concerne l'histoire mondiale de la science, vue sous notre perspective actuelle ; d'autres périodisations, plus localisées, ont été proposées par des historiens des sciences pour caractériser soit l'histoire des sciences propre à une aire culturelle donnée, soit l'histoire des relations ou des contacts entre une science traditionnelle et la science moderne. On constate, par exemple, qu'en Chine, le ‘transfert’ de la science moderne ne s'est pas effectué de la même façon à deux époques de contacts avec l'Occident, respectivement au XVIII<sup>e</sup> et au XIX<sup>e</sup> siècles. Les circonstances et les conditions en sont très différentes, tant en ce qui concerne la diffusion que la réception<sup>36</sup>. Cette périodisation ‘locale’ revêt une signification précise : elle exprime en effet que le ‘transfert’ ne peut être réduit à la simple importation d'un produit occidental, conçu comme étranger aux conditions de sa distribution, et comme s'il eût pu s'effectuer dans un terrain vide, par le seul intermédiaire des vecteurs des ‘empires’. Plusieurs études de cas seront, par ailleurs, éclairantes sur cet aspect<sup>37</sup>. La comparaison des situations respectives de ces périodes, quant aux conditions de l'assimilation ou de l'appropriation de tel élément d'une science donnée, s'inscrit en faux contre une conception qui ferait de l'objet de la science un état de chose simplement positif et cumulatif.

---

<sup>36</sup> Horiushi & Jami [1992].

<sup>37</sup> Voir plus loin.

### 3.3. Les ambiguïtés de la notion de 'périphérie'

La notion de 'périphérie', proposée pour rendre compte de la spécificité de la situation actuelle des pays situés loin des centres (où, en particulier, la science est produite majoritairement), est fréquemment invoquée à propos des situations qui nous intéressent ici. Mais son évidence intuitive (au moins apparente) pour un regard contemporain ne la légitime pas pour autant en ce qui concerne l'histoire des sciences. Elle est, dans son utilisation courante, liée à la notion de dépendance, et concerne plutôt les structures de la science et de la technologie actuelles dans les pays considérés, et leur rapport au système de production économique des pays capitalistes développés. Des études sociales et historiques portant sur diverses disciplines scientifiques et institutions dans des pays différents en montrent les limites<sup>38</sup>. Le concept de périphérie ne fait pas une place très naturelle aux aspects historiques et aux évolutions -sans compter la spécificité du champ scientifique- : il ne permet pas de s'intéresser suffisamment aux interactions et aux échanges, à la diversité des contributions, voire à la différence suivant les disciplines, et s'applique mieux à des situations statiques.

On peut, d'un autre côté, faire une différence entre 'science périphériques' et 'science dans la périphérie'<sup>39</sup> : la première serait une science marginale en termes de contenu de connaissance, tant en qualité qu'en quantité des résultats, aussi bien qu'en termes de système scientifique, éducatif et industriel ; la seconde ne se laisse pas enfermer dans cette problématique et laisse ouverte l'éventualité que, dans la 'périphérie', des contributions majeures puissent être apportées à la science, ou encore que la formation scientifique soit de niveau comparable à ce qu'elle est dans les pays du 'centre'. Elle laisse place aussi à des différences dans cette même 'périphérie', où des secteurs avancés peuvent se trouver coexister avec une situation de retard et de marginalité : il suffit d'évoquer à cet égard les cas du Brésil, de l'Inde, du Pakistan. Par ailleurs, la 'périphérie' varie, voire n'a pas le même sens au cours de l'histoire : telle culture qui fut centrale est devenue périphérique (les sciences arabes et des pays d'Islam, par exemple).

En ce qui concerne les grandes civilisations qui ont connu des développements parallèles, avec ou sans interaction entre elles, ce terme n'a même aucun sens, du moins au niveau mondial (mais il reste possible, au niveau local, de considérer la zone d'influence directe de l'une de ces cultures). Il n'est d'aucun secours pour caractériser les civilisations précolombiennes en relation à la science européenne des périodes classique et moderne. En ce qui concerne la situation des pays d'Amérique de la période coloniale jusqu'au XVIII<sup>e</sup> siècle, voire parfois jusqu'au début du XX<sup>e</sup>, le terme ne correspond pas à un état de fait général car, dans certains cas, les différences entre les réalisations scientifiques des savants du centre et de la périphérie (au sens du pouvoir économique et politique) n'étaient pas si marquées: le travail scientifique demandait moins de moyens, les livres et les instruments circulaient; de plus les voyageurs scientifiques et la transplantation

---

<sup>38</sup> Cf., en particulier, MacLeod [1982], Dias, Texeira & Vessuri [1983], Vessuri [1987].

<sup>39</sup> Cueto [1989], p. 28.

de micro-sociétés d'origine européenne (par exemple, dans le cas de l'Argentine) assuraient de constants échanges<sup>40</sup>.

Même lorsque l'on peut réellement parler de périphérie, considérant une tranche de temps récente, cela ne signifie pas pour autant que toute la science de la périphérie soit 'périphérique'. Des travaux remarquables ont pu être effectués, dans les pays de la 'périphérie', ou par des ressortissants de ces pays, qui ne le cèdent en rien à ceux des métropoles. Voir, en Amérique du Sud, les recherches microbiologiques du brésilien Oswaldo Cruz au début du siècle<sup>41</sup>, les travaux d'endocrinologie de l'Argentin Bernardo Houssay<sup>42</sup> qui lui ont valu le prix Nobel en 1947, les travaux sur la physiologie de haute altitude au Pérou<sup>43</sup> ou -les cas sont peut-être mieux connus-, les recherches en Inde des physiciens Raman et Bose, les réalisations, au Japon, de l'école de physique nucléaire, de Nagaoka à Yukawa, pour ne pas parler de la période contemporaine, où les cas se sont multipliés, et les échanges devenus plus nombreux. (Ce serait d'ailleurs un autre chapitre, intéressant pour notre sujet, de considérer les travaux importants faits par des chercheurs originaires de la périphérie dans des laboratoires et institutions scientifiques du 'Premier monde' développé). Ce qui est vrai des découvertes scientifiques l'est aussi, dans un certain nombre de cas, pour des réalisations technologiques (la médecine occupant d'ailleurs une place à part entre les deux).

Tout ceci, sans compter de nombreux travaux pionniers souvent ignorés de l'histoire des sciences faite du point de vue du 'centre'<sup>44</sup>. Plusieurs essais soumis au concours pour les prix d'histoire des sciences de l'Académie des sciences du Tiers-monde portaient sur de tels cas, comme celui du paléontologue argentin Florentino Ameghino<sup>45</sup> ou du docteur José Ramirez, le "père de la botanique au Mexique"<sup>46</sup>, ou les conceptions et les efforts de Digamber Mitra dans sa lutte contre la malaria au Bengale au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle<sup>47</sup> ou, concernant également l'Inde, la personnalité et l'oeuvre du mathématicien Srinivasa Ramanujan<sup>48</sup>.

Ces considérations ont un prolongement actuel, que l'on peut constater à la courte vue et aux effets pervers et réducteurs du *Science Citation Index*, qui élimine d'emblée de ses statistiques la plupart des publications n'appartenant pas au cercle reconnu des producteurs de connaissances scientifiques, défini en fonction de critères qui privilégient les pays industrialisés, voire ceux d'expression

---

<sup>40</sup> Cf. Paty [1992b].

<sup>41</sup> Stepan [1976].

<sup>42</sup> Sur Bernardo Houssay (1887-1971, voir Fogli [1971].

<sup>43</sup> Cueto [1989].

<sup>44</sup> L'histoire des techniques fournirait aussi des exemples. Evoquons la co-invention de la photographie, revendiquée non sans raison par les Brésiliens : c'est au Brésil, en effet, en Minas Gerais, qu'Hercule Florence, peintre français venu avec l'expédition de Langsorff et fixé au pays, obtint le premier cliché sur bitume. d'un paysage, quelque temps avant Nicéphore Niepce. Pour n'avoir pas eu lieu en métropole, cet épisode est resté ignoré du public européen.

<sup>45</sup> Canziani & d'Attelis [1990].

<sup>46</sup> Olvera & Booth [1990].

<sup>47</sup> Sunil Sen Sama [1990].

<sup>48</sup> Sur Srinivasa Ramanujan (1887-1922), cf. Rao [1990].

en langue anglaise<sup>49</sup>.

### 3.5. Remarque sur les sciences humaines et sociales

Les travaux considérés ici concernent essentiellement les sciences exactes et naturelles. Les sciences humaines et sociales, dont l'histoire est différente, présentent également des enseignements fort utiles sous le rapport qui nous occupe. Une opinion répandue parmi les chercheurs spécialistes de ces domaines, y compris dans les pays du Tiers-monde, veut que ces sciences y aient été cultivées dans une situation de dépendance pure et simple des centres et des travaux européens et nord-américains, tout ce qui s'y trouve de valable ayant été importé. Ceux-là même qui font leur une perspective d'appropriation pour les sciences sociales, semblable à ce que nous avons vu pour l'histoire des sciences exactes, considèrent que les recherches en la matière dans les pays dépendants sont marquées par l'aliénation, qui fait adopter des conceptions et des théories liées au contexte de leur application et déphasées par rapport à la réalité locale. Seule la conscience de la situation de sous-développement permet à leurs yeux de développer localement des sciences sociales authentiques et originales, par le choix de leurs objets et de théories qui leur soient réellement adéquates.

La différence de situation avec les sciences exactes réside en premier lieu dans la différence des objets et des méthodes : le chercheur en science humaine ou sociale est impliqué dans son objet d'étude, et cet objet aussi bien que les considérations théoriques qu'on lui affecte sont en règle générale dépendants du contexte social de l'époque. Un autre trait particulier à ces sciences est qu'elles sont d'apparition récente, même si une histoire plus ou moins longue les prépare : c'est en gros au XIX<sup>e</sup> siècle qu'elles se constituent selon des critères d'exigence scientifique. Enfin, elles doivent beaucoup, dans leur constitution même, aux données recueillies dans les pays colonisés ou dépendants et aux réflexions qui ont pu accompagner la collecte de ces données.

Le premier trait, relatif à l'implication du chercheur, qui rend possible l'aliénation théorique -ou même la non adéquation des choix observationnels- en répercutant les effets de la dépendance économique, sociale et politique sur le champ d'étude, laisse également ouverte une éventualité inverse : que les travaux scientifiques relatifs à ce champ soient très liés à une réalité sociale locale qui les suscite ou les oriente. On peut considérer, en d'autres termes, que les circonstances vécues par les chercheurs -circonstances ou expériences qui participent, dans ce domaine du choix de l'objet d'étude- ne sont pas réduites à la seule influence dominante des Puissances, mais constituent un lieu où il est possible de faire preuve de créativité et d'originalité dans la manière de poser des problèmes et de les interpréter.

C'est effectivement ce qui semble bien s'être produit en Amérique latine, à suivre l'intéressante étude faite il y a quelque temps par Maria Isaura Pereira de Queiroz dans le cas du Brésil<sup>50</sup>. Elle décèle plusieurs périodes depuis

---

<sup>49</sup> Voir l'enquête parue sur ce sujet dans *La Recherche* (Gaillard [1989]).

<sup>50</sup> Queiroz [1989].

les premières études anthropologiques et sociales effectuées au XIX<sup>e</sup> siècle, qui manifestent le lien entre la nature des travaux et les circonstances socio-historiques de leur production : une phase “indigéniste”, de 1840 à 1870. reliée à une préoccupation pour l'identité nationale, reflétée également par la littérature, à travers la recherche d'une “brésilianité” qui se démarque du colonisateur ; la phase suivante, qui va jusqu'au début des années vingt, porte la marque de la question de l'abolition de l'esclavage et de l'accès des Noirs à la citoyenneté, et reflète l'inquiétude des groupes hégémoniques ; les années vingt et trente sont marquées par l'affirmation de l'identité brésilienne comme un métissage ethnique et culturel, la capacité à absorber les groupes ethniques et leurs cultures (thème, en littérature de l’“anthropophagie”), dans le contexte d'une immigration massive d'origine européenne, et du risque ressenti de voir se dissoudre la culture originale riche de trois siècles de mélanges variés. En même temps, les études sociales et historiques marquantes de l'époque sont liées aux situations respectives des grandes régions du pays (l'ancienne opulence d'un Nordeste patriarcal dans l'oeuvre de Gilberto Freyre, les luttes sociales révélées par une région en pleine industrialisation comme l'Etat de São Paulo dans l'oeuvre historique de Caio Prado Jr.).

Ainsi, dans un pays comme le Brésil, lorsque les études sociales commencent d'être enseignées, dans les universités nouvellement créées, dès les années trente, les professeurs étrangers ne trouvent-ils pas devant eux une table rase, mais des auditeurs nourris de lectures représentant un siècle de recherches en sciences sociales sur le pays. Les chercheurs qui contribuèrent à la constitution de ce fonds étaient contemporains de ceux (des métropoles) dont les noms marquent les différentes étapes de la constitution de ces sciences, et chez qui d'ailleurs ils puisaient des éléments d'interprétation théorique, en fonction de leurs propres nécessités plutôt qu'en suivant une influence unique. On relèvera enfin que, si les sciences sociales ont suivi, en Europe, un parcours allant de la réflexion en chambre à l'étude des données empiriques, c'est par un chemin inverse qu'elles ont commencé en Amérique latine, avec des investigations empiriques (en raison évidente de la situation des chercheurs dans leur milieu) qui n'étaient pas inhibées par des idées théoriques préconçues (l'idée de valorisation du métissage, en particulier, était profondément originale et contraire à toutes les conceptions anthropologiques ou historiques de l'époque<sup>51</sup>).

#### 4. ELEMENTS COMPARATIFS SUR LES CONDITIONS DE LA RÉCEPTION ET DE L'INTÉGRATION DE LA SCIENCE MODERNE

##### *4.1. La question de l'existence ou non d'une science traditionnelle encore vivante*

Les situations de diffusion de la science moderne sont très différentes suivant les caractéristiques du milieu qui la reçoit. Les cas des pays totalement ‘neufs’ à cet égard sont rares et particuliers, et il s'agit alors, comme dans celui de l'Australie, d'une diffusion dans un milieu européen transplanté. Un autre cas est

---

<sup>51</sup> Aussi bien de Lucien Lévy-Bruhl que de Bronislaw Malinowski : cf. Queiroz [1989].

celui des pays ayant eu une ‘science coloniale’, qui s'est peu à peu transformée au contact avec la science moderne, selon un processus complexe où peuvent intervenir des obstacles posés par les colonisateurs, ou au contraire une promotion délibérée, soit pour des raisons liées aux objectifs de la colonisation (et il s'agit alors de domaines particuliers et bien définis de la science, comme la minéralogie en Nouvelle Espagne à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle), soit par une volonté expresse des élites locales ou des autorités des pays nouvellement indépendants.

Telle était, à l'origine, bien que ce fût d'une manière très spécifique, puisqu'il s'agissait d'une colonie de peuplement très tôt établie (et non, comme en Amérique espagnole ou portugaise, avant tout d'une exploitation pure et simple des richesses du pays par les métropoles), le cas des Etats-Unis d'Amérique du Nord, vite appelés, dès le XIX<sup>e</sup> siècle et surtout au XX<sup>e</sup>, à rejoindre, voire à dépasser (d'abord en l'important dans des conditions favorables), la science européenne.

Le passage d'un état de ‘science coloniale’ à la lente formation de communautés scientifiques par l'assimilation de la science moderne ou de composantes de cette dernière, correspond au cas de la plupart des pays d'Amérique latine. L'Argentine présente une situation particulière dans la mesure où elle s'apparente davantage, du moins dans la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle et dans la première moitié du XX<sup>e</sup>, au cas des ‘pays neufs’, d'immigration européenne massive. Le développement des sciences dans cette période y est très lié à celui des pays d'Europe avec lesquels ses élites étaient en contact étroit, bénéficiant d'ailleurs de nombreuses collaborations de scientifiques de premier plan<sup>52</sup>. Quant aux pays d'Afrique noire et d'Océanie (Afrique du Sud, Australie et Nouvelle Zélande exceptées), ils n'ont pas encore fait l'objet de suffisamment d'études, mises à part l'éducation, la médecine et la santé, pour que l'on puisse s'en faire une idée informée.

Très différents de tous ces cas, sont ceux des pays dans lesquels la science moderne rencontre une tradition scientifique, parfois fort ancienne, comme en Chine, en Corée, au Japon, en Inde, en Iran, en Egypte, en Tunisie et généralement dans les pays d'Islam, sans oublier parmi ces derniers la Turquie<sup>53</sup>. Chacun pose de manière spécifique le problème de la réception et de l'assimilation de la science moderne européenne, étant donné la variété des facteurs qui caractérisent les conditions d'accueil. Parmi ces facteurs, l'existence, indépendamment de la science européenne, de traditions scientifiques et d'une activité dans cet ordre, même si elles se trouvent dans un état de déclin, s'avère d'une importance considérable : le provincialisme ou la décadence ne sont pas le vide<sup>54</sup>.

La structure d'accueil dans ses composantes intellectuelles et mentales, mais aussi au niveau des institutions comme les écoles, qui assurent la transmission de la tradition, ou à celui de la langue nationale, vecteur de cette tradition, est déterminante pour les modalités de l'implantation. Les représentants

---

<sup>52</sup> Cf. Paty [1992b, et en préparation].

<sup>53</sup> *A contrario*, le cas des civilisations précolombiennes, indépendamment du fait de savoir de quelle nature était leurs sciences, est caractérisé par un génocide culturel, d'où résulte une discontinuité entre la tradition ancienne et la science appelée à s'implanter.

<sup>54</sup> Cet aspect est très clairement analysé par Rashed [1992a].

de la tradition classique, fût-elle présentée sous une forme dégradée (notamment dans le cas des pays d'Islam), se trouvent, de fait, être les médiateurs de l'introduction et du 'transfert' de la science moderne d'origine européenne. Cela a pu être montré par des études de cas relatives aux sciences exactes, concernant la Turquie<sup>55</sup>, l'Égypte, la Tunisie, ainsi que l'Iran<sup>56</sup>: tous ces cas ont en commun que leur tradition scientifique, fût-elle en partie oubliée, se rattache à la 'science classique', dans laquelle la science européenne prend son origine.

On trouve une leçon semblable concernant les cas d'autres pays caractérisés par une forte et ancienne tradition, bien que les circonstances en soient différentes. Par exemple, pour la Chine, l'étude de l'introduction de la médecine européenne au Yunnan par une mission protestante à la fin du dix-neuvième siècle a montré que la réception des connaissances importées s'effectue à travers son intégration dans le corpus des connaissances pré-existantes<sup>57</sup>. D'autres études insistent sur la confrontation entre les connaissances traditionnelles et modernes, concernant, par exemple, la médecine ou la technologie, qui mettent en évidence l'intérêt actuel des premières ou le syncrétisme original qui peut en résulter<sup>58</sup>.

Au Japon, la pénétration de la science occidentale fut lente, si l'on considère que les premiers contacts eurent lieu au XVII<sup>e</sup> siècle : c'est une période marquée par l'épanouissement d'une tradition scientifique locale, et par une volonté d'isolement et de rejet des influences extérieures (expulsion des missionnaires). Le XVIII<sup>e</sup> siècle voit une certaine ouverture au monde occidental (surtout à travers les hollandais), et la diffusion d'ouvrages scientifiques traduits en chinois par les Jésuites ; la médecine et la botanique en particulier sont appréciées. Mais la science européenne ne pénètre vraiment que dans la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, lors de la modernisation rapide qui caractérise la restauration Meiji de 1868.

De nombreux problèmes sont dès lors soulevés si l'on considère les circonstances de cette adoption de la science occidentale : conflits entre les pratiques traditionnelles et les connaissances importées, rapports entre les traditions apprises et la notion occidentale de science (notamment en ce qui concerne la botanique et la médecine : de l'intérêt traditionnel pour les plantes médicinales, l'on passe au développement de la botanique comme une connaissance autonome), mises en place de nouvelles institutions d'enseignement, traductions et problèmes linguistiques ... En ce qui concerne les mathématiques, l'existence d'une école traditionnelle (la tradition Wasan) bien développée et vivace avant l'ère Meiji n'est certainement pas étrangère au caractère exceptionnellement rapide de l'assimilation et du développement des mathématiques occidentales<sup>59</sup>. L'une des raisons de ce succès réside également, à vrai dire, dans les besoins de la technologie militaire. Ce qui nous amène -par un biais évident- à l'évocation d'un autre facteur.

L'existence d'une tradition scientifique antérieure ne suffit pas. Le rôle,

---

<sup>55</sup> Ihsanoglu [1992], Elena [1992].

<sup>56</sup> Rashed [1992a].

<sup>57</sup> Hsü [1992].

<sup>58</sup> Satofuka [1990], Sodhi [1990], Wang [1990].

<sup>59</sup> Ianaga [1992], Jami [1992].

dans la réception de la science moderne européenne, du système traditionnel dans lequel les fonctionnaires ont été éduqués aura été, certes, important; mais il aura fallu, pour naturaliser la science et la technologie modernes, une réforme radicale du système d'éducation (comme on le voit, par exemple, dans le cas de l'Egypte de la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle<sup>60</sup>). On soulignera, dans tous les cas considérés où existait une science traditionnelle, l'importance du facteur linguistique, par la possibilité de communiquer la science moderne dans la langue du pays. Voir le rôle considérable joué, en Inde, par les traductions et par les réseaux de diffusion scientifique dans les langues nationales, ordou, bengali ou sanscrit<sup>61</sup>.

#### 4.2. *L'importance d'une volonté des élites et des dirigeants locaux*

Le succès du 'transfert' de la science moderne dans un pays ou une région déterminée est tributaire d'une volonté décidée des élites et des autorités locales. Cela a pu être montré dans des cas très divers comme celui du Japon de l'ère Meiji ou celui de l'Egypte au XIX<sup>e</sup> siècle, ou encore du Mexique. Pour ce qui concerne l'Egypte, ce n'est pas à l'occasion de l'expédition de Bonaparte que la science s'est implantée, mais seulement lors de la création de l'Etat moderne avec Mehemet Ali<sup>62</sup>. La situation pour le Mexique est à certains égards semblable, le parallèle avec l'Egypte étant d'ailleurs accentué par l'existence d'une Commission scientifique accompagnant le projet de domination impériale, mais qui n'eût pas davantage d'effet -sinon épisodique et de caractère individuel- sur le développement de la science au niveau national : celui-ci n'a réellement débuté qu'avec la République de Porfiro Diaz<sup>63</sup>.

Il en va de manière semblable, à travers des situations différentes, pour divers pays d'Amérique latine, parfois avec des effets inverses. Il arrive que les communautés locales s'opposent aux améliorations techniques de l'exploitation minière si elles leur apparaissent favoriser contre elles les intérêts de la métropole. Ou, au contraire, ses efforts entrent en conjonction lorsqu'il est question de créer un enseignement de haut niveau en minéralogie, comme lors de la fondation de l'Ecole des Mines de Mexico dans les dernières années du XVIII<sup>e</sup> siècle<sup>64</sup>. On constate, d'une manière générale, que les universités et les institutions de recherche au sens moderne ne font leur apparition que lorsque l'indépendance nationale est acquise, et sous l'impulsion d'un véritable mouvement dans cette direction (en particulier pour ce qui est de l'Amérique latine<sup>65</sup>).

Les circonstances de l'adoption des mathématiques occidentales en Chine sont très instructives de cette interaction particulière avec les conditions locales. En effet, elle ne commence de s'effectuer vraiment, malgré les contacts

---

<sup>60</sup> Rashed [1992a].

<sup>61</sup> Habib [1985], Krishna [1992]. Voir, pour le cas du Sri Lanka, Mendis [1990].

<sup>62</sup> Rashed [1992a].

<sup>63</sup> Saldaña [1992].

<sup>64</sup> Aceves [1992].

<sup>65</sup> Cf. Paty [1992b]

antérieurs avec l'Europe, qu'au XIX<sup>e</sup> siècle<sup>66</sup>, à la faveur du mouvement d'occidentalisation et de réformes, c'est-à-dire suite à une décision de la part des autorités nationales, d'ailleurs pour des raisons pratiques, en particulier militaires. Cette manière de considérer la science en tant que simple outil limite la portée de son introduction, et ce n'est véritablement qu'au XX<sup>e</sup> siècle que les mathématiques, pour prendre leur cas, seront assimilées. Il est vrai également que cette importation de la science s'effectue dans l'état d'aliénation dû à la domination des puissances occidentales, ce que résume la formule: "du déclin à l'aliénation". Par ailleurs, la connaissance scientifique européenne assimilée alors se trouve dans un statut de subordination par rapport à la philosophie et à la morale<sup>67</sup>.

#### 4.3. La science et l'Etat : la science comme facteur d'intégration

La question des rapports de la science et de l'Etat est en relation directe à ce qui précède. On a constaté, dans la quasi-totalité des cas étudiés, que l'intégration de la science moderne par la création et le développement de structures d'enseignement et de recherche, ainsi que d'institutions qui l'organisent de manière systématique, a été un facteur très important dans la constitution ou la modernisation des Etats. Il n'est pas possible de passer ici en revue les diverses situations où ce fait est manifeste : nous nous contenterons d'évoquer le rôle de la science et des scientifiques dans les mouvements nationalistes d'Amérique hispanique qui ont conduit à l'indépendance : la figure du naturaliste et homme politique José Bonifacio au Brésil<sup>68</sup>, l'expédition botanique de Mutis à travers la Nouvelle Grenade<sup>69</sup>, c'est-à-dire la Colombie et le Vénézuéla actuels, par exemple, ont acquis à cet égard valeur de symboles. Bien des scientifiques se sont d'ailleurs trouvés requis dans des tâches d'encadrement et de gouvernement des jeunes Républiques, dans lesquelles ils ont été absorbés.

Mais les relations tissées ultérieurement entre la science et l'Etat ont connu des avatars bien différents d'un pays à l'autre et, en fin de compte, le développement scientifique n'a pas beaucoup profité, en général, de cette implication d'origine, les projets de scientifiques étant la plupart du temps restés lettre morte<sup>70</sup>. Si le système de la science et de l'Etat au Mexique (à partir de la République de Porfirio Diaz) n'a pas été sans analogie avec celui de la France de la Révolution et du XIX<sup>e</sup> siècle, il semble que ce soit l'aspect idéologique, plutôt que la politique scientifique elle-même, qui y aî été prédominant<sup>71</sup>.

---

<sup>66</sup> Les Jésuites, au XVII<sup>e</sup> siècle, ont apporté des connaissances modernes d'astronomie et de mathématiques, utiles à la réforme du calendrier chinois, et dans une période de redynamisation des mathématiques chinoises anciennes. Mais cette importation était restée très limitée et fragmentaire et ne concernait d'ailleurs qu'une petite élite.

<sup>67</sup> Jami [1992], Horiushi & Jami [1990].

<sup>68</sup> Tarquinio de Souza [1945].

<sup>69</sup> José Celestino Mutis y Bossio (1732-1808) est l'auteur d'une monumentale *Flora de laa real expedición botánica del Nuevo Reino de Granada* en 51 volumes. Cf. Gredillo [1911]. Voir aussi Arboleda [1992].

<sup>70</sup> Voir, par exemple, l'étude des relations entre l'économie et les sciences naturelles en Colombie dans Obregon [1992], et l'évocation d'autres situations latino-américaines dans Paty [1992b].

<sup>71</sup> Saldaña [1992a].

#### 4.4. *Autres facteurs du 'transfert'*

Les études de cas ont permis de mettre en évidence d'autres facteurs qui influent directement sur le succès et sur les caractéristiques de l'intégration de la science moderne. Je me contenterai d'en mentionner ici quelques uns : le choix des disciplines scientifiques ou des technologies, souvent inspiré, de fait, par des considérations pragmatiques, c'est-à-dire en direction des disciplines appliquées (médecine, botanique, mais aussi mathématiques dans le cas du Japon, etc.) ; la nature des disciplines d'«excellence», où les recherches effectuées sont de qualité remarquable (médecine et santé au Brésil et en Argentine, physiologie en altitude au Pérou, etc.). Enfin, il apparaît en toute clarté (par exemple dans le cas de l'Égypte<sup>72</sup> et de pays d'Amérique latine) qu'un 'transfert' qui s'effectue en ne prenant en compte que l'enseignement et la technologie, en l'absence de préoccupation pour la recherche, entretient une dépendance scientifique.

### 5. BRÈVES REMARQUES SUR D'AUTRES THÈMES

#### 5.1. *Institutionnalisation de la science*

L'institutionnalisation de la science, condition de son développement, est tributaire de facteurs et de conditions sur lesquels des éclairages intéressants ont été proposés. Il s'agit, par exemple, du rôle des Musées d'Histoire naturelle dans le processus d'institutionnalisation des sciences naturelles au Brésil<sup>73</sup> ou dans d'autres pays d'Amérique latine. Ou encore, différemment, des facteurs qui ont contribué à la fondation d'universités modernes, comme celle de São Paulo, au Brésil encore, en 1934<sup>74</sup> : facteurs à l'imbrication complexe, faisant intervenir des conditions et des acteurs locaux ainsi que des interactions avec l'étranger, suscitant le développement d'institutions et de réseaux universitaires et scientifiques. Ou la question des rythmes et des structures de cette institutionnalisation de la science, qui se distribue selon une évolution faisant passer des besoins de l'enseignement à ceux de la recherche<sup>75</sup>.

#### 5.2. *Problème des 'contenus scientifiques' en rapport au thème 'Science et empires'*

Le problème des 'contenus scientifiques' en relation au thème 'Science et empires' comporte un aspect général, à savoir celui du rapport entre

---

<sup>72</sup> Rashed [199,2a].

<sup>73</sup> Lopes [1992].

<sup>74</sup> Cf., p. ex., Petitjean [1992a].

<sup>75</sup> Voir, p. ex., Krishna [1992], Raina & Habib [1992].

des contenus scientifiques donnés et la science considérée aussi dans ses autres dimensions, c'est-à-dire comme pratique, comme fait social, comme institutions, et se rattache à la question des 'styles' et des 'traditions scientifiques', et à celle des divers aspects de la réception de tel chapitre d'une discipline donnée<sup>76</sup>. Mais il comporte aussi des aspects plus particuliers, comme les caractères marquants de la formation d'une tradition scientifique locale, tels qu'ils résultent des conditions contextuelles particulières, des profils des différents acteurs ou protagonistes, des influences reçues d'une tradition extérieure assimilée et adaptée ; cela suppose l'examen des contenus scientifiques des enseignements et des travaux de recherche, l'analyse des structures locales dans lesquelles s'insère l'activité en question (écoles d'ingénieurs ou facultés, importance des musées d'histoire naturelle sur la constitution de la science localement, etc.), ainsi que les voies de la transmission et de la formation (livres, traductions, formation à l'extérieur, influence de personnalités venues au pays, etc.). On relèvera, en particulier, l'intérêt des études de cas sur les travaux de recherche remarquables par leur excellence.

Un autre thème important est celui de la naissance ou de la transformation de certaines disciplines à partir des connaissances relatives à ces contrées (ethnologie<sup>77</sup>, médecine tropicale<sup>78</sup>, égyptologie, telle technologie particulière<sup>79</sup> etc.<sup>80</sup>). Un autre encore, celui des commissions scientifiques en rapport au fait colonial (cas des commissions scientifiques d'Égypte et du Mexique, suscitées par la France, ou de la Comisión científica del Pacífico, par l'Espagne<sup>81</sup>): ce qu'elles ont pu représenter au niveau scientifique, d'une part, comme connaissances venant accroître le corpus de la science moderne et, d'autre part, par rapport au développement des pays concernés (éveil scientifique, développement technique et social). Les études proposées concluent à un effet positif quant au premier aspect mais non quant au second : ces commissions ont apporté un inventaire du champ d'études, mais non un transfert de connaissances.

### *5.3. Les vecteurs de la diffusion de la science moderne*

Les vecteurs de la diffusion de la science moderne qui sont la langue, le livre et l'écrit, les institutions scientifiques et techniques, l'enseignement (écoles et universités), les réseaux de spécialistes (sociétés scientifiques, etc.), sont des paramètres importants dans les études de cas sur l'intégration de la science moderne. Les rapprochements font apparaître certains traits comme des invariants à travers la diversité des situations. Il serait possible de préciser encore ces analyses par des enquêtes plus systématiques portant, par exemple, pour les

---

<sup>76</sup> Paty [1990], chap. 4.

<sup>77</sup> Queiroz [1889]. Voir plus haut.

<sup>78</sup> Moulin [1992], Worboys [1990].

<sup>79</sup> Cf., p. ex., Gama [1979].

<sup>80</sup> Dans le cas de l'Inde, on a pu, par exemple, montrer l'effet en retour de la 'science de l'Empire' sur une discipline comme l'entomologie en Angleterre : cf. Worboys [1979].

<sup>81</sup> Cf. Lopez-Ocon [1990].

publications (livres et revues périodiques), sur les librairies et les bibliothèques<sup>82</sup>, sur les importations d'ouvrages (voire les réimpressions locales) et les abonnements, sans oublier le rôle des individus qui fut peut-être considérable (bibliothèques privées de professeurs mises à la disposition de leurs meilleurs étudiants, etc.), sur les politiques de traductions (de quelle initiative ?, par quels traducteurs ?), sur l'édition locale de manuels, de livres techniques et de recherche<sup>83</sup>, de revues, et sur les réseaux de diffusion et le public concerné.

#### 5.4. *Les voyageurs scientifiques et l'universalisation de la science*

Le thème des voyages et expéditions scientifiques est particulièrement riche et n'a fait que commencer d'être étudié sous la perspective qui nous intéresse ici. Il déborde la question de l'intégration et de la diffusion de la science moderne, et touche d'une manière générale à la constitution de cette dernière. Mais ces voyageurs ou leurs oeuvres ont eu en général un impact sur le pays concerné, et c'est cela qui nous intéresse surtout ici. Parmi les nombreuses questions qui soit surgissent directement de la lecture (souvent passionnante) des relations des voyageurs eux-mêmes, soit ressortent des études proposées, la première qui se présente à l'esprit concerne les effets réels de ces voyages du point de vue de la science en général aussi bien que de leurs éventuelles retombées locales, et l'on voit immédiatement que tous ne sont pas de même nature. On devra, de toute évidence, distinguer entre les motivations et les modes de réalisations de ces voyages.

Pour les corsaires et les pirates, les marchands, les militaires et les politiques, la science ne constitue, au mieux qu'une motivation secondaire, et les résultats scientifiques obtenus par leurs entreprises ne sont généralement que d'un intérêt médiocre. Au contraire, les expéditions dont le but était expressément scientifique, même s'il se trouvait mêlé à d'autres motivations<sup>84</sup>, ont fourni des contributions de valeur. Deux grands voyages semblent être d'une importance prépondérante pour la connaissance de l'Amérique du Sud : celui de Alexandre de Humboldt et Aimé Bonpland dans la partie septentrionale, et celui de d'Orbigny dans la partie méridionale. Les motivations pour les voyages scientifiques et les moyens consacrés ne sont pas indépendants des perspectives entrevues sur l'exploration des ressources, comme la cartographie ou la minéralogie le montrent à l'évidence ...<sup>85</sup>

D'un autre côté, un trait frappant de ces missions est leur caractère interdisciplinaire. Dans les situations étudiées, il n'est pas rare que les voyageurs aient une fonction aussi bien comme vecteurs de la dissémination des idées

---

<sup>82</sup> Cf. Hallewell [1982], Osorio [1986].

<sup>83</sup> Voir, p. ex., pour n'en citer qu'un, le manuel de minéralogie ou *Triaité d'Orictogénèse* en deux volumes rédigés par Andrés del Rio à Mexico, très à jour des dernières découvertes et théories, et qui soutient la comparaison avec les meilleurs ouvrages européens de l'époque : Rio [1895-1805].

<sup>84</sup> Voir, sur l'expédition espagnole à la fin du XVII<sup>e</sup> siècle, vers la Patagonie et la côte occidentale de l'Amérique du Sud, Sota Rios [1990]. Ou encore, sur les Commissions scientifiques du Pacifique et du Mexique, Lopes-Ocon [1990].

<sup>85</sup> Yelez [1990], Pimentel [1990].

(Lumières, Révolution française, mais aussi physique newtonienne, etc.), que vis-à-vis de la prise de conscience nationale et sociale (c'est le cas des pays d'Amérique hispanique dans leur chemin vers l'indépendance<sup>86</sup>). Ils exercent aussi une fonction en sens inverse, comme facteurs de l'éveil d'un intérêt de la part des 'centres' ou métropoles envers les contrées 'périphériques' (voir les influences multiples des expéditions et des voyages scientifiques au XVIII<sup>e</sup> siècle sur les idées, notamment philosophiques et politiques<sup>87</sup>, mais aussi sur le développement des sciences naturelles et sur les débuts des sciences de l'homme, ou l'expédition d'Égypte et son effet sur la naissance et le développement de l'égyptologie ... ).

D'autres séries de questions sont soulevées par ces données et par ces questions mêmes en vue de clarifications et de recherches historiques ultérieures, appelant, par exemple, un inventaire des membres des expéditions et de leur répartition par nations, par professions, et selon leurs motivations, ainsi que des changements survenus avec le temps, notamment dans ces deux dernières catégories, ainsi également que par régions géographiques, et par périodes ; une sociologie et une typologie intellectuelle des savants voyageurs et des membres des expéditions, et les circonstances de leur participation (vocations, modalités de recrutement ou de contractation), un descriptif des attitudes à l'égard des voyageurs de la part des métropoles aussi bien que des élites locales (que l'on pense, par exemple, à l'hostilité espagnole contrastant avec le bon accueil réservé par les péruviens aux membres de l'expédition de La Condamine pour la mesure d'un degré de méridien<sup>88</sup> ; une évaluation des connaissances acquises suivant les disciplines, car l'importance et la qualité des résultats ne sont pas fonction seulement des motivations et des priorités données aux buts des expéditions, mais des spécialités concernées ; évaluation qui permettrait de mesurer l'impact de ces connaissances, et donc des voyages, sur la science européenne (du XVI<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle, voire encore au XX<sup>e</sup>).

Un thème particulièrement instructif serait celui des 'voyageurs inverses', c'est-à-dire provenant des pays extra-européens vers l'Europe : voyageurs des pays d'Islam (de l'Égypte de Mehemet Ali) ; voyageurs d'Amérique latine, comme José Bonifacio qui, venu du Brésil, voyagea en Europe comme géologue et minéralogiste avant de retourner dans son pays où il joua un rôle politique important aux lendemains de l'indépendance ; voyageurs d'autres pays et contrées. L'on pourrait tenter des comparaisons entre les profils, les motivations, les contenus des observations, de ces voyageurs de la période moderne et ceux des voyageurs anciens, par exemple musulmans, des pays d'Islam ou de l'Inde. L'on décèlerait peut-être des permanences, de la période plus ancienne aux voyages modernes à but scientifique jusqu'au XIX<sup>e</sup> siècle.

Peut-être obtiendrait-on aussi par là des lueurs sur l'existence et sur la nature d'un rapport éventuel entre l'activité des voyageurs scientifiques et l'universalisation de la science. Celle-ci serait alors en quelque sorte la réalisation, selon l'une des figures de la modernité, de l'universalité chantée par le poète portugais Luiz Camoens dans ses *Lusiadas*, qui transcende le cas particulier d'un

---

<sup>86</sup> Mais cette raison n'est pas exclusive et l'on a souligné l'importance d'autres facteurs tels qu'une tradition libertaire espagnole, ou la pensée propre des créoles...

<sup>87</sup> Voir, p. ex., l'ancienne étude de Mello Franco [1937].

<sup>88</sup> Voir la relation de la Condamine et, p. ex., Lafuente & Delgado [1984].

voyage comme celui de Vasco de Gama ou d'un peuple comme celui du Portugal pour exprimer "l'aventure symbolique de la communication humaine à l'échelle universelle" et faire "la vérification pour ainsi dire expérimentale que l'humanité est une seule, partout semblable et différente"<sup>89</sup>.

## BIBLIOGRAPHIE

ACEVES, Patricia [1987]. La difusión de la ciencia en la Nueva España en el siglo XVII : la polémica en torno a la nomenclature de Linneo y Lavoisier, *Quiipu* 4, 1987 (n°3), 357-385.

- [1992]. The first chair of chemistry in Mexico (1796-1810), in Petitjean *et al.*, 1992, p. 137-146.

d'AMBROSIO, Ubiratão [ed., 1989]. *Anais do Secundo Congresso Latino-Americano de Historia da Ciência e da Tecnologia*, São Paulo, 1988, Nova Stella/EDUSP, São Paulo, 1989.

ARBOLEDA, Luis Carlos [1992]. Science and nationalism in New Granada on the eve of the revolution of independence, in Petitjean *et al.* IW2, p. 247-@.

BASALLA, George 1967. The spread of western science, *Science* 156, 1967, 616-22.

BUNGE, Matio [1991]. Una caricatura de la ciencia: la novissima sociologie de la ciencia, *Interciencia* 16, n°2. mar.-abr. 1991, 60-68.

CALDERON, Humberto R. *et al.* [1992]. *La ciencia en Venezuela pasado, presente y futuro*, Cadernos Lagoven, Caracas, 1992.

CANZIANI, G.A. et d'ATTELIS, C.E. [1990]. The crown of knowledge. Florentino Ameghino (1854-1922), essai soumis au concours pour le prix d'histoire des sciences de la *Third WorldAcademy ofscience* (inédit, TWAS, 1990).

CUETO, Marcos [1989]. *Excellencia científica en la periferia. Actividades científicas e investigación biomédica en el Perú, 1890-1950*, GRADE/CONCYTEC<sup>90</sup>, Lima, 1989.

DANTES, Maria Amelia M. [1992]. Le positivisme et la science au Brésil, in Petitjean *et al.* [1992], p. 165-172.

DELAPORTE, François [1990]. Le statut épistémologique de la médecine tropicale, Communication (non publiée) au *Congrès international Science et empires*, Paris, avril 1990.

DEL RIO, Andrés Manuel [1795-1805]. *Elementos de Orictognosia*, 2 vols., Zùniga y Ontiveros, Mexico : vol. 1, 1895 ; vol. 2, 1805. Ré-impression facsimile, éditée avec une Etude introductive par Raúl K. Kogan, Universidade autónoma, Mexico, 1992.

DIAS, Elena, TEXERA, Yolanda & VESSURI, Hebe [1983]. *La ciencia*

---

<sup>89</sup> Lourenço [1988].

<sup>90</sup> GRADE : Grupo de Analisis para el desarrollo ; CONCYTEC : Consejo Nacional de Ciencia y Tecnologia.

*periférica. Ciencia sociedade en Venezuela*, Monte Avila ed., Caracas, 1983.

DROUIN, Jean-Marc [1989]. De Linné à Darwin : les voyageurs naturalistes, in Serres, Michel (éd.), *Eléments d'histoire des sciences*, Bordas, Paris, 1989.

DUCHESNE, Raymond [1992]. La France et l'émergence des sciences modernes au Canada français (1900-1940), in Petitjean *et al.* 1992, p. 331-338.

ELENA, Alberto [1992]. Models of european scientific expansion : the Ottoman empire as a source of evidence, in Petitjean *et al.* 1992, p. 259-267.

FARRINGTON, Benjamin [1944]. *Greek science. Its meaning for us*, 1944-, Penguin books, 1953 ; trad. fr., *La science grecque*, Payot, Paris, 1960.

FOGLIA, V. [1971]. Bernardo Alberto Houssay (1887-1971), *Acta physiologica latino-ainericana* 21, 1971, 267-285.

FRANCO, Affonso Arino de Mello [1937]. *O indio brasileiro e a Revolução francesa. As originas brasileiras da teoria da bondade natural*, José Olympio, Rio de Janeiro, 1937.

GAILLARD, Jacques [1989]. La science du tiers monde est-elle visible?, *La Recherche* 20, 1989 (n°210, mai), 636-640.

GAMA, Ruy [1979]. *Engenho e tecnologia* (thèse, 1979), Duas Cidades, São Paulo. 1983.

GREDILLA, A. Federico [1911]. *Biografía de José Celestino Mutis con relación de su viaje y estudios practicados en el Nuevo Reino de Granada*, Madrid, 1911.

HABIB, Irfan [1985]. Institutional efforts : popularization of science in the mid nineteenth century, *Fundamenta scientiae* 6 (n° 4), 1985, 299-312.

HALLEWELL, Laurence [1982]. *Books in Brazil. A history of the publishing trade*, Scarecrow press, Metuchen (N.J.) and London, 1982. Trad. port (bras.) por Maria da Penha Villalobos e Lolio Lourenço de Oliveira, *O livro no Brasil (sua historia)*, T.A. Queiroz/ EDUSP, Sao Paulo, 1985.

HORIUSHI, Annick & JAMI, Catherine [1990]. Exposé de synthèse des sessions sur les sciences en Extrême-Orient (non publié) au Congrès international *Science et empires*, Paris, avril 1990.

HSÜ, Elisabeth [1992]. The réception of scientific medicine in China : examples from Yunnan, Communication (non publiée) au Congrès international *Science et empires*, Paris, avril 1990.

IHSANOGLU, Ekmeleddin [1992]. Ottomans and european science, in Petitjean, Jami, Moulin [1992], p. 37-48.

INKSTER, Ian [1985]. Scientific enterprise in historical context, *Social studies of science* 15, 1985, 677-706.

IYANAG,A, Shokichi [1990]. Développement des mathématiques au Japon dans la période 1870-1920, in Petitjean, Jami, Moulin [1992], p. 89-102.

JAMI, Catherine [1992]. Western mathematics in China, seventeenth century and nineteenth century, in Petitjean, Jami, Moulin [1992], p. 79-88.

KRISHNA, V.V.[1992]. The colonial 'model' and the emergence of national science in India : 1876-1920, in Petitjean, Jami, Moulin [1992], p. 57-72.

KUMAR, Deepak [ed., 1991]. *Science and empires: essays in Indian contexte*,

Anamika Prakashan, New Delhi, 1991.

KUMAR, Deepak [1992]. Problems in science administration : a study of the scientific surveys in British India, 1757-1900, Communication (non publiée) au Congrès international *Science et empires*, Paris, avril 1990.

LAFUENTE, Antonio & DELGADO, Antonio [1984]. *La geometrización de la Tierra. Observaciones y resultados de la Expedición geodésica hispano-francesa al Virreynato del Perú (1735-1744)*, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas, Madrid, 1984.

LAFUENTE, Antonio et SALDAÑA, Juan José [1987]. *Nuevas tendencias en la historia de las ciencias*, CSIC, Madrid, 1987.

LOPES, Maria Margaret [1992]. Brazilian museums of natural history and international exchanges in the transition to the 20 th century, in Petitjean *et al.*, 1992, p. 193-200.

LOPES-OCÓN, Leoncio [1990]. La Comisión científica del Pacífico y la Comisión científica del México (1864-1867) : paralelismos y divergencias de dos proyecciones latinoamericanas de la ciencia europea, Communication (non publiée) au Congrès international *Science et empires*, Paris, avril 1990.

LOURENÇO, Eduardo [1988]. L'épopée lusitanienne, *Critique*, sept. 1988.

MACLEOD, Roy [1982]. On visiting the moving metropolis : reflections on the architecture of imperial science, *Historical records of Australian science* 5, 1982, n°3, 1-16; également in Reingold, Rothenberg [1987].

MACLEOD, Roy [ed., 1988]. *The Commonwealth of science: ANZAAS and the scientific enterprise in Australia, 1888-1988*, Oxford University Press, Melbourne, 1988.

MENDIS, Soma Kuma [1990]. Communicating modern science in local languages in developing countries : case study from Sri Lanka, Communication (non publiée) au Congrès international *Science et empires*, Paris, avril 1990.

METAILLÉ, Georges [1990]. Chinese and Japanese responses to 'European botany', Communication (non publiée) au Congrès international *Science et empires*, Paris, avril 1990.

Mo, de [1990]. Study of Euclid's *Elements* in Shu Li Jing Yun (*Quintessence of mathematics*, 1723), Communication (non publiée) au Congrès international *Science et empires*, Paris, avril 1990.

NAKAYAMA, Shigeru [1987]. Periodization of the East Asian history of science, *Revue de Synthèse* 108, 4<sup>e</sup> série, n° 3-4, juillet-décembre 1987, 375-380.

OBREGON, Diana [1992]. Trade and the natural sciences in the United States of Columbia, in Petitjean *et al.* 1992, p. 137-146.

OLVERA, H.F. et BOOTH, H.O. [1990]. Doctor José Ramirez. Life and work, essai soumis au concours pour le prix d'histoire des sciences, Third World Academy of Science (inédit, TWAS, 1990).

OSORIO, I. [1986]. *Historia de las bibliotecas novohispanicas*, Secretaria de Educación Pública, México, 1986.

PALLADINO, Paolo & WORBOYS, Michael [1992]. Science and imperialism, *Isis*, 1992 (août, sous presse).

PATY, Michel [1990]. *L'analyse critique des sciences, ou le tétraèdre épistémologique (sciences, philosophie, épistémologie, histoire des sciences)*, L'Harmattan, Paris, 1990.,

- [1992a]. Les débuts de la physique mathématique et théorique au Brésil et l'influence de la tradition française, *in* Petitjean, Jami, Moulin, 1992, p. 173-191.

- [1992b]. L'histoire des sciences en Amérique latine, *La Pensée*, n°288-289, 1992, 21-45.

- [1992c]. Le voyage d'Einstein en Amérique du Sud en 1925 et son contexte scientifique, Contribution au *Congresso Internacional America 92 : Raizes e trajetorias*, São Paulo et Rio de Janeiro, 16-27 août 1992.

- [en préparation]. La physique en Argentine et au Brésil à l'époque de la réception de la théorie de la relativité, à paraître dans Paty, Michel, Petitjean, Patrick & Rashed, Roshdi (eds.), *Traditions scientifiques et expansion européenne*, Presses universitaires de France, Paris (en préparation).

PATY, Michel et PETITJEAN, Patrick [1985]. Sur l'influence scientifique française au Brésil entre le dix-neuvième et le vingtième siècles, *Cahiers des Amériques latines*, nlle série, n° 4, hiver 1985, 31-48.

PETITJEAN, Patrick [1992]. Autour de la Mission française pour la création de l'université de São Paulo (1934), *in* Petitjean et al. [1992], p. 339-362.

PETITJEAN, Patrick, JAMI, Catherine & MOULIN, Anne-Marie [eds., 1992], *Sciences ad Empires*, Kluwer, Dordrecht, 1992.

PIMENTEL, Juan [1990]. Communication (non publiée) au Congrès international *Science et empires*, Paris. avril 1 990.

POLANCO, Xavier [ed., 1990]. *Naissance et développement de la science-monde. Production et reproduction des communautés scientifiques en Europe et en Amérique latine*, La Découverte, Paris, 1990.

POLANCO, Xavier [1992]. World-science : how is the history of world science to be written ?, *in* Petitjean et al. 1992, p. 225-242.

PYENSON, Lewis [1985a]. Functionaries and seekers in Latin America : missionary diffusion of the exact sciences, 1850-1930, *Quipu*, 2, 1985, 387-422.

- [1985b]. *Cultural imperialism and exact sciences : German expansion, 1900-1930*, New York, 1985.

- [1989a]. *Empire of reason: exact sciences in Indonesia, 1840*, Brill, Leiden, 1989.

- [1989b]. Pure learning and political economy : science and european expansion in the age of imperialism, *in* Wisser et al [ 1989], p. 209-278.

- [1992]. Typologie des stratégies d'expansion en sciences exactes, *in* Petitjean, Jami, Moulin [1992], p. 211-217.

QUEIROZ, Maria Isaura Pereira de [1989]. Desenvolvimento das clências sociais na America latina e contribuição européia : o caso brasileiro, *Ciencia e Cultura* (SBPC, São Paulo), 41, 1989 (n° 4, abril), 378-388.

RAO, K. Srinivasa [1990]. The life and work of Srinivasa Ramajuan (1887-1922), Essai soumis au concours pour le prix d'histoire des sciences de la Third World

Academy of Science (inédit, TWAS, 1990).

RAINA, Druv et HABIB, Irfan [1992]. Technical content and social context : locating technical institutes. The first two decades in the history of Kala Bhavan, Baroda (1890-1914), in Petitjean, Jami, Moulin [1992], p. 121-136.

RASHED, Roshdi [1978]. La notion de science occidentale, in Forbes, E.G. (ed.), *Human implications of scientific advance*, Edinburgh, 1978, p. 45-54 ; repris dans R.R., *Entre arithmétique et algèbre*, Les belles lettres, Paris, 1985.

- [1987]. La périodisation des mathématiques classiques, *Revue de Synthèse* 108, 4è série, n° 3-4, juillet-décembre 1987, 349-360.

- [1992a]. Science classique et science moderne à l'époque de l'expansion de la science européenne, in Petitjean, Jami, Moulin [1992], p. 19-30.

- [1992b]. Conférence au *Congresso Internacional America 92 Raizes e trajetorias*, São Paulo et Rio de Janeiro, 16-27 août 1992.

RASHED, Roshdi, SALIBA, George, NAKAYAMA, Shigeru, et JOLIVET, Jean [1987]. Périodisation en histoire des sciences et de la philosophie, *Revue de Synthèse* 108, 4è série, n° 3-4, juillet-décembre 1987, 349-416.

REINGOLD, N. et ROTHENBERG, M. [eds., 1987]. *Scientific colonialism : a crosscultural comparison*, Smithsonian Institution Press, Washington, 1987.

SALDAÑA, Juan-José [1989]. La influencia de la Revoluci,6n francesa en la modernisaci,6n cientifica de México, *Arbor* (Madrid), n° 527-528, 1989, 135-158.

- [1992]. Science et pouvoir au XIX è siècle : la France et le Mexique en perspective, in Petitjean *et al.*, 1992, p. 153-164.

SALIBA, George [1987]. The role of Maragha in the development of Islamic astronomy : a scientific revolution before the Renaissance, *Revue de Synthèse* 108, 4è série, n' 3-4, juillet-décembre 1987, 361-374.

SARTON, George [1931]. *Introduction to the history of science*, William and Wilkins, 3 vols. en 5 tomes, Baltimore, 1931 ; Krieger, Hutington, New York, 1975.

SASAKI, Chikara [1992]. Science and the japanese empire, 1868-1945 : an overview, in Petitjean, Jami, Moulin [1992], p. 243-246.

SATOFUKA, Fumihiko [1990]. Ethnotechnology and modern technology in Japan. From the lessons of the Meiji expérience, Communication (non publiée) au Congrès international *Science et empires*, Paris, avril 1990.

SCHROEDER-GRUDEHUS, Brigitte [1966]. Caractéristiques des relations scientifiques internationales, 1870-1914, *Cahiers d'histoire mondiale* 10, 1966, 161-177.

SCHRÖDINGER, Erwin [1950]. Are there quantum jumps ?, *The British Journal for the Philosophy of science*, 3, 1952, n°10.

SONDHI, Sunil [1990]. Syncretism of indian and western medicine, Communication (non publiée) au Congrès international *Science et empires*, Paris, avril 1990.

SOTA Rius, Juan de la [1990]. Communication (non publiée) au Congrès international *Science et empires*, Paris, avril 1990.

STEPAN, Nancy [1976]. *Beginnings of brazilian Science : Oswaldo Cruz Medical Research and Policy*, New York, 1976.

- [1992]. The pan-american experiments in eugenics, in Petitjean *et al.* 1992, p. 201-208.

SUNIL SEN, Sarma [1990]. Causes of epidemic fever in Bengali, India. A nineteenth century concept and controversy, essai soumis au concours pour le prix d'histoire des sciences de la Third World Academy of Science (inédit, TWAS, 1990).

TARQUINIO DE SOUZA, Octávio [1945]. *José Bonifacio*, José Olympio, Rio de Janeiro, 1945; 4ème éd., Itatiaia/EDUSP, São Paulo, 1988.

TSUKAHARA, Togo [1990]. How does the japonese case fit in the model of Pyenson's theory ? From the viewpoint of dutch-japonese relations in the first half of the 19th century, Communication (non publiée) au Congrès international *Science et empires*, Paris, avril 1990.

UPAWANSA, G.K. [1990]. Advancement of science reveals scientific basis of ancient technologies, Communication (non publiée) au Congrès international *Science et empires*, Paris, avril 1990.

VEGAS-VELEZ, Manuel [1990]. Les voyageurs français au Pérou (XVIIè et XVIIIè siècles), entre les intérêts commerciaux et les observations scientifiques, Communication (non publiée) au Congrès international *Science et empires*, Paris, avril 1990.

VESSURI, Hebe [ed., 1987]. *Dinámica científica en la periferia*, 2 vols, San José de Costa Rica, 1987.

- [1991]. Perspectivas recientes en el estudio social de la ciencia, *Interciencia* 16, n°2, mar.-abr. 191, 69-77.

WANG, Bing [1990]. Western science, technology and medicine in China during the 17th -19th centuries, Communication (non publiée) au Congrès international *Science et empires*, Paris, avril 1990.

WISSER, R.P.W., Bos, H.J.M., PALM, L.C., SNELDERS, H.A.M. [eds., 1989]. *New trends in the history of science*, Rodopi, Amsterdam, 1989.

WORBOYS, Michael [1979]. *Science and British colonial imperialisim, 1895-*

- [1990]. British colonial science policy, 1890-1914, Communication (non publiée) au Congrès international *Science et empires*, Paris, avril 1990.

ZOYSA. A. de et PALITHARATA, C.D. [1990]. Models of European scientific expansion : a comparative description of 'classical' medical science at the time of introduction of european medical science to Sri Lanka, and subsequent development to present, Communication (non publiée) au Congrès international *Science et empires*, Paris. avril 1990.