

I. PRESENTATION DE L'EQUIPE REHSEIS

Créée depuis 1984, l'équipe REHSEIS s'est caractérisée dès l'origine par son ancrage interdépartemental au sein du CNRS.

Jusqu'il y a peu, elle réunissait des chercheurs dépendant des sections 1, 33 et 35 du Comité national, et se trouvait ainsi en relation avec les départements Sciences Humaines et Sociales, d'une part, Sciences Physiques et Mathématiques, de l'autre. Elle faisait de plus, en tant qu'équipe, l'objet d'une double évaluation (sections 35 et 1).

Cette tendance s'est confirmée depuis 2002. D'une part, les liens de l'équipe avec la section 33 se sont renforcés, avec l'affectation à REHSEIS d'une nouvelle entrante, Florence Bretelle-Establet, ainsi que d'un chercheur dépendant de cette section, M. Teboul. L'unité a d'ailleurs demandé à être évaluée également par cette autre section.

D'autre part, depuis 2002 également, REHSEIS a tissé des liens avec le département des Sciences de la Vie, puisqu'un chercheur, recruté sur un poste fléché de la section 30, Stéphane Schmitt, a été affecté à l'équipe, tandis qu'en parallèle, un chercheur de cette même section dont les travaux avaient dans les dernières années évolué vers l'histoire des sciences, Yves Cambefort, demandait son rattachement à REHSEIS.

Sur un autre plan, l'équipe a lancé, ou est en passe de lancer, de nouveaux projets avec des chercheurs relevant des STIC. C'est le cas des réflexions qui ont été menées sur les usages qu'il était loisible d'avoir de l'*Encyclopédie*, une fois qu'elle était disponible sur support électronique. C'est également le cas des tentatives conduites pour mettre les œuvres de D'Alembert en ligne (voir **II.5**). C'est enfin le cas avec le projet de description linguistique de textes scientifiques mené aujourd'hui conjointement avec l'IRIT (Toulouse, voir **II.7**). Il est donc prévisible que l'équipe sera amenée à établir dans un futur proche des liens avec le département des STIC.

Comme ce parcours l'indique, REHSEIS entend garder un lien fort non pas seulement avec l'histoire et la philosophie, mais également avec les mathématiques, la physique et les sciences de la vie. Elle travaille de surcroît à établir des collaborations avec les nouveaux domaines constitués.

La formation des chercheurs de l'équipe illustre cette volonté. Si la plupart d'entre eux ont d'abord suivi des études scientifiques, d'autres viennent de l'histoire ou de la philosophie. Cependant, de façon générale, ils disposent d'une double formation qui leur permet de mener leurs recherches sur des bases solides.

REHSEIS se définit, aux yeux de ses membres, par un certain nombre d'options fondamentales.

Tout d'abord, nous partageons la conviction que nos recherches, aussi diverses qu'elles puissent être, doivent être fermement ancrées dans une connaissance approfondie

des œuvres scientifiques. C'est seulement sur cette base que nous entendons déployer des projets attentifs aux divers aspects de l'activité scientifique, conceptuels comme sociaux ou institutionnels. L'équipe mène ainsi, on le verra dans ce qui suit, des recherches sur des questions variées, qui vont de l'examen des contenus de ces sciences et de leurs élaborations conceptuelles à des analyses des dimensions sociales et politiques de l'activité savante, des transmissions et des circulations internationales du savoir, et en particulier des modalités de la diffusion des sciences à travers les frontières culturelles.

REHSEIS souscrit à l'idée que les travaux de ses membres ont tout à gagner du fait de se mener dans un esprit d'ouverture à l'égard des différentes approches des sciences et des diverses manières d'interroger les sources, conceptuelles, historiques, philosophiques, sociologiques, ou anthropologiques, et opte pour une conception large de ce qui peut être conçu comme science, considérant les époques et les cultures étudiées.

En particulier, l'équipe souhaite maintenir, en son sein, une double activité d'histoire et de philosophie des sciences. Ses membres s'accordent à penser que la philosophie peut bénéficier à l'histoire des sciences et souhaitent, inversement, voir se développer une philosophie qui soit enracinée dans l'observation des données historiques relatives aux sciences. Ce pari ne va pas de soi, mais nous partageons la conviction qu'il mérite d'être tenté.

L'équipe REHSEIS se caractérise de plus par un objectif, affirmé dès sa création : contribuer à ce que se développent, en histoire et en philosophie des sciences, des travaux qui appréhendent la science à l'échelle internationale. Trop souvent, la réflexion sur des problèmes d'histoire ou de philosophie ne prend en considération qu'un ensemble restreint des matériaux susceptibles de la nourrir. Trop souvent, elle se limite aux sources occidentales, promouvant ainsi une vision partielle des faits, dommageable à son plein déploiement. Cette pratique a son histoire, et REHSEIS entend l'explorer (voir **II.6.3**). Mais l'unité travaille également à changer les habitudes en la matière. A ce titre, elle est sans doute pionnière aujourd'hui au niveau international.

Le projet « Sciences et empires », un des axes fondateurs de REHSEIS, constituait un premier effort en ce sens. Et les travaux qui se mènent aujourd'hui sur l'Amérique latine, au sein de l'unité, le prolongent. C'est à cet objectif que répond également la mise en place, au cours des dernières années, d'un projet d'« Histoire des sciences en Asie ». REHSEIS abrite désormais un groupe important de chercheurs sur ce domaine, et se doit de développer des recherches spécialisées à ce sujet. Mais nous tenons à affirmer que ce projet ne procède en rien d'une volonté d'importer, en histoire des sciences, un découpage inspiré par les « aires culturelles ». Notre intention est, au contraire, de développer l'histoire des sciences en Asie au sein de l'histoire des sciences, en vue de permettre que, sur une base spécialisée forte, il puisse émerger des projets qui saisissent, à des fins théoriques, la science d'un point de vue global. Là encore, si le pari mérite d'être tenté, il n'est pas facile à gagner. Nous en sommes conscients, mais nous souhaitons maintenir ce cap.

Les pages qui suivent visent à rendre compte du travail qui s'est mené dans l'équipe ces quatre dernières années.

Nous évoquerons, dans un premier temps, les actions engagées pour structurer le laboratoire et offrir à ses membres les meilleures conditions de travail possibles.

Le second temps décrira le renouvellement assez important que le groupe de

chercheurs définissant l'équipe a connu au cours des dernières années. Nous le concluons par la donnée des organigrammes qui saisissent la situation de REHSEIS aujourd'hui.

Le troisième temps esquissera les modalités du travail collectif à REHSEIS.

Dans une deuxième partie, nous évoquerons, tout d'abord, de façon synthétique les principaux résultats de l'équipe sur les projets scientifiques qu'elle s'était proposée de mener à bien en 2000, et nous proposerons une liste des publications les plus significatives du laboratoire. Les sections II.2 à II.9 fournissent un rapport plus détaillé des modifications que chaque sous-équipe a éprouvées et de la manière dont elle a rempli le contrat de travail qu'elle s'était assigné.

Nous dégagerons, auparavant, les différents éléments qui permettent d'apprécier le rayonnement international de REHSEIS dans les dernières années.

1. TRAVAIL DE STRUCTURATION DU LABORATOIRE

Depuis 2001, l'équipe a engagé des réformes de ses structures et de son mode de fonctionnement.

A côté du Conseil de laboratoire, dont la composition a été redéfinie, REHSEIS s'est dotée d'un bureau directorial, constitué de la directrice, des ITA et de chercheurs élus par le conseil de laboratoire pour une durée de deux ans, renouvelable. L'équipe a également structuré sa présentation sous la forme d'organigrammes, qui précisent, entre autres, la composition du bureau à ce jour (voir la fin de cette partie du rapport).

Chaque membre du bureau se voit confier des responsabilités (relations avec Paris 7, locaux de l'équipe, informatique, communication, bibliothèque, relations internationales, bourses, etc.) et est invité à constituer un sous-groupe de chercheurs de l'équipe pour assumer au mieux ces tâches. C'est ainsi, par exemple, que P. Petitjean, responsable des acquisitions d'ouvrages de l'équipe, a formé une commission bibliothèque chargée régulièrement de sélectionner, parmi les demandes des chercheurs, les achats prioritaires. REHSEIS souhaite par ce biais organiser la participation de chacun au fonctionnement du laboratoire.

L'unité réfléchit également à ce jour à se doter d'un Conseil scientifique, organe de chercheurs extérieurs à l'équipe, voire des collègues étrangers, et travaillant dans l'ensemble des domaines auxquels touche l'équipe. L'idée en est de discuter régulièrement de nos projets et de nos recherches avec des collègues qui nous verraient évoluer au fil des ans et qui seraient susceptibles de nous aider à améliorer nos contacts avec des domaines connexes aux nôtres.

Afin d'harmoniser le fonctionnement interne du laboratoire, le bureau a travaillé dans les derniers mois à la rédaction d'un « REHSEIS : mode d'emploi ». Le texte en question, qui fera office de règlement intérieur, décrit également pour les nouveaux venus les aspects les plus importants du fonctionnement de l'équipe. Déjà avalisé par le Conseil de laboratoire, il doit être définitivement mis au point dans les prochaines semaines.

Le bureau a également œuvré à améliorer les conditions de travail des chercheurs.

REHSEIS avait, début 2001, déménagé pour rejoindre le site de l'UFR « Géographie, Histoire, Sciences sociales » à laquelle l'équipe est rattachée. Elle y dispose aujourd'hui de locaux tout à fait insuffisants pour pouvoir permettre à ses membres de mener leurs recherches au laboratoire, et il y a là un problème clef sur lesquels le bureau entend se mobiliser dans les prochaines années.

Pour l'heure, nous avons, dans les derniers mois, grâce à F. Dougnac, mené à bien une refonte globale de notre installation, de sorte à tirer le meilleur parti possible des mètres carrés dont nous disposons. Plusieurs postes de travail ont ainsi été installés pour accueillir, dans de bonnes conditions, le plus grand nombre de chercheurs qui puissent être.

Chaque poste est muni d'un ordinateur, et l'équipe s'est donné pour objectif de travailler collectivement à multiplier et à baliser les accès à des banques de données utiles pour notre recherche scientifique (Gallica, Francis-H, *Encyclopédie* en ligne, sites accessibles via le site de la cellule MathDoc, sources disponibles en ligne en chinois, en akkadien, etc.).

Nous menons également une veille scientifique collective pour déterminer ceux des logiciels disponibles qui peuvent aider notre travail, les acquérir et organiser des formations qui permettent au plus grand nombre d'en bénéficier. Nous avons ainsi acquis de nombreuses licences du logiciel de bibliographie EndNote. Une formation collective à son emploi rend aujourd'hui pensable que les chercheurs engagés dans une même action scientifique partagent aisément leurs bibliographies et leurs notes. Dans le même esprit, nous avons acquis Mathematica et aidé des chercheurs à s'y former pour les besoins de leur recherche. Plus généralement, nous avons voulu mettre sur pied une politique de formation, qui soit garante de la modernisation de nos méthodes de travail.

La bibliothèque de l'équipe a également fait l'objet de plusieurs actions. Pinlai Monloubou-Liu, arrivée en juin 2002 à REHSEIS, en a repris de fond en comble le catalogage et a procédé au récolement des ouvrages, ainsi qu'aux reliures nécessaires. L'équipe a, en outre, redéfini sa politique d'acquisition, en tentant de se tourner dorénavant plus systématiquement vers des sources disponibles sur CD Rom, comme l'*Encyclopédie*, des dictionnaires historiques de la langue française ou des ouvrages mathématiques anciens numérisés (*Le jardin d'Archimède*). Nous avons également pensé à engager les fonds destinés à la bibliothèque à des abonnements en ligne. Notre objectif à court terme consiste à faire en sorte que l'équipe permette, par tous les moyens possibles, aux chercheurs d'avoir facilement accès aux sources et ouvrages nécessaires à leurs recherches. Et nous avons commencé à réfléchir à une organisation qui nous permette d'atteindre cet objectif au plus vite.

La gestion de l'équipe a, elle, fait l'objet d'une véritable révolution depuis un an, grâce à l'action de Virginie Maouchi, ITA affectée au laboratoire en septembre 2002. A son arrivée, la comptabilité de l'équipe se faisait encore sur fichier excel. REHSEIS est désormais gérée, côté CNRS, sur XLAB et, côté Paris 7, sur Nabucco. Cette informatisation et cette prise en main de l'ensemble de notre gestion ont eu, on le conçoit aisément, un impact immédiat sur l'organisation de la vie de l'équipe. REHSEIS entend, sur cette base, procéder à une refonte des actions des ITA et, en particulier, proposer à Virginie Maouchi de réorienter désormais une partie de ses activités vers la question des relations internationales de l'équipe.

Last, but not least, REHSEIS a pu enfin mettre en ligne, au cours de l'été 2003, son site web (www.sigu7.jussieu.fr/hpr/rehs_index.html), avec un annuaire de chercheurs et des

pages personnelles aussi bien que des archives sur les activités du laboratoire dans les dernières années.

On le constate donc, l'ensemble des membres de l'équipe a été mis à contribution pour repenser de manière large le fonctionnement du laboratoire.

2. LA COMPOSITION DE L'EQUIPE

REHSEIS s'est renouvelée également en profondeur du point de vue de sa composition, tant pour ce qui est des ITA que des chercheurs.

Au moment du changement de direction de l'équipe, en janvier 2001, REHSEIS venait de perdre une ITA, qui avait répondu à une AFIP et avait été affectée dans une UMS. Neuf mois plus tard, l'équipe perdait sa seconde ITA, Nadège Blanchet, qui avait excellemment assuré l'ensemble de ses tâches (déménagement, rapport, gestion), mais qui avait dû se résoudre à demander un poste en province pour suivre le déménagement de sa famille à Bourges. REHSEIS a donc fonctionné entre septembre 2001 et septembre 2002 à l'aide d'un vacataire et d'un CDD. Cette année a été, on s'en doute, particulièrement catastrophique en matière de gestion et de suivi des opérations. Et il est clair que la direction scientifique de l'équipe en a souffert.

REHSEIS a pu cependant complètement redresser la barre au cours de la dernière année écoulée. Dans un premier temps, en juin 2002, Pinlai Monloubou-Liu a été affectée à mi-temps à l'équipe et a pu reprendre en main la bibliothèque, le site LABINTEL ainsi qu'une partie du rapport présenté. Elle est cependant, à un mois près, depuis mars dernier en formation. L'affectation de Virginie Maouchi au laboratoire a permis à REHSEIS de se reprendre en profondeur du point de vue de la gestion et de retrouver son équilibre.

Les recherches en ITA menées au cours de notre période noire nous ont également permis de rencontrer Françoise Dougnac, ingénieur d'études spécialisée dans les études dix-huitiémistes et elle a demandé son affectation dans notre laboratoire. Entièrement engagée dans le projet D'Alembert (voir **II.5.2.2**), elle y apporte un concours inestimable.

Le groupe des chercheurs de l'équipe a, lui aussi, connu d'importantes mutations.

Depuis l'année 2000, REHSEIS a bénéficié de cinq postes au CNRS.

Anouk Barberousse, admise comme chargée de recherche en 2000, demandait à être affectée à REHSEIS. En 2002, Florence Bretelle-Establet (section 33), Marco Panza (section 35) et Stéphane Schmitt (section 30) entraient au CNRS et sollicitaient leur affectation dans l'équipe¹. Enfin, en 2003, A. Keller, à l'origine membre de REHSEIS, était sélectionnée sur un poste de la section 35 affecté dans une unité de la section 38. Elle est désormais chercheur au CEIAS, mais elle souhaite rester partiellement attachée à REHSEIS pour continuer à apporter sa contribution aux travaux collectifs dans lesquels elle était engagée (voir **prospective des points II.6 et II.7**).

Ces nominations mises à part, deux chercheuses de REHSEIS ont pu bénéficier d'une délégation de deux ans au CNRS (N. de Courtenay et F. Parot) et deux chercheurs ont obtenu un détachement (C. Proust, P. Huneman). Contrairement à sa demande, ce dernier a

¹ Parmi eux, F. Bretelle-Establet et S. Schmitt étaient déjà membres de REHSEIS.

cependant été affecté par la direction à l'IHPST. Il reste, lui aussi, partiellement attaché à REHSEIS, comme le signale l'organigramme, pour poursuivre les travaux collectifs dans lesquels il était engagé.

Outre ces chercheurs, un certain nombre de collègues ont posé leur candidature auprès du Conseil de laboratoire de REHSEIS pour être élu membres de l'équipe. Les chercheurs suivants ont été admis dans les dernières années : A. M. Décaillot (Paris 5, pour s'insérer dans le projet « Calculs, algorithmes, opérations, algèbre »), Y. Cambefort (CNRS, pour s'insérer dans le projet « Histoire des sciences, histoire du texte »), M. Teboul (CNRS, pour s'insérer dans le projet « Histoire des sciences en Asie »), M. Thomas (ATER P7, pour s'associer aux travaux du groupe « Histoire et épistémologie des sciences de la vie et de la terre »). T. Cheung a, lui, rejoint REHSEIS par le biais d'une bourse post-doctorale.

A ces renouvellements, il convient d'ajouter l'arrivée de plusieurs nouveaux doctorants, dont la liste figure sur l'organigramme et qui sont membres à part entière de REHSEIS.

REHSEIS s'est par ailleurs séparé d'un certain nombre de chercheurs avec lesquels les relations de travail s'étaient distendues ou qui étaient engagés dans des projets autres. Mentionnons, pour mémoire, Peter Engelfriet, Denis Guedj, Paul Henry, Sébastien Hertz, Marie-Françoise Jozeau, Joseph Kouneihir, Christian Licoppe, Marie-Christine Maurel, Michel Morange et Wemo Menge.

De nombreux chercheurs de REHSEIS ont été nommés sur des postes qu'ils sollicitaient, ce qui atteste du rayonnement de l'équipe, et leur changement de statut a, le plus souvent, eu un impact sur leur association à l'équipe.

Evelyne Barbin a été nommée professeur à Nantes. Si elle n'est plus membre à part entière de l'équipe, elle a choisi de maintenir une association à temps partiel pour rester liée aux projets auxquels elle participe.

Claude Debru a obtenu la chaire de Professeur de Philosophie des sciences à l'ENS de la rue d'Ulm ; cependant il est resté membre à part entière de l'UMR.

Gilles Denis a été nommé Maître de conférences à Lille, et sa recherche sur l'axe « Sciences et lumières » reste liée à REHSEIS.

Sara Franceschelli a obtenu un poste de Maître de conférences à l'ENS Lyon, mais sa recherche se mène toujours pour l'instant dans le cadre de REHSEIS.

Jean Gayon a été nommé Professeur à Paris 1 et a rejoint l'IHPST.

Muriel Guedj a obtenu un poste à l'IUFM de Montpellier, mais elle reste attachée, pour ce qui est de sa recherche, à l'équipe.

Alain Herreman a été nommé Maître de conférences à Rennes. Après un premier temps où il a maintenu une association partielle à l'équipe, il considère aujourd'hui qu'il ne parvient pas à tenir l'ensemble de ses engagements et il a choisi de quitter REHSEIS pour le prochain quadriennal.

Stéphane Tirard a obtenu un poste de Maître de conférences à Nantes, mais il a pour sa part choisi également de rester partiellement attaché à REHSEIS pour ses recherches.

Par ailleurs, deux chercheurs CNRS affectés dans l'équipe sollicitent aujourd'hui, de la direction du CNRS, un changement d'affectation.

Anouk Barberousse a fait part de son désir de s'écarter de l'histoire pour se rapprocher de la philosophie. Elle demande en conséquence une affectation à l'IHPST, mais a accepté de rester engagée dans les deux projets de REHSEIS dont elle est l'une des chevilles ouvrières (voir **points II.3.1, II.3.2 et II.3.3.3**).

Dominique Flament avait, pour sa part, développé l'essentiel de ses actions avec Philippe Nabonnand dans les dernières années, et il souhaite rejoindre la formation à laquelle ce dernier appartient et dont il se sent plus proche.

Au total, on le constate, REHSEIS a connu un renouvellement notable de sa composition et, corrélativement, un certain rajeunissement. L'organigramme qui fait suite à cette section en donne une synthèse.

L'équipe se compose de chercheurs, d'enseignants-chercheurs, de post-doctorants, de doctorants et d'ITA. On notera que de nombreux enseignants-chercheurs y figurent avec des quotités. Ce sont des quotités discutées avec chacun d'entre eux et qui signalent le pourcentage de leur temps de recherche qui relève des activités de REHSEIS. Ils renvoient au fait que ces membres sont engagés dans des projets spécifiques de l'équipe. Ils sont à ce titre partie prenante des instances de REHSEIS.

L'équipe REHSEIS souhaite travailler en réseau non pas seulement sur Paris, mais également sur le territoire français, y compris jusqu'à l'île de la Réunion où exerce Dominique Tournès. La nomination de certains chercheurs émanant de REHSEIS en province a permis de créer des liens de travail inter-équipes qui nous paraissent essentiels à l'intégration du potentiel d'histoire et de philosophie des sciences en France. A ce souci répond également la mise sur pied d'une journée annuelle de doctorants organisée par les Archives Poincaré de Nancy, le Centre François Viète de Nantes, des équipes de Lyon et les deux équipes de Paris 7.

Sur la place parisienne, cet effort de travail en réseau répond à l'inquiétude de voir le milieu se morceler en autant de composantes qu'il est d'universités, alors qu'il nous paraît essentiel d'engager un mouvement contraire qui fédère les efforts.

Organigramme 1

EQUIPE REHSEIS (UMR 7596)

Organigramme 2

3. MODALITES DU TRAVAIL COLLECTIF AU SEIN DE REHSEIS

Trois types d'activités internes rassemblent l'équipe dans son entier : les réunions mensuelles du mardi matin ; les demi-journées semestrielles autour des travaux des doctorants ; les journées d'équipe, en particulier la journée annuelle inter-équipes de doctorants, évoquée ci-dessus.

Depuis 2001, le format des réunions du mardi matin s'est transformé. L'équipe écoute, dans un premier temps, un exposé. Il s'est agi, selon les cas, de conférences d'histoire ou de philosophie des sciences d'intérêt commun, de la présentation de recherches importantes qui se mènent dans des disciplines connexes aux nôtres (histoire, philosophie, etc.) ou de méthodes qui pourraient être utiles à mettre en œuvre dans nos domaines. Cependant, pour maintenir la cohésion de l'équipe au cours des changements importants qu'elle a expérimentés dans les dernières années, nous avons récemment privilégié, au sein de ce séminaire interne, les présentations des résultats des projets en cours dans l'équipe ou de travaux de recherche particulièrement conséquents d'un de ses membres.

C'est la seconde partie qui a fait l'objet d'une innovation importante, puisque REHSEIS a, depuis 2001, exploré divers formats d'un séminaire à caractère bibliographique, afin de mener collectivement une veille scientifique dans nos domaines.

Systematiquement consacré à étudier ensemble des travaux à nos yeux importants et novateurs, récemment publiés hors de l'équipe, ce séminaire permet à tous les chercheurs de repérer, dès leur parution, des recherches menées dans des champs légèrement différents des leurs, mais susceptibles de les inspirer. C'est aussi dans ce contexte que nous étudions les principales publications de chercheurs invités pour plusieurs semaines à REHSEIS, afin d'améliorer la qualité des échanges scientifiques avec eux.

Il s'agit là d'une forme collective d'exploration qui vise, comme notre politique de formation, à assurer l'évolution la meilleure possible des compétences de tous.

Les demi-journées semestrielles autour des doctorants assurent un encadrement collectif de leurs travaux et se donnent, par là, comme objectif, d'accroître la cohésion de leur groupe et, partant, de l'équipe.

La cohérence de REHSEIS est, elle, garantie par les modalités de définition des projets collectifs.

Depuis sa création, l'équipe repose sur trois axes disciplinaires : histoire et épistémologie des mathématiques (**section II.2**), de la physique (**section II.3**) et des sciences de la vie et de la terre (**section II.4**). A l'intérieur de chacun de ces axes, les sous-équipes liées discutent chaque année de leurs travaux en cours et redéfinissent, lorsque c'est nécessaire, des projets collectifs au plus proche des recherches de leurs membres.

Cependant les travaux collectifs et les interactions entre les chercheurs ont fait se dégager des axes transversaux à ces trois directions, qui permettent à des membres de REHSEIS menant des recherches sur des disciplines distinctes de collaborer. Ces axes, avec les projets précis qui leur donnent leur substance et se renouvellent régulièrement, se définissent par un mouvement permanent de bas en haut, depuis les recherches qui se mènent vers le partage de questions et le travail collectif.

Les membres de l'équipe circulent donc, le plus souvent, entre des projets distincts de l'équipe, qui de ce fait s'articulent les uns aux autres —les renvois, marqués en gras, entre différentes sections du rapport en attestent. La recherche dans l'équipe est donc organisée selon le dispositif d'une trame, qui permet de mettre en valeur la richesse de formation de l'ensemble des chercheurs de REHSEIS. Pour en citer un exemple, les recherches que mènent la sous-équipe travaillant sur les mathématiques au sujet de l'histoire des algorithmes (**point II.2.1**) ou des démonstrations (**point II.2.2**) s'articulent aux recherches qui se mènent sur l'histoire de l'historiographie ((**point II.6.3**) ou sur les textes scientifiques en tant que textes (**section II.7**).

Nous nous tournerons maintenant vers un passage en revue de l'ensemble des projets de l'équipe ainsi que des principaux résultats obtenus.

II. ACTIVITES DE RECHERCHE

Les parties II.2 à II.9 détaillent les projets qui se sont menés dans chaque sous-équipe et les résultats obtenus. Elles renvoient systématiquement aux publications correspondantes, par référence à la liste des travaux de REHSEIS publiés dans les quatre dernières années, qui constitue la partie III de ce rapport. Il revient à l'introduction de chacune de ces parties de faire le lien avec la prospective du rapport 2000. La conclusion précise, quant à elle, systématiquement les directions de travail dans lesquelles les sous-équipes réunies autour d'un axe donné entendent mener leur travail collectif au cours des prochaines années.

Dans la partie II.10, nous avons souhaité mettre en évidence le prix que nous attachons, dans notre démarche scientifique, aux travaux de fond qui assurent à la recherche sa rigueur et sa pérennité. C'est pourquoi nous y avons constitué une liste des instruments que les chercheurs de REHSEIS ont produits, dans les dernières années, pour asseoir leurs recherches sur des bases saines, mais qui forment désormais des outils de travail au service de l'ensemble de la communauté.

Auparavant, en II.1, nous proposons une vue d'ensemble du renouvellement de nos thématiques et des principaux acquis obtenus, selon les divers projets, au cours des dernières années, ainsi que le rayonnement international dont nos activités bénéficient.

1. PRESENTATION SYNTHETIQUE

1.1 Aperçu sur les principaux projets de recherche de REHSEIS

Les sous-équipes attachées aux trois axes disciplinaires structurant REHSEIS ont travaillé à dégager des projets fédérateurs en petit nombre, autour desquels les efforts du collectif se sont concentrés.

Le groupe **Histoire et épistémologie des mathématiques** s'est, pour sa part, regroupé autour de trois problématiques.

— *Modalités et objectifs du travail démonstratif.* Ce projet collectif, lancé dans l'équipe en 1997, a connu en 2002 un temps fort avec la tenue, à Paris, au long de trois mois, d'un workshop international intitulé : « Histoire et historiographie de la démonstration mathématique ». Les recherches, en cours de publication, ont apporté des contributions notables au sujet, en proposant une nouvelle vision de l'histoire de la démonstration

mathématique dans les traditions anciennes, appuyée sur l'élaboration d'une description de l'activité de démonstration de la correction d'un algorithme (voir **point 2.2.1**).

Conformément à la structure de trame de l'équipe, cette action portait également sur un projet transversal de REHSEIS relatif à des pans d'histoire de l'historiographie qui touchent aux diverses modalités de pratiques internationales des sciences. Les recherches menées dans le contexte du workshop ont dégagé des résultats clefs en matière d'historiographie de la démonstration, dans la mesure où ils éclairent un certain nombre des conditions intellectuelles et sociales dans lesquelles une historiographie courante du sujet s'est mise en place au XIXe siècle (voir **point 6.3.1**).

La modification de perspective sur la démonstration mathématique proposée à REHSEIS pour les périodes anciennes y a été également fructueuse, dans la description de sources mathématiques contemporaines (voir **point 2.2.2**).

— *Calculs, algorithmes, opérations, algèbre.* Ce projet a émergé plus récemment dans l'équipe et il y est fortement monté en puissance dans les dernières années. A l'échelle internationale, l'émergence de l'informatique comme discipline a eu une répercussion sur l'historiographie des mathématiques, dans la mesure où elle a conduit à relire des sources du passé sous un nouvel angle et à repenser la contribution, à une histoire globale des mathématiques, des activités liées au calcul. REHSEIS apporte aujourd'hui, au niveau international, une contribution originale à la description des algorithmes et des modes de calcul anciens (Mésopotamie, Inde, Chine). Pour les périodes anciennes comme modernes, l'équipe a commencé à mettre en évidence le rôle de ces objets et de ces formes d'expression dans une histoire de l'algèbre et de l'analyse. L'équipe a également ouvert de nouveaux chantiers, en se penchant sur les travaux de milieux jadis négligés par les historiens alors que leurs recherches en matière de calcul ou d'instrument étaient particulièrement novatrices et importantes. C'est à ce dernier pan que se rattache le projet international élaboré par D. Tournès et sélectionné par le programme CNRS « Histoire des savoirs ». Sur tous ces aspects, voir **point 2.1**. Là encore, l'ensemble de ce chantier va de pair avec une réflexion à caractère historiographique du même type que précédemment (voir **point 6.3**). Par ailleurs, ces travaux s'articulent avec la description linguistique de textes scientifiques amorcée au sein de REHSEIS dans les dernières années (voir ci-dessous et **point 7.3**).

— *Histoire de la géométrie.* La période moderne a commencé à faire l'objet d'un travail important avec l'arrivée, dans l'équipe REHSEIS, de Marco Panza et du doctorant qu'il a engagé dans cette direction. L'ouvrage qu'il publie sur Newton propose une nouvelle vision de la contribution de Newton à l'histoire de l'analyse, au sens des XVIIe et XVIIIe siècles (**point 2.4.1**). La période contemporaine a été l'objet de multiples actions d'envergure, au niveau international, organisées par D. Flament avec la contribution de J.-J. Szczeciniarz et P. Nabonnand, comme le colloque « Géométrie au XXe siècle » (**point 2.4.2**).

Les travaux collectifs ont fait émerger, au sein de cette sous-équipe, un nouveau projet susceptible d'être développé par des historiens et des philosophes de l'équipe travaillant dans des disciplines diverses : l'étude de la généralité comme valeur et comme enjeu. Il s'agit là, à notre connaissance, d'une première à l'échelle internationale, et l'équipe se manifeste déjà sur ce thème par des publications dans des revues internationales (**point**

2.3). Ce chantier devrait être ouvert en tant que tel dans un avenir proche (voir **prospective du point 8**).

Le groupe **Histoire et épistémologie de la physique** s'est, lui, regroupé autour de trois problématiques principales.

— *Tournant critique, fin du XIXe et début du XXe siècle et Histoire et philosophie de la mesure.* Le projet vise à éclairer la manière dont, au cours de cette période de bouleversement qu'ont connue les mathématiques et la physique, les savants ont combiné des travaux de physique et de mathématiques, de philosophie, voire de psychologie, pour repenser de manière critique les concepts et leur nature. Ce chantier, constitué de deux projets articulés l'un à l'autre, a été ouvert à REHSEIS, sous sa première forme, en 1999. Tandis que les travaux de recherche collectifs se maintenaient sur des sujets liés à la thématique large (travail sur Aloïs Höfler et sur Boltzmann, voir **points 3.1.2 et 3.1.3**), le séminaire de la sous-équipe en question, la journée qui en a émané et les travaux de plusieurs chercheurs se concentraient, eux, sur la seconde problématique. L'ensemble de cette opération porte sur un domaine en pleine expansion au niveau international et témoigne de l'insertion pleine et entière des recherches de l'équipe à cette échelle.

— *Physiciens et mathématiciens dans la France du début du XXe siècle.* Ce sujet fait l'objet d'un projet de longue date à REHSEIS. Le travail qui s'y est mené sur Langevin dans ce contexte est récemment arrivé à publication (voir [M. C. Bustamante et al. 2002a] et **point 3.3.1**). En 2001, le projet s'est, en revanche, doté d'un nouvel objectif : une biographie intellectuelle d'Emile Borel (voir **point 3.3.3**). La volonté de donner une biographie qui saisisse l'ensemble des facettes du personnage a conduit M. C. Bustamante et A. Barberousse à chercher le concours d'H. Gispert (U. d'Orsay), pour les mathématiques, et de M. Pinault, pour l'histoire des intellectuels. Le projet a mis l'accent sur l'importance de considérer ensemble physiciens et mathématiciens dans la France du début du XXe siècle. Cette extension aura certainement un impact à plus long terme sur le travail collectif au sein de REHSEIS sur ces sujets (voir **prospective**). Le projet a également mis en évidence l'intérêt que présentaient des figures de cette époque qui, à l'instar de Borel, étaient des scientifiques engagés dans la politique et la culture de leur temps. Cette dimension du travail a rencontré les questions que la sous-équipe de REHSEIS « Construction internationale des sciences » souhaitait poser. Deux séminaires (2002-3, 2003-4) creusent la possibilité d'approfondir ce rapprochement sous la forme d'un thème commun de recherche. A ce titre, le projet Borel rencontre l'action que REHSEIS lance en ce moment sur les « *Biologistes du Cambridge des années 1930* » (voir **prospective du point 4**).

— *Dynamiques.* Ce sujet a articulé les travaux de nombreux chercheurs de l'équipe. En particulier, la recherche sur les principes de la dynamique que menaient les historiens de la physique a rencontré les travaux conduits sur ce thème dans le cadre du projet D'Alembert au sein de REHSEIS et au-delà (voir **point 5.2.2**), c'est ce dont témoigne la publication collective [Paty avec A. Michel 2002b]. Par ailleurs, au cours des dernières années, il a fait

l'objet de nombreuses publications dans des organes à caractère international, au nombre desquels nous signalerons [Darrigol 2000] (**point 3.5**).

Un nouveau sujet émerge dans l'équipe dans ce domaine : l'étude des modalités d'interface de la physique avec d'autres disciplines (**point 3.4**), et nous prévoyons qu'il pourra faire l'objet d'un travail collectif spécifique dans les années à venir.

C'est dans la sous-équipe **Histoire et épistémologie des sciences de la vie et de la terre** que le renouvellement des membres de l'équipe s'est fait sentir de la manière la plus nette. Si les projets engagés sont néanmoins en passe d'être achevés, les orientations collectives de l'équipe ont connu des évolutions notables pour tenir compte de l'arrivée de tout un ensemble de nouveaux chercheurs. On trouvera donc ici une synthèse des projets menés conformément à ce qu'annonçait la prospective 2000, ainsi qu'une présentation des nouveaux axes qui ont émergé comme susceptibles de fédérer des recherches collectives.

— *Biologie de l'évolution —Projet Lamarck*. Le projet Lamarck que Jean Gayon avait initié à REHSEIS comme une action inter-équipes arrive à publication, sous la forme d'un ouvrage collectif *Lamarck philosophe*, à paraître aux PUF. L'arrivée de S. Schmitt a apporté une contribution inattendue à cet axe, par la publication d'un ouvrage sur l'Allemand C. H. Pander, qui avait proposé une théorie proche de celle de Lamarck [Schmitt 2003] et par un travail détaillant l'histoire d'un pan méconnu de l'histoire de la « biologie développementale de l'évolution » [Schmitt à paraître b] (**point 4.1**).

— *Biologie du développement, biologie moléculaire et cellulaire*. Cet axe fédère les recherches d'un sous-ensemble de membres de la sous-équipe, au nombre desquels figurent deux doctorants. Leurs travaux, publiés pour l'essentiel dans des organes internationaux et à comité de lecture (**point 4.2**), permettent aujourd'hui d'envisager l'organisation, par REHSEIS, d'un colloque international sur les « *Biologistes du Cambridge des années 1930* » (voir **prospectif du point 4**), en relation avec l'axe « Construction internationale des sciences et de leur histoire ».

— *Études sur les sciences de la vie, de Haller à la Naturphilosophie (1750-1810)*. Le renouvellement des membres de l'équipe a permis de constituer un potentiel de recherche important sur les sciences de la vie du XVIIIe et du début du XIXe siècle, auquel se rattachent une doctorante et deux post-doctorants. Cet axe a fait l'objet de publications au cours des dernières années, mais nous nous proposons de le faire monter en puissance dans cette sous-équipe dans les années qui viennent. A cet objectif correspondent le projet d'un séminaire sur Buffon, ainsi que l'action portant sur l'étude de l'impact des relations franco-allemandes sur le développement des sciences de la vie (voir **prospectif**). Il s'avérera sans doute intéressant de réfléchir aux interactions que ce sous-groupe pourra être amené à avoir avec le projet « Sciences au XVIIIe » de l'équipe (**point 4.4**).

— *Perspectives internationales sur les savoirs médicaux/biomédicaux*. Il s'agit là encore d'un projet qui a émergé au carrefour de l'intérêt d'un certain nombre de nouveaux

venus, au nombre desquels F. Bretelle-Establet, dont l'ouvrage [Bretelle-Establet 2002] s'inscrit dans cette problématique (**point 4.5**). Il constitue l'un des biais par lesquels REHSEIS peut envisager de développer des recherches sur la science prise comme phénomène international, conformes aux objectifs que l'équipe s'est assignés. Par ailleurs, le sujet a été l'objet d'un travail collectif d'envergure, coordonné par D. Lecourt [Lecourt à paraître 2004].

— *Epistémologie de la biologie*. Cet axe a en particulier vu la publication d'un ouvrage réalisé en collaboration entre deux chercheurs de l'équipe : il explore les fondements philosophiques (notions de possible et de réalisation) et scientifiques (dans la biologie moléculaire et la biologie évolutive) des biotechnologies, et il en étudie les développements récents, y compris dans leurs divers contextes institutionnels et sociaux [Debru, en collaboration avec P. Nouvel 2003a].

— *Histoire des neurosciences et de la psychologie*. Il s'agit là d'un axe qui a vu émerger deux projets, tous deux sélectionnés dans le cadre d'actions incitatives. C. Debru a, depuis 2002, lancé un projet collectif sur l'histoire des neurosciences dans la France d'après-guerre dans un contexte international. Cette action se caractérise par le fait d'amener scientifiques, historiens et philosophes à collaborer. Elle vise, entre autres, à la constitution d'archives orales dans le domaine. Il importe de souligner qu'elle oriente les travaux de plusieurs doctorants. Ce projet a été retenu dans le cadre du programme « Histoire du savoir ». Par ailleurs, F. Parot est responsable de la branche de REHSEIS qui est impliquée dans le programme inter-équipes lancé par J. Gayon sur le concept de fonction. Ce projet a été retenu en 2003 comme projet de définition par l'ACI « Terrains, techniques, théories ». L'implication de F. Parot l'amènera à travailler sur l'usage de ce concept dans la psychologie du XXe siècle (voir, respectivement, les **points 4.8.1** et **4.8.2**).

Si le thème « Physique, physiologie, psychologie » sur lequel nous souhaitons monter un projet commun il y a quatre ans a fait l'objet de publications et si la journée d'étude organisée dans le contexte du programme sur la mesure y touchait (**point 4.3**), il n'a pas constitué, comme nous l'envisagions, le sujet d'un travail unissant historiens de la physique et des sciences de la vie au sein de REHSEIS.

On l'aura déjà noté, sur ces trois axes disciplinaires, viennent se greffer un certain nombre d'axes transversaux. Nous esquisserons maintenant de façon plus précise les principales actions qui se sont menées en leur sein.

L'axe **Recherches sur les sciences au XVIIIe** a été l'occasion de développer trois types d'actions.

— « *Sciences et Lumières* ». Des journées et un colloque internationaux sur ces thèmes, qui ont fait ou doivent faire l'objet de publications, des participations au Congrès des

Lumières sous la forme de l'organisation de symposiums, telles sont les actions principales dans le cadre desquelles les chercheurs ont voulu reprendre à nouveaux frais la question des rapports entre sciences et lumières. L'ouverture internationale des travaux de REHSEIS sur ce plan peut s'appréhender par la composition du volume *Sciences, musiques, Lumières* [Irène Passeron avec Ulla Kölving 2002b] qui, à côté des articles de membres de l'équipe, rassemblent les contributions d'un milieu international de chercheurs.

— *Editions critiques.* L'équipe est fortement engagée dans la publication d'éditions critiques des œuvres de Condorcet ([P. Crépel avec le comité Condorcet à paraître 2004 a]) et de D'Alembert (voir **point 5.2**). Les travaux sur D'Alembert, conduits à l'échelle internationale, se mènent de pair avec des réflexions à caractère plus général, comme le travail déjà mentionné sur les principes de la dynamique ou les travaux sur la normalisation des sciences élaborée dans le contexte de l'Académie. REHSEIS a accepté, à ce titre, d'apporter sa contribution à un projet porté par Hugues Chabot, « D'Alembert académicien », et sélectionné par le programme « Histoire des savoirs ».

— *Science, philosophie, religion.* Un travail collectif original a été mené dans l'équipe REHSEIS sur cette problématique, dans la mesure où, conformément à ce que l'unité entend promouvoir, la question a été abordée en mettant à profit les sciences de la vie aussi bien que les mathématiques et l'astronomie, et sur la base de matériaux relatifs à l'Europe aussi bien qu'à la Chine.

L'axe relatif à la **Construction internationale des sciences et de leur histoire** prend la suite du projet « Sciences et empires » que REHSEIS a résolu de clore pour ce qui concerne l'équipe en tant que telle (**point 6.1**). Les recherches de ce sous-groupe se sont reportées sur deux projets :

— *Pratiques scientifiques internationales.* L'histoire des pratiques internationales des sciences a été, dans l'équipe, amorcée par P. Petitjean, pour partie en collaboration avec H. Bertol Domingues (Brésil). Ce premier travail, qui a permis d'écrire l'histoire du premier grand projet scientifique de l'UNESCO, un institut international en Amazonie, a rencontré les sujets de plusieurs chercheurs de l'équipe, en particulier les participants au projet Borel, comme la chose a déjà été signalée plus haut. Ce projet, qui peut s'articuler à bien d'autres actions de REHSEIS et que nous comptons faire monter en puissance dans l'équipe au cours des prochaines années, se développera, entre autres, en relation avec l'organisation du colloque « *Biologistes du Cambridge des années 1930.* » C'est également sur ce thème que REHSEIS entend travailler à lancer un projet européen — nous avons déjà répondu en ce sens à un appel à manifestation d'intérêt.

— *Histoire de l'historiographie.* Ce sujet se développe puissamment à l'échelle internationale, mais REHSEIS entend y apporter une contribution singulière, en se penchant sur l'émergence de représentations à caractère communautaire de l'histoire des sciences (« la science est occidentale », « hors d'Occident, point de science », « il est une science

islamique », « une science védique », etc.) Le workshop de 2002, « Histoire et historiographie de la démonstration mathématique », a mis au jour les modalités de l'élaboration du discours selon lequel la démonstration mathématique caractérisait l'Occident, tandis que « les autres » s'étaient cantonnés au calcul (voir **point 6.3.1**), deux pans de recherche fermement ancrés sur les travaux de l'équipe en matière d'histoire des mathématiques. Sur un autre plan, nous avons entamé l'étude de discours communautaires ou totalitaires sur les sciences et leur histoire — à notre connaissance, une première au niveau international (**point 6.3.2**).

L'axe **Histoire des sciences, histoire du texte**, tel qu'il se développe à REHSEIS, dans un contexte où le sujet concentre un nombre grandissant de recherches à l'échelle internationale, vise à analyser les textes scientifiques en tant qu'ils sont outils de travail et produits du travail de science. C'est à cette perspective que se rattache la publication à caractère international *History of science, history of text* [Chemla à paraître-b 2003 ou 2004]. La recherche s'est menée, dans les dernières années selon trois directions :

— *Figures mathématiques*. Divers travaux de REHSEIS, publiés dans des revues internationales à comité de lecture (**voir point 7.1**), établissent les régimes spécifiques de pratiques des figures dans différents contextes professionnels et à différentes époques.

— *Formes de textes scientifiques. Commentaires*. Ce sujet a fait l'objet de recherches collectives dans les dernières années. Certaines ont convergé vers l'étude des commentaires dans les traditions anciennes (voir, en particulier, [Keller soumis]), pour mettre en évidence que, sans analyser de manière critique les genres dont traités et commentaires relèvent, on s'expose à des contresens dommageables à l'interprétation. D'autres se sont penchées sur l'étude de la variété des formes de textes élaborées dans une discipline donnée ou sur les critères permettant de décrire rationnellement les différences entre formes de textes (**point 6.2**).

— *Description linguistique de textes scientifiques*. Il s'agit là d'un projet radicalement nouveau tant pour REHSEIS qu'au niveau international. Un groupe de travail s'est formé au sein de l'équipe, en collaboration avec J. Virbel de l'IRIT, pour étudier les principales théories linguistiques permettant de décrire les textes. Une attention toute particulière est portée aux textes d'algorithmes (en relation donc avec le projet « calculs, algorithmes, opérations, algèbre ») dans la mesure où ils sont les plus proches des textes de consignes pour lesquels l'équipe de Toulouse a déjà développé des descriptions formelles. Nous attendons énormément de ce travail et nous proposons de réaliser une publication collective dans les années à venir sur le sujet.

En relation avec l'axe **Philosophie des sciences**, un certain nombre de projets collectifs ont été développés au sein de REHSEIS et ont abouti à des publications. C'est le cas du travail sur l'analogie dans les sciences, dont le volume est aujourd'hui achevé [Durand-Richard à paraître 2004 b]. C'est également le cas du travail à caractère philosophique sur la démonstration, animé par M. Panza, en collaboration avec C. Alvarez [2003 a], dont l'objet rencontre le projet développé dans la sous-équipe « mathématiques » (voir **point 8**).

L'équipe se propose de poursuivre dans cet axe par des projets tout à fait nouveaux et fermement articulés, comme les précédents, aux travaux d'histoire des sciences conduits à REHSEIS.

Histoire des sciences en Asie est le dernier axe de travail inauguré par REHSEIS, puisque c'est en 2002 que l'équipe a résolu de l'inaugurer. Après un an de réflexions collectives, des thèmes fédérateurs possibles des travaux ont émergé (voir **perspective de la section 9**).

L'équipe REHSEIS jouit dès à présent d'un rayonnement international indiscutable sur ce thème, comme en témoignent les publications décrites dans la **section 9** du rapport. Nous retiendrons ici

— la publication d'un numéro de la revue en chinois *Faguo hanxue*, 2002, qui propose au public sinophone la traduction d'un travail collectif international coordonné par K. Chemla, avec un comité éditorial également international, sur l'histoire des sciences en Chine ancienne ainsi qu'un texte de C. Jami.

— L'ouvrage sur Xu Guangqi, publié chez Brill, Leiden, et fruit d'un travail collectif lui aussi international dirigé par C. Jami avec G. Blue et P. Engelfriet [Jami 2001a].

— L'ouvrage d'Agathe Keller, sur l'*Aryabhatiya* [soumis dans une collection internationale, Birkhäuser], déjà mentionné plus haut et dont les recherches s'articulent sur le groupe d'histoire des mathématiques et le groupe « Histoire des sciences, histoire du texte ».

— L'ouvrage de F. Bretelle-Establet [2002] également déjà mentionné en relation avec les recherches sur les sciences de la vie et de la terre.

Nous renvoyons le lecteur en particulier à la section 9, pour saisir ce que ces travaux apportent de novateur. Et nous nous tournerons maintenant vers un point relatif au rayonnement international de l'équipe REHSEIS.

1.2 Rayonnement international de REHSEIS

Au long de la présentation précédente, nous avons mis en évidence que les membres de REHSEIS publiaient dans des revues internationales ou qu'ils pouvaient confier leurs ouvrages à des éditeurs français aussi bien qu'étrangers.

Nous voudrions à présent dégager brièvement des signes manifestes de la présence de REHSEIS sur le plan international.

Si nous faisons le bilan, nous constatons, à titre indicatif, que les chercheurs ont publié dans les dernières années en Angleterre, au Brésil, en Chine, aux Etats-Unis, en Hollande, en Inde, en Italie, au Japon, au Mexique. Vu sous un autre angle, l'équipe ne publie pas seulement en français ou en anglais, mais également en chinois, en espagnol, en italien, en japonais et en portugais.

La partie VII du rapport permet de relever les diverses instances internationales, éditoriales ou autres, dans lesquelles REHSEIS est engagée. Les membres de l'équipe ont de plus (voir partie VI) pris part à l'organisation de nombreuses manifestations (congrès, colloque) à caractère international. Les revues qu'ils animent (*Epistémologiques*, *Extrême-Orient*, *Extrême-Occident*) ont des comités éditoriaux d'emblée internationaux.

Nous l'avons également déjà mentionné, soulignons-le à nouveau ici, les publications collectives de REHSEIS impliquent régulièrement des ensembles internationaux de chercheurs, et témoignent de l'insertion de fait de l'équipe dans la communauté mondiale. C'est le cas également de projets montés par l'équipe comme le workshop « Histoire et historiographie de la démonstration mathématique ».

Les invitations pour des séminaires ou des séjours plus longs de chercheurs étrangers montrent, elles aussi, que REHSEIS a à cœur d'entretenir des relations scientifiques qui ne tiennent aucun compte des frontières.

La partie X du rapport illustre également les accords internationaux que l'équipe a passés ou qu'elle tente de mettre sur pied.

Il est cependant un aspect plus original de la présence de REHSEIS sur le plan international : l'envoi de nos doctorants là, dans le monde, où une mission peut leur être utile. C'est ainsi qu'ils participent à des colloques (A. Robadey à Londres et à Oberwolfach, Allemagne, et G. Lachenal à Atlanta, USA), qu'ils effectuent des missions (C. Chérizi à Padoue ; G. Lachenal en France, en Hollande, au Cameroun ; S. Maronne, à Milan et à Oxford ; C. Proust en Turquie ; D. Romand à Berlin, à Oxford et Londres ainsi qu'à Padoue). C'est que nous reconnaissons le caractère essentiel de cette ouverture et que nous mettons nos moyens en œuvre pour la procurer à tous, y compris aux plus jeunes.

1.3 Les dix publications principales du laboratoire

Conformément à la demande émise par la direction, nous donnons ci-après une liste de dix publications parues dans les dernières années et illustrant au mieux la nature du travail de recherche qui se mène à REHSEIS. Nous avons précisé dans chaque cas les axes de travail collectif auxquels elles se rattachent.

HISTOIRE ET EPISTEMOLOGIE DE LA PHYSIQUE

Martha Cecilia Bustamante, Bernadette Bensaude-Vincent, Olival Freire, et Michel Paty (sous la direction de)

- [2002 a] *Paul Langevin, son œuvre et sa pensée. Science et engagement, Epistémologiques* (Paris, São Paulo) Vol. 2 (1-2), 2002, avec des contributions de plusieurs membres de l'équipe : M. C. Bustamante, C. Comte, B. Lelong, M. Paty, E. Petropoulos.

Olivier Darrigol

- [2000] *Electrodynamics from Ampère to Einstein*, Oxford, Oxford University Press, 2000. Edition brochée parue depuis.

HISTOIRE ET EPISTEMOLOGIE DES SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

Claude Debru en collaboration avec Pascal Nouvel

- [2003 a] *Le possible et les biotechnologies. Essai de philosophie dans les sciences*, Paris, Presses Universitaires de France, octobre 2003, collection « Science, histoire et sociétés », 440 p.

Stéphane Schmitt

- [2003] *Les textes embryologiques de Christian Heinrich Pander (1794-1865)*, édition critique, traduite, commentée et annotée par Stéphane Schmitt, Brepols, Turnhout, 2003, 209 p.

RECHERCHES SUR LES SCIENCES AU XVIII^E SIECLE

Irène Passeron avec Ulla Kölving

- [2002b] *Sciences, musiques, Lumières*, Ferney-Voltaire, Centre international d'étude du XVIII^e siècle. Plusieurs membres de REHSEIS y ont participé : P. Crépel, C. Gilain, V. Le Ru, I. Passeron, M. Paty.

Michel Paty avec Alain Michel

- [2002 b] *Analyse et dynamique. Etudes sur l'œuvre de d'Alembert*, Alain Michel et Michel Paty (éds.), Presses de l'Université Laval, Québec, 2002, Collection « Mercure du Nord », 408 p. Avec les contributions de plusieurs membres de l'équipe REHSEIS : A.-M. Chouillet, G. Grimberg, C. Gilain, V. Le Ru, M. Paty.

TRAVAUX DE PHILOSOPHIE DES SCIENCES

Marco Panza en collaboration avec Carlos Alvarez

- [2003 a] *Logic and Mathematical Reasoning*, numéro spécial de *Synthese*, **134**, 1-2, 2003.

CONSTRUCTION INTERNATIONALE DES SCIENCES ET DE LEUR HISTOIRE

Florence Bretelle-Establet

- [2002] *La santé en Chine du Sud (1898-1928)*, préfacé par Marianne Bastid-Bruguière, Paris, Editions CNRS Asie Orientale, 2002, 239 p. Cet ouvrage relève également de l'axe suivant.

HISTOIRE DES SCIENCES EN ASIE

Faguo hanxue (Sinologie française), **6**, 2002. Numéro de la revue de l'Ecole Française d'Extrême-Orient, publiée en chinois, consacré à l'histoire des sciences en Chine. **Comprend** :

Une traduction partielle en chinois de : **Karine Chemla, avec un comité éditorial composé de F. Bray, Fu Daiwie, Huang Yilong, G. Métaillé**

- [2001 a] « La scienza in Cina », in Sandro Petruccioli (gén. éd.), *Storia della scienza*, 8 volumes, Enciclopedia Italiana, Roma, 2001, volume II, 2001, p. 1-608. *Faguo hanxue (Sinologie française)*, 6, 2002, p. 1-397.

Et

C. Jami

- [2002] Shi 'zai Zhongguo de Ouzhou kexue' haishi 'xixue'? 17 shiji zhi 18 shiji mo kua wenhua de jiaoliu zhi biao shu [« Sciences européennes en Chine » ou « Etudes occidentales » ? Les Représentations des relations scientifiques entre l'Europe et la Chine (XVIIe-XVIIIe siècles)], *Faguo hanxue (Sinologie française)* 6, 2002, p. 420-447.

Catherine Jami, en collaboration avec Peter Engelfriet et Gregory Blue (éds.)

- [2001 a] *Statecraft and intellectual renewal in late Ming China: the cross-cultural synthesis of Xu Guangqi (1562-1633)*, Leiden, Brill, x + 466 p.

A ces dix publications, nous avons cependant souhaité ajouter, à titre d'appendice, une liste d'ouvrages sous presse ou déjà soumis à des éditeurs, qui ouvrent une fenêtre sur le futur immédiat de REHSEIS.

HISTOIRE ET EPISTEMOLOGIE DES MATHEMATIQUES

Marco Panza

- [à paraître – 2004 a] *Newton et l'origine de l'analyse, 1664-1666*, publication prévue aux éditions Blanchard.

HISTOIRE ET EPISTEMOLOGIE DES SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

Dominique Lecourt

- [à paraître 2004 a] *Dictionnaire d'histoire et philosophie de la médecine*, PUF, 2004. Plusieurs membres de REHSEIS ont contribué à ce dictionnaire : F. Bretelle-Establet, D. Lecourt, P. Nouvel.

Stéphane Schmitt

- [à paraître b] *Histoire du problème des parties répétées*, Paris, Éditions du Muséum National d'Histoire Naturelle, collection « Archives », à paraître.

RECHERCHES SUR LES SCIENCES AU XVIII^E SIECLE

Pierre Crépel avec le comité Condorcet

- [à paraître 2004 b] Condorcet, *Tableau historique des progrès de l'esprit humain*, éd. critique et commentée, Paris, INED [co-direction de P. Crépel au sein du comité].

HISTOIRE DES SCIENCES, HISTOIRE DU TEXTE

Karine Chemla

- [à paraître-b 2003 ou 2004] *Histoire des sciences, histoire du texte*, accepté, pour parution dans la collection « Boston studies in philosophy of science », Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, à paraître en 2003 ou 2004.

TRAVAUX DE PHILOSOPHIE DES SCIENCES

Marie-José Durand-Richard

- [à paraître- 2004b], *Le statut de l'analogie dans la démarche scientifique : Perspective historique*, Paris, Ed. CNRS. Avec les contributions de plusieurs

EQUIPE REHSEIS (UMR 7596)

membres de l'équipe REHSEIS : C. Comte, G. Denis, M. J. Durand-Richard,
A. Herreman, M. Paty, J. J. Szczeciniarz.

HISTOIRE DES SCIENCES EN ASIE

Agathe Keller

- [Soumis a] *Expounding the mathematical seed, A translation of Bhâskara I, on the mathematical chapter of the Aryabhatiya*, Birkhäuser, Collection « Science Networks ».

Nous nous tournerons à présent vers un exposé plus détaillé des actions de recherches menées et des résultats produits.

2. HISTOIRE ET EPISTEMOLOGIE DES MATHÉMATIQUES

La sous-équipe de REHSEIS dont les travaux portent sur les mathématiques s'est partiellement renouvelée dans les dernières années, avec l'entrée de nouveaux chercheurs (M. Panza, A.-M. Décaillot) et le départ de certains membres — que ces derniers aient quitté l'équipe (comme P. Henry, S. Hertz, M.-F. Jozeau), ou qu'ils aient décidé d'investir leurs efforts plus particulièrement sur un autre axe (c'est le cas, par exemple, de C. Gilain, dont seuls les travaux sur le XVIII^e siècle se rattachent désormais à l'équipe ou de A. Bréard, qui a rejoint le projet « Sciences en Asie »). Ce mouvement se poursuivra certainement à court terme, puisque plusieurs collègues se portent candidats pour entrer dans l'équipe, tandis que d'autres ont manifesté le désir de rejoindre une autre formation (D. Flament) ou de recentrer leurs recherches sur leur équipe principale de rattachement (A. Herreman). Enfin, cette sous-équipe comporte aujourd'hui trois doctorants : C. Proust, détachée au CNRS, S. Maronne, en bourse à Milan, puis à Oxford, et A. Robadey, titulaire d'une allocation couplée.

REHSEIS a concentré ses activités sur les mathématiques autour des problématiques clefs affichées comme prospective dans le rapport quadriennal 2000 :

- « Algorithmes, calculs, opérations, algèbre » (voir **point 2.1**).
- « Modalités et objectifs du travail démonstratif » (voir **point 2.2**).

Les travaux annoncés sur le XVIII^e siècle sont décrits dans la **section 5** du rapport ainsi qu'au **point 3.5**, dans la mesure où c'est en relation avec un projet que REHSEIS a mené sur les « Dynamiques » que les recherches sur les principes physiques au XVIII^e siècle se sont organisées.

Conformément à la prospective 2000, nous avons créé une sous-équipe « Histoire des sciences en Asie », dans laquelle se développent plus spécifiquement un certain nombre de travaux portant sur les mathématiques en Mésopotamie, en Chine ou en Inde (voir **section 9**).

En revanche, les travaux que nous comptons mener en vue de contribuer à une histoire internationale des statistiques ont connu une évolution différente de ce que nous envisageons. Nous n'avons pas pu matérialiser le projet de recherche que nous avons formé. C'est essentiellement l'Asie qui a fait l'objet de recherches sur ce thème dans l'équipe et elles se sont donc articulées au projet « Histoire des sciences en Asie » (voir **section 9**).

Les travaux que la sous-équipe « Histoire et épistémologie des mathématiques » consacre à la géométrie ont connu une inflexion du fait du renouvellement des chercheurs liés à cet axe (voir **point 2.4**).

L'équipe REHSEIS mène un travail constant pour dégager les convergences entre les recherches de ses membres et définir de nouvelles problématiques autour desquelles des projets collectifs peuvent se former. On en a un exemple avec le projet « Généralité » (voir **point 2.3**), qui s'est trouvé réunir un certain nombre de chercheurs travaillant sur les mathématiques et que REHSEIS souhaite à l'avenir étoffer en relation avec les travaux qui se mènent dans l'équipe sur les autres disciplines (voir **prospective de la section 8**).

2.1 Calculs, algorithmes, opérations et algèbre

Un grand nombre de chercheurs de la sous-équipe « mathématiques » se sont retrouvés autour de ce projet et, depuis l'année 2001-2002, le séminaire lui a été consacré.

Ce domaine de recherche a souffert jusqu'à récemment des biais de l'historiographie des mathématiques telle qu'elle s'est constituée en Europe depuis le XIX^e siècle, et l'équipe REHSEIS entend s'attaquer à cette histoire (voir **point 6.3**) en parallèle avec ses recherches d'histoire des mathématiques *stricto sensu*. Par contraste avec une survalorisation des travaux du passé, qui privilégiaient une approche de type axiomatico-déductif, les écrits plutôt orientés vers des questions de calcul furent considérés comme mineurs au regard du mouvement des idées. Tandis que les *Éléments* d'Euclide faisaient office de référence par excellence et servaient la cause d'un supposé « miracle grec » considéré comme source unique des théories abstraites modernes, l'historiographie des mathématiques rejetait à une place mineure, d'un même geste, les traditions dites « non occidentales » aussi bien que les mathématiques non académiques, essentiellement en raison de l'importance qu'elles attachaient, les unes comme les autres, aux algorithmes et aux calculs.

Or, dans les dernières décennies, une nouvelle approche s'est développée en histoire des mathématiques, qui a, au contraire, redécouvert l'importance, tant pour une histoire intellectuelle que pour une histoire sociale, des pratiques de calcul et du travail sur les opérations. Cette approche permet, non seulement de renouveler l'intérêt porté aux mathématiques de civilisations aussi importantes que la Mésopotamie, l'Égypte, la Chine, l'Inde ou le monde arabo-musulman, mais également de ressortir de l'oubli des pans entiers du corpus mathématique moderne et contemporain.

Plus globalement, il s'agit de repenser l'histoire de l'algèbre, voire celle de l'analyse numérique et de l'informatique, à la lumière des nouvelles données ainsi dégagées. L'équipe, qui s'est collectivement investie dans cette approche prometteuse, souhaite y apporter une contribution significative. Une preuve tangible de cette volonté réside dans la montée en puissance du séminaire : 12 interventions en 2001-2002, 18 interventions en 2002-2003, 31 interventions prévues en 2003-2004. Les séances, auxquelles participent pour moitié des membres de l'équipe et pour moitié des chercheurs extérieurs, permettent, à la fois, un travail suivi au sein du groupe et des interactions fructueuses avec les recherches de même type conduites au niveau national et international. Diverses mesures ont été mises en place pour favoriser un travail collectif créatif : confrontation au cours d'une même séance de procédures et algorithmes de la science ancienne à des travaux de la période moderne et contemporaine ; examen, au cours de chaque séance, de textes sources ou d'instruments de calcul ; étude critique parallèle de la façon dont historiens et mathématiciens ont pu dévaloriser, voire ignorer les contributions liées au calcul ; organisation de journées à thème (journée « calcul graphique » en 2001-2002, journées prévues en 2003-2004 sur « séries et algorithmes », « tables numériques » et « instruments de calcul »).

Conformément aux objectifs du séminaire, un premier axe fort du travail collectif du groupe a consisté à étudier les pratiques de calcul en vigueur dans des milieux particuliers, le plus souvent non académiques, à répertorier de nouveaux ensembles de données pertinentes (textes et instruments), et à sortir de l'oubli des pans entiers du corpus mathématique qui avaient été négligés, voire discrédités, par l'historiographie traditionnelle.

C'est, tout d'abord, la voie suivie par Christine Proust dans ses recherches sur les pratiques de calcul en Mésopotamie. L'historiographie a pour l'essentiel manqué d'approfondir la description du calcul numérique, en associant presque toujours cette activité à un stade fruste du développement des mathématiques cunéiformes. Or, s'appuyant sur un vaste corpus inédit de tablettes mathématiques scolaires bien délimité géographiquement et chronologiquement (Nippur, début du deuxième millénaire avant J.-C.), C. Proust travaille à mettre en valeur, dans le développement des mathématiques anciennes, le rôle prépondérant des méthodes d'un calcul numérique sexagésimal positionnel, articulé à un système métrologique élaboré [Proust, thèse en cours de rédaction]. L'efficacité de ces méthodes, la diversité des outils élaborés pour les mettre en œuvre (calcul mental, instrument matériel, tables numériques et métrologiques, écriture sur argile) témoignent du haut niveau de complexité et d'abstraction atteint par le calcul sexagésimal ancien, en particulier au sein de l'école de Nippur. C. Proust a pu étayer l'hypothèse qu'il existait un instrument de calcul matériel, probablement lié à des gestes de la main [Proust 2001a].

Le travail de traduction et d'analyse du commentaire de Bhâskara (628 après notre ère en Inde) au chapitre mathématique de l'*Âryabhatîya*, effectué par Agathe Keller [soumis], a notamment porté sur la manière dont le commentateur lisait les règles du traité afin d'en tirer des algorithmes applicables. Une autre partie de ce travail a consisté à expliciter et discuter les différents calculs concrets décrits, en mettant en évidence comment l'utilisation de la numération positionnelle décimale dans les procédures arithmétiques relevait d'une pratique plus générale de calculs tabulaires. A. Keller a également analysé les différentes définitions que le commentateur propose du mot *ganita* et a établi comment ce terme désigne tout à la fois la discipline des mathématiques et les calculs au sens large. A. Keller a mis en valeur une hésitation théorique de Bhâskara, qui balance entre une conception algorithmique des mathématiques et une représentation de celles-ci comme une somme de disciplines spécialisées [Keller à paraître] (sur d'autres aspects de l'analyse du commentaire, voir **point 7.2**).

Catherine Jami, quant à elle, a travaillé sur les instruments de calcul utilisés en Chine au XVII^e siècle, et sur les implications, tant mathématiques que plus largement sociales et culturelles, de l'adoption par les savants chinois du calcul écrit présenté par les jésuites (colloque REHSEIS-UMR « Histoire des théories linguistiques », 2001, séminaire REHSEIS 2002). Elle a notamment analysé la manière dont Mei Wending (1633-1721) propose de refonder les mathématiques sur une dualité calcul-mesure dans laquelle le premier joue un rôle primordial [Jami soumis b].

Dominique Tournès s'est, pour sa part, essentiellement intéressé aux algorithmes graphiques utilisés au service du calcul numérique avant l'apparition des ordinateurs. Il a attiré l'attention des historiens sur une discipline oubliée, le calcul graphique, et sur ses différentes composantes : nomographie, statique graphique, intégration graphique ([Tournès 2000, 2002, 2003b], colloque Rennes, 2000 ; université d'été de Poitiers, 2001 ; journée « calcul graphique », REHSEIS, 2002). Plus spécifiquement, D. Tournès a étudié l'intégration graphique des équations différentielles, depuis le XVII^e siècle jusqu'à nos jours, en dégagant quatre groupes de méthodes : lignes polygonales, rayons de courbure, mouvement tractionnel, réduction à des quadratures graphiques (colloque Lisbonne, 2001, [Tournès à paraître a]). Cette étude l'a conduit à se pencher de plus près sur les méthodes d'intégration graphique en usage chez les ingénieurs civils et militaires, notamment l'ingénieur belge Junius Massau [Tournès soumis]. Par ailleurs, un travail sur les instruments

graphomécaniques d'intégration a été entrepris en collaboration avec le Musée des arts et métiers (séminaire REHSEIS, avril 2003). Ces recherches contribuent à mettre en évidence des phénomènes de circulation – ou de non-circulation – des savoirs entre différents milieux (mathématiciens académiques, ingénieurs de différentes spécialités et de différentes nationalités), et renouvellent l'appréhension des différentes représentations que l'on a pu se faire, au sein de ces milieux et à diverses époques, de l'objet « équation différentielle » et de ses solutions. Cela est bien illustré par l'étude que réalise actuellement D. Tournès autour, d'une part, des travaux méconnus du XVIII^e siècle sur la construction tractionnelle des équations différentielles (en particulier ceux de Vincenzo Riccati), et, d'autre part, des intégrales tractionnelles construits à la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e siècle (séminaire REHSEIS, mai 2001). Parallèlement aux travaux sur le calcul graphique, D. Tournès a poursuivi ses recherches sur les algorithmes numériques développés pour la résolution des équations numériques ou fonctionnelles [Tournès 2001b, 2003a]. Il a notamment réalisé, pour l'*Enciclopedia Italiana* une synthèse sur l'histoire du calcul numérique pendant la période 1800-1870 [Tournès à paraître b].

L'activité d'Anne-Marie Décaillot a été consacrée principalement à l'étude des mathématiques pratiquées dans le milieu des sociétés savantes françaises, de 1870 à 1914, en particulier au sein de l'Association française pour l'avancement des sciences (AFAS), un des milieux où algorithmes et calculs ont été cultivés de façon spécifique ([Décaillot 2002b], colloque Oberwolfach, juin 2001, [Décaillot 2003a]). Un thème s'y trouve privilégié : la théorie des nombres, et une figure de mathématicien s'en détache : celle d'Édouard Lucas (1842-1891). Un problème lié à l'industrie textile (la classification des satins réguliers) permet à Lucas de publier en 1867 une première étude abordant des questions de théorie des nombres. Les mémoires concernant les nombres premiers vont se succéder à partir de 1876, notamment dans l'*American Journal* de James Joseph Sylvester. Lucas y élabore des tests puissants et rapides permettant d'étudier la primalité de certaines familles de nombres, appuyés sur des calculs à caractère graphique que permet un échiquier. C'est à ces algorithmes inattendus qu'est consacré le récent travail d'A.-M. Décaillot, [Décaillot 2003c]. On y trouve en particulier une démonstration par Lucas de la loi de réciprocité quadratique. Ces milieux sont d'autant plus intéressants que les échanges épistolaires de Georg Cantor avec eux sont les seuls témoignages que nous avons de son intérêt pour des questions de théorie des nombres. Au cours d'un séjour à Göttingen en 2002, A.-M. Décaillot a effectué la transcription et la traduction des lettres de Georg Cantor avec ces correspondants français, en vue d'une publication bilingue commentée. À travers ces échanges épistolaires, dont un thème dominant est la théorie des nombres, elle se propose tout à la fois d'étudier plus précisément les diverses modalités de l'instauration de relations internationales selon les milieux mathématiques en France, après la défaite de 1870, et de jeter un jour nouveau sur Cantor. [Belna 2000a] donne une biographie de Cantor.

Au-delà de cette mise au jour de nouvelles sources (textes comme instruments) relatives à des méthodes de calcul, à des théories, à des pratiques sociales, les analyses de la sous-équipe engagée dans ce projet se sont organisées suivant trois axes principaux :

- la relecture approfondie de textes des mathématiques anciennes en termes de procédures et d'algorithmes ;
- l'élaboration d'un nouveau regard sur les interventions de la géométrie dans l'histoire du calcul et de l'algèbre ;

- la prise en compte de nouveaux éléments de l'histoire des algorithmes et des machines, qui conduisent à repenser, sur certains points, l'histoire de la logique et de l'informatique.

En ce qui concerne la période ancienne, les recherches de C. Proust sur la Mésopotamie et d'A. Keller sur l'Inde, évoquées plus haut, ainsi que celles de Karine Chemla sur la Chine font clairement apparaître que les textes anciens ne sont qu'algorithmes. Toutes trois ont par ailleurs formé un sous-groupe qui travaille de façon coordonnée à décrire, d'un point de vue linguistique, ces textes en tant que tels (voir **point 7.3**). Ainsi, les écrits mathématiques chinois les plus anciens, au nombre desquels le canon par excellence de la tradition mathématique de l'Empire du milieu, *Les neuf chapitres sur les procédures mathématiques* (Ier siècle), se composent pour l'essentiel de problèmes et d'algorithmes généraux les résolvant. Décrire l'activité mathématique en Chine ancienne et en comprendre les ressorts, c'est donc reconstituer des pratiques ayant eu, pour support principal, des listes d'opérations et, pour l'un de leurs objectifs principaux, la production de procédures présentant des propriétés spécifiques. Jusqu'au début des années 1980, les historiens multipliaient les erreurs d'interprétation pour avoir manqué de reconnaître ce caractère des textes. K. Chemla et Guo Shuchun [à paraître a] proposent la première traduction en langue occidentale des *Neuf chapitres* qui restitue les textes en tant qu'algorithmes. K. Chemla, dans le chapitre A, y donne la première vue d'ensemble sur la pratique des algorithmes en Chine ancienne, telle que ce canon nous la révèle, ainsi que sur les modalités et les visées de la démonstration de la correction d'algorithme (voir **point 2.2**). Elle distingue, pour un algorithme, deux faces, l'une, renvoyant au calcul proprement dit tel qu'il se pratique sur une surface à calculer et l'autre, à l'algorithme en tant que liste d'opérations : toutes deux ont fait, en Chine ancienne, l'objet d'élaborations et de pratiques spécifiques. K. Chemla met en évidence qu'à la différence de ceux produits à Babylone ou en Égypte, ces textes recourent aux opérations fondamentales disponibles pour l'écriture d'algorithmes (assignation de variables, conditionnelles et itération). Elle montre que la production des algorithmes répondait, en Chine ancienne, à un idéal de généralité [Chemla 2001b] (voir **point 2.3**) et dégage, corrélativement, les raisons pour lesquelles leur mise au point relève d'une histoire de l'algèbre (colloque Damas, 2002). K. Chemla discute, dans l'introduction au chapitre 4 de [Chemla & Guo à paraître a], l'articulation entre mise au point de nouveaux concepts et pratique algorithmique en Chine ancienne (ppcm, équation quadratique, irrationnels quadratiques). K. Chemla et A. Keller [2002e] étudient de façon comparative l'introduction d'irrationnels quadratiques en tant que quantités dans les écrits les plus anciens, chinois comme indiens, transmis par la tradition écrite et analysent la manière dont ils sont engagés eux-mêmes dans des algorithmes. Elles dégagent des similarités qui ne peuvent s'expliquer que par un contact étroit entre scientifiques indiens et chinois, sans qu'on puisse établir de priorité. Elles montrent également que les premiers textes arabes témoignant de l'usage d'irrationnels quadratiques présentent d'étroits rapports avec les sources indiennes, et avancent en conséquence des propositions pour une réécriture de l'histoire de l'irrationalité. Elles suggèrent l'hypothèse que les avancées réalisées dans le monde arabe seraient dues à une synthèse de deux élaborations sur l'irrationalité, issues respectivement de l'Asie et de la Grèce ancienne, plus qu'à un progrès linéaire que les auteurs arabes auraient réalisé sur la seule base des conceptions grecques. Par ailleurs, K. Chemla [2001d,e] montre la stabilité des pratiques et visées du travail algorithmique en Chine jusqu'au XIIIe siècle et dégage des

similarités conceptuelles entre textes chinois, pour une part, indiens et arabes de l'autre, qui indiquent des relations historiques sur lesquelles il reste encore beaucoup de travaux à mener. Dans l'introduction au chapitre 9 de [Chemla & Guo à paraître a], K. Chemla analyse une pratique spécifique d'arithmétique, dans le contexte des triangles rectangles en nombres, qui révèle un intérêt, dans les *Neuf chapitres*, pour des questions de théorie des nombres. Enfin, elle insiste sur les diverses circulations entre démonstration et algorithme dont les *Neuf chapitres* et leurs commentaires attestent, sous l'égide de la valeur de généralité [Chemla 2003b].

Nombre de travaux du groupe portant sur la période moderne mettent en lumière de nouvelles façons d'aborder les liens entre géométrie et calcul, d'une part, entre géométrie et algèbre, de l'autre. Tout d'abord, si l'application de l'algèbre à la géométrie a fait l'objet de multiples recherches, il n'en va pas de même de l'application, en sens inverse, de la géométrie au calcul numérique et au calcul algébrique. On a vu plus haut, avec les travaux d'A.-M. Décaillot, comment des méthodes graphiques originales avaient pu être employées, de manière inattendue, au service de la théorie des nombres. De même, les recherches de D. Tournès sur le calcul graphique et graphomécanique ont mis en lumière l'importance des techniques d'intégration graphique pratiquées par les ingénieurs jusque dans les années 1970. Il y a là tout un corpus d'algorithmes graphiques de calcul mettant en évidence que l'approche géométrique des problèmes, qui tenait la première place dans les mathématiques d'avant 1750, a continué à jouer un rôle important dans certains secteurs, en dépit d'un mouvement général, au niveau théorique, vers l'algébrisation.

D'autres liens peu connus entre calcul et géométrie ont fait l'objet de recherches par Évelyne Barbin, en collaboration avec René Guitart [2001d]. Il s'agit des relations entre l'algèbre des fonctions elliptiques et la géométrie des ovales cartésiennes, que les mathématiciens pensent en termes d'application ou d'interprétation d'un domaine dans l'autre. Des relations profondes entre fonctions elliptiques et ovales sont établies en 1867, avec les démonstrations géométriques du théorème d'addition des fonctions elliptiques de Darboux et de Laguerre. Les travaux sur la représentation des fonctions elliptiques procurent un autre point de vue. Dans les années 1880, Greenhill démontre que les fonctions elliptiques de Jacobi et de Weierstrass sont représentées par des quartiques bicirculaires, dont les ovales font partie. En 1913, Bacon utilise la fonction de Weierstrass pour interpréter géométriquement l'algèbre des fonctions elliptiques à l'aide des ovales.

Les recherches de Dominique Flament trouvent également place dans cette réflexion d'ensemble sur la dialectique algèbre-géométrie. Dans un ouvrage de synthèse récent [Flament à paraître octobre 2003a], il a rassemblé ses travaux sur l'histoire des nombres complexes, qui couvre la période allant du XVe siècle jusqu'au premier XIXe siècle, depuis l'apparition des quantités impossibles jusqu'à l'établissement d'une théorie bien fondée des nombres complexes. On y observe comment et pourquoi s'établiront des rapports entre algèbre et géométrie, tantôt voulus, tantôt décriés, à l'origine de situations conflictuelles qui contribueront à faire des vérités premières que furent les axiomes les *hypothèses de construction* que nous connaissons aujourd'hui, à faire de la réalisation géométrique de la quantité impossible une *représentation géométrique* du nombre complexe, ouvrant ainsi la voie à la création de *nouveaux calculs*. En ce qui concerne les mutations qui se sont opérées ultérieurement, tant en algèbre qu'en géométrie, au cours du XIXe siècle et du premier XXe siècle, D. Flament poursuit sa tâche de réévaluation des travaux sur les nombres

hypercomplexes, les algèbres et, plus généralement, l'algèbre multilinéaire, en vue de repenser les contributions de Hamilton, Grassmann, Cayley, Élie Cartan, Benjamin et Charles Pierce [Flament à paraître b]. En particulier, D. Flament poursuit une analyse très détaillée de l'œuvre encore méconnue de Grassmann (1809-1877), en faisant porter ses efforts sur les différents modes d'intervention de la géométrie et sur la part prise par la multiplication dans l'*Ausdehnungslehre* de 1844 et dans les œuvres postérieures. Il s'en dégage une nécessité, celle d'apprécier à sa juste valeur l'influence de l'école combinatoire de C. F. Hindenburg (1741-1808), ainsi que le rôle des indispensables préliminaires philosophiques provenant, d'une part de la *Naturphilosophie* (Schelling, Fichte...), d'autre part de la dialectique et de l'herméneutique de Schleiermacher [Flament en préparation d]. D. Flament a également établi en quoi il était primordial, dans l'analyse de l'œuvre de Grassmann, de tenir compte de ses interactions avec celles de son père Justus et de son frère Robert. Enfin, en se penchant sur l'introduction de la théorie de l'extension, D. Flament a analysé le système mathématique de Grassmann et développé sa théorie générale des formes, une théorie qui devait précéder toutes les branches particulières des mathématiques pures, en montrant qu'il ne s'agissait pas là d'une axiomatisation au sens où nous l'entendons encore de nos jours (symposium Nancy 2002, [Flament en préparation e]).

Alain Herreman, de son côté, a consacré une partie de ses recherches à l'histoire de la topologie algébrique. Il a analysé comment, dans cette discipline, la géométrie a peu à peu cédé la place à d'autres influences au cours de la première moitié du XXe siècle. Depuis les mémoires fondateurs de Poincaré (1895), une des particularités de la topologie algébrique a été d'appliquer des notations et des opérations jusque-là propres à l'algèbre ou à l'arithmétique, à des espaces dont toute idée de mesure (longueurs, angles, éléments différentiels, etc.) a pourtant été écartée. Pour appréhender les différents procédés par lesquels un tel calcul a pu être créé, A. Herreman a développé des techniques sémiotiques (voir **point 7.2**). Il a pu ainsi aborder l'histoire de l'algébrisation de la topologie suivant une perspective moins centrée sur l'influence de l'algèbre moderne qu'elle ne l'a été jusqu'à présent. En se plaçant sous l'angle de l'algèbre des structures, on cherchait à repérer des textes dans lesquels les invariants topologiques n'étaient plus exprimés par des nombres, comme c'était le cas dans les mémoires de Poincaré, mais par des groupes, comme l'a suggéré E. Noether au milieu des années 1920. L'algébrisation a été ainsi vite réduite à une seule alternative et son histoire ne pouvait dès lors qu'être pensée sur le mode d'une rupture. Sans nier l'importance de l'algèbre moderne, A. Herreman a proposé, notamment à partir des travaux de S. Lefschetz, des analyses qui rompent avec cette seule alternative et qui mettent en évidence des liens plus riches entre algèbre et topologie. Il a aussi précisé l'influence de la théorie des ensembles sur la topologie algébrique, en montrant qu'elle a été, en ce cas, relativement superficielle avant la fin des années 1920. Un retrait progressif de la géométrie peut néanmoins être bien observé à la faveur de l'algèbre et, dans certains textes de la fin des années 1920, de la théorie des ensembles, entendues suivant des acceptions qu'il a précisées. Mais surtout, au-delà de l'étude séparée de l'influence de l'algèbre et de la théorie des ensembles, c'est leur coexistence qui a pu être analysée grâce à des techniques sémiotiques [Herreman 2000].

Plusieurs des recherches évoquées précédemment, notamment celles de C. Proust, A. Keller, C. Jami, D. Tournès et A.-M. Décaillot, soulignent le rôle important joué par les supports matériels du calcul (tables, machines, instruments) dans la constitution de l'algèbre

et dans ses applications à divers domaines. D'autres membres de l'équipe se sont penchés plus spécifiquement sur les problèmes de mécanisation et d'automatisation du calcul, et la formalisation des opérations de l'esprit que cela nécessite. On retrouve alors, à travers les mathématiques modernes et contemporaines, des questions de logique (définition, correction et complexité des algorithmes) qui font écho à celles explorées par K. Chemla dans le contexte de la Chine ancienne.

À l'occasion de la préparation d'un *source-book* sur l'histoire des algorithmes, É. Barbin a mené des recherches sur le passage de la notion d'algorithme à un concept d'algorithme, à partir de l'introduction des fonctions récursives et calculables, et des machines de Turing et de Post. Dans un travail récent, elle étudie les relations entre diverses formulations du théorème de Kleene de 1956, différentes conceptions de machines finies (réseaux de neurones, réseaux logiques, automates finis) et l'approche des machines à penser dans les années 1950 [Barbin 2003a]. Martin Zerner, quant à lui, analyse une œuvre de Vitushkin de la fin des années 1950 résolvant un problème de complexité algorithmique grâce à un outil de géométrie intégrale (après l'avoir ramené à un problème d'analyse fonctionnelle) [Zerner à paraître c].

Cette façon d'aborder l'histoire de la logique est surtout centrale dans le travail de Marie-José Durand-Richard sur l'École algébrique anglaise. Elle a tout d'abord porté son attention sur les circonstances historiques qui ont amené les mathématiciens de cette mouvance à vouloir intégrer à l'enseignement universitaire les formes de savoir liées aux pratiques expérimentales en général, et aux pratiques algorithmiques de l'analyse algébrique en particulier, pratiques qui avaient été cultivées, pendant tout le XVIIIe siècle, hors des universités anglicanes anglaises [Durand-Richard 2001]. Intégrer l'algèbre à un enseignement universitaire censé délivrer les fondements d'une connaissance suppose que cette discipline soit reconnue comme science, et qu'elle soit fondée en raison sur d'autres principes que de simples mécanismes aveugles de calcul. Aussi bien Peacock que Babbage et Boole en lient le fonctionnement aux opérations de l'esprit, telles que les a présupposées Locke [Durand-Richard 2004a]. Le renouvellement radical des conceptions de l'algèbre et de la logique est issu de ces confrontations. Ce sont ces confrontations et leurs implications conceptuelles que M.-J. Durand-Richard travaille à mettre en évidence, du XIXe au XXe siècle [Durand-Richard 2002a]. C'est en resituant les travaux de l'École algébrique anglaise dans ce contexte – et non dans la perspective des origines de l'algèbre abstraite – qu'elle a analysé le projet de machine analytique de Babbage et le premier rapprochement systématique entre logique et mathématique réalisé par Boole [Durand-Richard 2004a], ainsi que la réflexion sur les opérations [Durand-Richard 2004b]. De tels enjeux placent l'algèbre en concurrence aussi bien avec la géométrie qu'avec la logique, dans le cadre de confrontations qui ne s'achèvent pas avec les travaux de l'École algébrique anglaise. L'idée selon laquelle il y avait une coupure radicale entre automatisme des processus opératoires et signification du calcul a pesé d'un poids considérable sur les entreprises de mécanisation qui ont conduit à l'élaboration des ordinateurs, et à l'idée d'une intelligence artificielle. Fondée sur les concepts d'opérations de l'esprit, ou aujourd'hui de calcul neuronal, elle installe une hiérarchie, marquée dans les faits par l'impact de la puissance calculatoire des nouvelles machines, affirmant la supériorité du calcul aveugle sur son interprétation. C'est l'analyse des remises en cause de cette hiérarchie qui constitue le moteur des présents travaux de M.-J. Durand-Richard [2002b]. En parallèle, elle a étudié l'historiographie de l'arithmétique chez Peacock et De Morgan (séminaire REHSEIS, 2003, voir **point 6.3**).

2.2 Modalités et objectifs de la démonstration mathématique

La sous-équipe « mathématiques » de REHSEIS se proposait également, à titre de prospective en 2000, de poursuivre son travail collectif sur la démonstration. Il s'agissait, pour les chercheurs engagés dans ce projet, d'explorer le gain qu'une réflexion sur la démonstration et son histoire pouvait espérer du fait d'adopter une approche de cette activité, qui soit moins normative, moins focalisée sur l'exigence de rigueur et plus attentive au travail réel des mathématiciens et autres praticiens. A ce titre, REHSEIS s'est trouvé partager un même sujet de recherche avec le département dirigé par Loraine Daston au Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte (Berlin).

L'enjeu en était pour nous double.

D'une part, jusqu'à présent, les recherches sur la démonstration — et cette remarque vaut pour le cadre que s'est donné le Max-Planck-Institut — ont pris comme postulat que cet exercice visait essentiellement à établir la vérité d'une proposition. Et, corrélativement, elles se sont concentrées sur un corpus restreint d'écrits, dont se trouvent de fait exclus nombre de textes où les mathématiciens eux-mêmes reconnaissent des démonstrations. Incidemment, ce décalage renvoie au fait que les acteurs attendent d'une démonstration bien plus que le simple fait qu'elle établisse une proposition. Nous avons considéré que ce parti pris était dommageable à une appréhension en profondeur des fonctions réelles de la démonstration et des processus historiques au travers desquels la pratique démonstrative s'est constituée pour les assumer. Ce diagnostic nous a conduits à prendre pour principe de suspendre, dans notre travail, toute idée *a priori* sur les objectifs que devrait s'assigner une démonstration.

D'autre part, l'histoire de la démonstration mathématique suivait jusqu'à présent une ligne chronologique qui prenait son origine en Grèce classique et ne tenait compte, pour l'essentiel, que de certains milieux académiques européens. C'était négliger, du même pas, tous les textes anciens autres ainsi que les écrits d'autres groupes de praticiens, même lorsqu'ils posaient systématiquement la question de savoir pourquoi des énoncés mathématiques sont corrects et attestaient d'une pratique réglée pour la traiter. C'était donc simplifier radicalement cette histoire, tant pour ce qui est de l'historicité de la démonstration que pour ce qui est de la variété des pratiques élaborées pour la mener. Nous avons voulu nous demander de quelle histoire intellectuelle et politique cette histoire était le fruit et comment il convenait de définir les cadres d'une nouvelle histoire.

2.2.1 *Workshop international « Histoire et historiographie de la démonstration mathématique dans les traditions anciennes »*

Nous avons au cours de l'année 2000-2001 poursuivi ces questions au sein du séminaire, en maintenant l'approche la plus large possible en matière de périodes ou d'abords, afin de dégrossir le problème. Puis, en 2002, nous avons décidé de nous concentrer, pour un temps, plus spécifiquement sur la période ancienne et sur les corpus mésopotamiens, grecs, indiens et chinois, en organisant un workshop international d'une durée de trois mois (avril-juin 2002), à Paris, sous la double égide de la Maison des Sciences de l'Homme et de Columbia University, intitulé « Histoire et historiographie de la démonstration mathématique

dans les traditions anciennes ».

Le noyau de base en était constitué de Geoffrey Lloyd (Faculty of Classics, Université de Cambridge & Needham Research Institute), Ian Mueller (Université de Chicago), Reviel Netz (Université de Stanford), Dhruv Raina (J. Nehru University, New Delhi) et Karine Chemla (REHSEIS). Ce sous-groupe a organisé un séminaire de lecture de textes de démonstrations qui a mobilisé les compétences d'un ensemble plus large de chercheurs : pour REHSEIS, A. Keller, C. Proust, Catherine Jami et Tian Miao (une post-doctorante chinoise à l'époque basée à REHSEIS pour un an), Marie-José Durand-Richard ; mais également A. Bernard, P. S. Filliozat, F. Patte, B. Vitrac et A. Volkov (McGill University, en séjour à REHSEIS en mai). Enfin, ce programme de travail a connu un temps fort avec la tenue d'un colloque international, dont on trouvera le programme dans la partie « Colloques » de ce rapport.

Les résultats à caractère plus purement historiographique de ce projet relèvent du programme plus général et systématique que REHSEIS a engagé sur des pans d'histoire de l'historiographie des sciences (voir **point 6.3**). La présente section synthétise les avancées réalisées autour de ce workshop en matière d'histoire de la démonstration mathématique. Elles feront l'objet d'un ouvrage spécifique en cours de préparation, mais nous mentionnerons ici aussi bien les travaux de REHSEIS déjà publiés ou sous presse desquels elles se sont nourries ou qu'elles ont inspirés.

Le workshop a fait apparaître que les textes grecs, babyloniens, indiens et chinois relevant d'une histoire de la démonstration et jusqu'à présent négligés dans les réflexions sur cette pratique partagent une même caractéristique : ils portent tous sur les nombres et s'attachent le plus souvent à établir la correction d'algorithmes. L'histoire de cette dernière catégorie de textes n'a commencé à être écrite que récemment, le **point 2.1** de cette partie du rapport détaille la part prise par REHSEIS dans ce secteur. La démonstration de la correction d'algorithmes était, elle, un terrain jusqu'à aujourd'hui quasiment vierge. Il se manifeste donc ici un gain clair de nos travaux : nous avons ouvert un nouveau chapitre de l'histoire de la démonstration mathématique.

Deux ouvrages de fond, réalisés à REHSEIS dans les dernières années, fournissent un socle pour avancer dans ce domaine : l'édition critique et la traduction en français des commentaires de Liu Hui et de Li Chunfeng au classique chinois *Les neuf chapitres sur les procédures mathématiques*, réalisées par K. Chemla et Guo Shuchun [Chemla à paraître-a 2004] ; la traduction en anglais du commentaire en sanskrit de Bhâskara à l'*Âryabhatîya*, effectuée par A. Keller [Keller soumis-a]. Ces textes sont les plus anciens écrits connus à aborder explicitement et systématiquement la démonstration de la correction d'algorithmes. Il est crucial de noter qu'il s'agit, dans l'un comme dans l'autre cas, de commentaires, et que ces écrits seconds ont été négligés par les historiens jusque dans les dernières décennies, alors que c'est là que se développe le discours démonstratif tant en Chine qu'en Inde. F. Patte, un autre des protagonistes du projet, a lui aussi étudié les démonstrations explicitées dans des commentaires sanskrits plus tardifs, puisque ses recherches portent sur des exégèses du XVI^e siècle. La prise en compte de ces nouveaux témoins de l'activité mathématique est donc une condition *sine qua non* du renouvellement du discours sur la démonstration. Il importe plus généralement de mieux connaître cette catégorie de textes que sont les commentaires, afin de resituer dans leur contexte ces autres lieux du développement de la pratique démonstrative : il s'agit là d'une des raisons fondamentales pour laquelle REHSEIS développe un axe de recherche sur les textes qui fournissent leurs sources aux historiens des

sciences en tant que tels et s'intéressent tout particulièrement aux commentaires dans les traditions anciennes (voir **point 7.2**).

Ces travaux relatifs à la correction des algorithmes telle qu'elle était appréhendée en Inde et en Chine ancienne rencontrent ceux de Jens Hoyrup sur les algorithmes des tablettes babyloniennes à deux titres (présentation critique de C. Proust et exposé de J. Hoyrup au colloque). Tout d'abord, c'est en mobilisant un arsenal herméneutique particulièrement subtil qu'on peut lire, à même la liste d'opérations, l'indication des raisons de sa correction. La question du texte en tant que texte est là encore fondamentale à cette approche. Ensuite, avec ce dernier cas, on dispose d'un corpus qui permet aujourd'hui de formuler des premières réponses d'ensemble à deux questions clefs : qu'est-ce que démontrer la correction d'un algorithme ? Et comment les sources anciennes attestant de cette activité doivent-elles être insérées dans une histoire mondiale de la démonstration mathématique ?

Le travail du workshop a en effet permis d'identifier ce qui nous apparaît aujourd'hui comme les opérations fondamentales de la démonstration de la correction d'algorithmes (voir le chapitre A de K. Chemla dans [Chemla & Guo à paraître-a 2004]). Pareil inventaire fournit les moyens de cataloguer celles de ces ressources qui sont présentes dans nos différents corpus et comment elles s'y manifestent. C'est à ce titre que nos recherches ouvrent sur les linéaments d'une histoire internationale.

La première opération fondamentale de la démonstration de la correction d'un algorithme consiste en l'élaboration d'un dispositif permettant de fournir une interprétation du sens des opérations. Les textes mathématiques en chinois classique réservent un terme technique pour désigner ce type de signification. On relève dans les sources divers dispositifs de cette sorte, et il est intéressant de noter que les problèmes, loin de n'être que de simples questions à résoudre, fournissent de fait des domaines d'interprétation procurant les ressources pour expliciter le sens d'opérations [Chemla 2000a & 2002a]. L'articulation d'interprétations successives permet à son tour d'élaborer le sens du résultat. Mais elle offre également un substrat pour identifier que, formellement, une procédure générale est sous-jacente à l'algorithme dont la correction est étudiée. Déterminer qu'un algorithme donné manifeste la forme d'une procédure générale, c'est mettre au jour un second type de sens, auquel les textes de la Chine ancienne réservent un second terme technique [Chemla 2003b & à paraître-f]. Il s'agit là de la seconde opération fondamentale de la démonstration de la correction d'algorithme. On peut prouver que l'identification des procédures générales à l'œuvre formellement sous tous les algorithmes des *Neuf chapitres* constitue l'un des objectifs majeurs des commentateurs lorsqu'ils s'attellent à l'exégèse. On constate donc que la démonstration a pu être motivée par d'autres objectifs que celui d'emporter la conviction d'un interlocuteur ou d'un public.

La troisième opération fondamentale consiste, une fois établie par un raisonnement une liste d'opérations réalisant la tâche voulue, à la réécrire, en tant que liste d'opérations, en vue de la transformer, à l'aide de transformations valides, en l'algorithme dont la correction est à établir. Il s'agit d'une forme de démonstration algébrique, qui s'appuie non pas sur les transformations de formules, mais sur des transformations de listes d'opérations que sont les algorithmes les uns dans les autres. Elle est à ce titre propre à un contexte algorithmique.

La première opération fondamentale se rencontre dans les tablettes babyloniennes aussi bien que dans les textes chinois comme indiens ultérieurs. Le fait de l'avoir identifiée permet de rendre compte de l'interprétation proposée par J. Hoyrup des textes d'algorithmes : les procédures sont rédigées de telle sorte que leurs opérations renvoient

simultanément à la prescription d'un calcul et à l'opération géométrique qui lui donne son sens. Ce faisant, au fil de la procédure, il se construit en parallèle une valeur (face calcul de l'opération) et une interprétation (face justification du même énoncé), interprétation qui, en fin de parcours, donne un sens au résultat et établit la correction de la procédure. On comprend dès lors pourquoi ces textes exigent un mode de lecture singulier. Il s'agit là des formes de démonstration les plus anciennes connues, et elles nous avertissent du fait que l'énoncé même de la démonstration peut recevoir des formulations singulières, puisqu'ici, l'algorithme et sa démonstration ne constituent qu'un seul et même texte. [Chemla à paraître] discute une réfraction dans les textes chinois de cette dualité et de ces phénomènes. Si du point de vue de notre expérience de lecteur, pareils textes peuvent paraître étranges, les travaux récents de psychologie cognitive sur la lecture de consignes montrent à l'évidence que des praticiens utilisent d'autant mieux des procédures qu'ils les comprennent. Nous pourrions donc avoir ici l'élaboration, par une tradition, d'un type de texte pour les besoins d'une mise en œuvre optimale (voir **point 7.3**).

Il semble, sous réserve d'inventaire, que seule cette opération fondamentale se rencontre dans le corpus babylonien. La seconde opération, elle, se retrouve dans les premiers textes indiens comme chinois mentionnés, et le fait peut être corrélé à un intérêt particulier envers la généralité, dont les deux traditions témoignent (voir **point 2.3**). Etant donné les multiples similarités entre les deux corpus mathématiques (voir **point 2.1**), il ne peut être exclu que cette ressemblance au niveau des pratiques démonstratives puisse renvoyer à des circulations entre ces régions du monde. En revanche, au jour d'aujourd'hui, il semble que seuls les commentaires chinois attestent de la troisième opération fondamentale. Ces premiers linéaments d'histoire et ces outils d'analyse ouvrent, on s'en doute, sur de multiples questions nouvelles.

A titre d'exemple, K. Chemla a commencé à comparer systématiquement les démonstrations de la correction d'algorithmes dans le monde arabe et en Chine. Il y a là, en jeu, la perspective d'approfondir notre compréhension de ce qu'est la démonstration d'algorithme ainsi que la possibilité de comprendre comment cette branche de l'histoire de la démonstration a interféré avec d'autres.

Le travail du workshop a également permis de mettre en évidence que ces pratiques de la démonstration mathématique ont perduré tant en Inde qu'en Chine, parfois jusqu'au XIXe siècle, et qu'elles se sont parfois mêlées à d'autres pratiques, importées d'Occident. C. Jami, Tian Miao et A. Volkov en ont donné différents exemples pour l'Asie. Le livre en cours de préparation se propose de suivre les linéaments de l'histoire de la démonstration d'algorithmes jusqu'à ces derniers avatars.

2.2.2 Travaux sur les démonstrations modernes et contemporaines

Deux problèmes clefs se dégagent de ces travaux, et les recherches menées au sein de REHSEIS sur des sources modernes ou contemporaines montrent qu'ils gardent toute leur fécondité de part en part de l'histoire des mathématiques et au regard d'une réflexion générale sur la démonstration — ils resteront donc à l'horizon des recherches que l'équipe poursuivra sur ce thème à l'avenir.

D'une part, les pratiques de démonstration varient selon les milieux, en relation avec les supports de l'activité mathématique aussi bien que des objectifs assignés à la démonstration. Ce fait n'entame en rien la capacité de ces démonstrations à circuler d'un

milieu à l'autre et à être acceptées comme telles hors du milieu au sein duquel elles ont été produites. Il ne s'agit donc pas là d'une conclusion à caractère relativiste. En revanche, force nous est de reconnaître que l'activité de démonstration fait perpétuellement l'objet d'élaborations de la part des scientifiques et que cette élaboration demande à être comprise si nous souhaitons appréhender la démonstration comme activité menée par des sujets concrets plutôt que comme idéal placé hors du monde. Le milieu des mathématiciens de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, dans la seconde moitié du XIXe siècle, en fournit un excellent exemple. A.-M. Décaillot montre comme il s'y est élaboré des pratiques de démonstration mathématique originales, puisqu'elles mettent en œuvre, tant dans le domaine de l'algèbre que de l'arithmétique, des méthodes graphiques et visuelles, appuyées sur un même support instrumental de calcul : l'échiquier [Décaillot 2003c]. C'est donc ici le calcul même, sur lequel les démonstrations se fondent et qui permet de les développer aisément, qui constitue le site de l'élaboration singulière. [Barbin 2001c] se penche sur divers corpus de démonstration pour réfléchir aux manières distinctes dont les figures y sont mobilisées au cours de l'exercice de la preuve.

D'autre part, second problème clef, la démonstration n'a pas pour seul objectif de démontrer. Le point est en particulier illustré par l'étude menée par A. Robadey sur l'article de Poincaré «Sur les lignes géodésiques des surfaces convexes» (1905). En s'appuyant sur une analyse extrêmement fine du texte, elle peut en effet prouver que le rôle de la démonstration n'est pas tant d'établir le théorème auquel elle conduit, que de présenter une méthode de démonstration dont la portée dépasse largement le problème des géodésiques dans le contexte duquel elle est mise en œuvre (voir **point 2.3** et [Robadey 2002]). C'est cette même problématique qui oriente le travail qu'Evelyne Barbin mène sur la démonstration. En particulier, elle s'intéresse à comprendre comment la distinction entre les fonctions d'expliquer, de convaincre, d'éclairer et de permettre de décider, permet de rendre compte de singularités dans la pratique de la démonstration d'auteurs donnés. Ainsi, son travail sur la géométrie de Lamy dégage comment, dans l'exercice même de la démonstration, il est héritier de Descartes et d'Arnauld, cherchant à éclairer par l'évidence, plus qu'à convaincre par la nécessité. [Barbin 2003b] montre comment Jean-Jacques Rousseau, lecteur de Lamy, reprend à sa manière ces conceptions dans le *Discours sur l'origine et les fondements de l'inégalité parmi les hommes*. Par ailleurs, [Barbin 2000b] montre le parti qu'il y a à tirer d'historiciser la notion d'«évidence», en dégageant de quelle façon elle permet d'appréhender la querelle entre Poncelet et Gergonne.

Il nous incombe en conséquence d'identifier, sur la base de sources bien choisies, les fonctions assignées aux démonstrations et d'élucider la manière dont une pratique démonstrative donnée permet aux démonstrations produites d'assumer les fonctions requises. Sur cet objectif, nous rejoignons le projet de Paolo Mancosu (Université de Berkeley), qui vise à étudier l'explication en mathématiques, et ce dernier a déposé une demande auprès du CNRS pour passer plusieurs mois à titre de chercheur étranger dans l'équipe REHSEIS. Nous avons proposé à l'IHPST de se joindre à nous pour cette dernière opération, afin de renforcer, là où c'est possible, la collaboration entre les équipes.

En relation avec la pratique historique concrète de la démonstration, M. Panza a par ailleurs dirigé, en collaboration avec C. Alvarez, une réflexion à caractère plus philosophique sur la démonstration (voir **point 8.2**).

2.3 La valeur de généralité en mathématiques

L'historiographie du XIXe siècle dépréciait les traditions mathématiques qu'elle désignait du seul vocable d'« orientales » pour n'avoir pas su, par contraste avec ce dont les textes géométriques grecs témoignaient, reconnaître la valeur de l'abstraction. Il s'agit là à nouveau d'une thèse typique de cette historiographie, toute tendue vers la tâche de constituer, par les sciences, un partage Orient/Occident, que nous avons pris comme objet de recherche (voir **point 6.3**).

Dans les dernières années, divers chercheurs de REHSEIS ont proposé une autre analyse des mêmes faits, laquelle ouvre sur un nouveau programme de recherche, portant non pas seulement sur les mathématiques, mais plus généralement sur les sciences. En effet, des travaux menés au sein de l'équipe sur l'Inde et sur la Chine ont mis en évidence que la généralité représentait, pour les mathématiciens de ces deux traditions, une valeur cardinale, relativement à laquelle l'abstraction demeurerait seconde.

Ainsi, pour ce qui est de l'Inde, en étudiant les différentes définitions que le commentateur du VIIe siècle Bhâskara donne du terme *ganita* (procédure/mathématiques), A. Keller a pu montrer que ce mathématicien et astronome distingue différents types d'algorithmes selon leur degré de généralité : il oppose les calculs/mathématiques généraux à d'autres, spécifiques. Et il propose de considérer les mathématiques comme l'ensemble des procédures de plus grande généralité, quels que soient les domaines où elles se trouvent par la suite appliquées. Il se présente une corrélation intéressante entre cette vue et la nature du traité qu'il commente, l'*Āryabhatīya*, et l'on pourrait dès lors caractériser la rédaction de ce dernier comme visant une concision garantissant la plus grande généralité possible [Keller à paraître].

C'est également en s'appuyant sur les réactions à la lecture des *Neuf chapitres sur les procédures mathématiques* que le commentateur du IIIe siècle, Liu Hui, explicite, que K. Chemla a pu établir les résultats suivants.

Tout d'abord, les problèmes particuliers qui constituent la charpente du classique mathématique étaient lus comme des paradigmes, au sens grammatical du terme. Ils constituent donc une *écriture du général*, qui ne recourt que rarement à l'abstrait. Le même phénomène affecte l'écriture des démonstrations, requérant du lecteur des opérations de lecture singulières sans la mise en œuvre desquelles le lecteur contemporain s'expose à un anachronisme délétère. On peut d'ailleurs, pour les problèmes aussi bien que pour les démonstrations, caractériser plus précisément la nature des paradigmes retenus et remarquer que les mêmes traits distinctifs valent pour les figures et autres auxiliaires visuels utilisés en Chine ancienne (voir **point 7.1**).

En outre, les lecteurs attendaient des algorithmes faisant suite aux problèmes qu'ils résolvent non pas seulement les problèmes semblables, mais la classe la plus large de problèmes possible. C'est ici une seconde manifestation plus profonde de l'importance accordée à la valeur de généralité [Chemla 2003a]. Elle permet de rendre compte des singularités qu'affectent nombre d'algorithmes produits en Chine ancienne ([Chemla 2001b] et chapitre A, dans [Chemla & Guo à paraître-a 2004]). Elle peut être corrélée à la recherche, appuyée sur la pratique des démonstrations, des procédures les plus générales (voir **point 2.2** et la seconde opération fondamentale de la démonstration de la correction d'algorithme) ainsi qu'aux représentations de la structure des mathématiques (voir aussi K. Chemla, colloque

Nancy, 2002). Enfin, cet intérêt pour la généralité permet également de rendre compte de la mutation qu'expérimentent les figures entre les débuts de notre ère et le III^e siècle [Chemla soumis-a].

Dans son travail sur Poincaré [Robadey soumis], A. Robadey a montré que le concept de paradigme introduit par K. Chemla reste pertinent dans un contexte mathématique fort différent. En effet, dans son étude de 1905 sur les géodésiques des surfaces convexes, Poincaré développe une méthode qu'il avait commencé à exposer de façon abstraite dans les *Méthodes nouvelles de la mécanique céleste*. Par contraste avec ce premier traitement, on constate qu'il abandonne dans son article sur les géodésiques la formulation la plus abstraite, pour approfondir la méthode, sans altérer sa généralité, dans le contexte d'un paradigme. A. Robadey démontre en effet qu'il rédige la méthode la plus générale, sur la base d'un exemple dont il connaît un traitement plus rapide, mais moins général. Partant, A. Robadey peut étudier, dans ce cas, les effets et les caractéristiques de cette écriture sur paradigme. En particulier Poincaré recourt à l'interprétation géométrique que permet la formulation du problème en termes de géodésiques pour illustrer les différentes étapes de la méthode analytique qu'il met en oeuvre.

Le travail de thèse d'A. Robadey la conduit à explorer un autre aspect du thème de la généralité. Elle cherche à comprendre la façon dont les mathématiciens, à la fin du XIX^e siècle, distinguent dans leurs travaux des cas généraux et différentes catégories de cas particuliers (cas exceptionnels, infiniment peu probables, etc.) et elle étudie les concepts mathématiques qu'ils élaborent ou mobilisent à cette fin. C'est en effet une époque où se développent à la fois la théorie de la mesure, la théorie des ensembles, avec en particulier les ordinaux et cardinaux infinis, où sont définies les catégories de Baire, toutes théories qui offrent des outils potentiellement utiles pour ces questions. Ainsi, nombreuses sont les tentatives pour donner un contenu mathématique à la distinction entre général et particulier, et A. Robadey cherche à en rendre compte.

REHSEIS a déjà mené un travail sur l'usage de l'analogie dans les pratiques scientifiques (voir **point 8.1**). Il nous est apparu, sur la base de ces nouveaux travaux, qu'une réflexion sur la valeur de généralité, en tant que telle et dans ses relations avec l'opération d'abstraction, s'imposait pour nous permettre d'approfondir ces pistes. Nous nous proposons de monter un groupe de travail au sein de l'équipe et de mener une recherche collective sur ce thème dans les années à venir (voir **point 8, prospective**).

2.4. Histoire de la géométrie à l'âge moderne et aux XIX^e et XX^e siècles

L'histoire et la philosophie de la géométrie ont constitué le sujet de recherche d'un groupe de chercheurs de l'équipe, en particulier, dans un premier temps, en relation avec divers séminaires dirigés par des membres de REHSEIS : *Histoires de Géométries* (D. Flament) ; *Mathématiques, physique et philosophie : les nombres complexes* (D. Flament et J. Szczecinarz) ; séminaire sur la dissertation de Gauss sur les surfaces (J.-J. Szczecinarz et Ivahn Smadja. Ces séminaires se rattachent à des recherches consacrées, pour l'essentiel, à différents aspects de la géométrie des XIX^e et XX^e siècles.

Les recherches sur l'histoire de la géométrie à l'âge classique se sont néanmoins étoffées à REHSEIS, notamment dans la dernière année, après l'arrivée de M. Panza et S.

Maronne, qui consacrent leurs travaux à la constitution, au sein de la géométrie classique, d'un nouveau domaine d'objets qui viennent graduellement constituer le noyau d'une nouvelle branche des mathématiques, laquelle sera plus tard qualifiée d'analyse. Il s'agit là d'un thème sur lequel un ensemble de chercheurs de REHSEIS se proposent de travailler ensemble, pour les années à venir, en lien étroit avec le groupe travaillant sur la géométrie contemporaine.

2.4.1 Recherches sur la période moderne

Depuis plusieurs années, M. Panza poursuit une étude visant à reconstruire les origines de l'analyse en tant que théorie mathématique. Au sein des mathématiques classiques, l'analyse était conçue comme une forme d'argumentation, caractérisée par le fait qu'elle considérait comme donné ou connu ce qui était en fait cherché, en vue de dégager des parcours permettant de parvenir à la détermination de l'inconnu. Elle devient au XVIII^e siècle une branche des mathématiques. Posant qu'une théorie mathématique est caractérisée par les objets qu'elle étudie, Marco Panza a cherché et cherche à montrer comment des pratiques analytiques ont dans un premier temps pu être établies au sein de la géométrie classique euclidienne, pour ensuite donner naissance à des nouveaux objets constituant le domaine de l'analyse en tant que théorie. Au cours de 2003, il a achevé un important ouvrage à paraître aux éditions Blanchard (collection « Sciences dans l'histoire »), consacré à la contribution de Newton à cette transformation capitale [Panza à paraître 2004 a].

Il y étudie en particulier les notes mathématiques rédigées par Newton entre début 1664 et la fin de 1666. La seule renommée d'Isaac Newton ne suffit pas à rendre compte de l'effort que l'ouvrage, entamé en 1994, a demandé. L'entreprise est plutôt justifiée par deux thèses historiographiques et par une hypothèse épistémologique que M. Panza cherche à éclairer et à justifier tout au long de son texte.

La première thèse historiographique relève d'une évidence documentaire : les notes de recherche qui font l'objet de ce travail marquent la naissance de la théorie des fluxions, c'est-à-dire de la première version du calcul infinitésimal. Même si la notion de fluxion n'apparaît explicitement que dans le *Tractatus de methodis serierum et fluxionum* de 1671, elle dérive d'une généralisation de la notion de vitesse du mouvement de génération d'un segment dont Newton se sert dans ses notes depuis l'automne 1665. La signification et les conséquences de cette généralisation sont étudiées dans le dernier chapitre. Les parties précédentes visent à montrer comment celle-ci fut rendue possible par le biais d'acquis préalables dérivant d'une transformation profonde du domaine d'objets mathématiques propres à la géométrie cartésienne. Plutôt que de chercher à comprendre les arguments de Newton à la lumière des théories ultérieures et d'y reconnaître les germes de ces théories, M. Panza cherche à reconstituer la structure d'objets sur laquelle ils portent, en dégagant leurs évolutions et leurs modes d'engendrement. Cette approche permet d'introduire des distinctions qui avaient été jusqu'à présent ignorées par les interprètes, de reconstruire les origines de méthodes mathématiques variées employées par le même Newton dans ses *Principia*, et de relativiser l'importance et la fonction d'arguments quasi-métaphysiques, de nature infinitésimaliste. M. Panza insiste plutôt sur des aspects plus structurels et intra-mathématiques relatifs à l'individuation d'invariants algorithmiques et géométriques correspondant les uns aux autres, sur l'acquisition d'une nouvelle généralité géométrique

basée sur une conception cinématique des êtres géométriques, et surtout sur l'introduction d'une double caractérisation, directionnelle et scalaire, de certaines grandeurs.

La seconde thèse historiographique dérive d'une appréciation critique des arguments de Newton à la lumière de deux traditions mathématiques qui encadrent chronologiquement son œuvre scientifique : la tradition de solution des problèmes à l'aide de la méthode par analyse et par synthèse, développée au sein de la géométrie euclidienne et revitalisée par Viète et Descartes dans le cadre plus général d'une réforme de cette géométrie ; et la tradition de l'analyse, pensée comme une théorie d'un nouveau genre de quantités, attachée aux noms d'Euler, D'Alembert, Laplace et Lagrange. M. Panza avance que les acquis auxquels Newton parvient entre 1664 et 1666 constituent l'un des principaux maillons manquants de la chaîne qui conduit de l'analyse comme forme d'argument à l'analyse comme théorie mathématique. Dans le premier de ces deux sens, l'analyse est fondée sur une distinction entre objets donnés et objets inconnus. Les critères qui font qu'un certain objet est donné sont cependant inscrits au sein de l'arithmétique et de la géométrie classique. En ce sens, l'analyse est donc intrinsèquement soumise à la séparation entre géométrie et arithmétique. Pour élaborer l'analyse en son second sens, il fallait reconnaître la possibilité de critères de donation qui ne soient pas immédiatement géométriques ou arithmétiques. Cela exigeait de mettre au point une nouvelle notion de quantité et de reconnaître une légitimité à ce que l'on pourrait qualifier de quantité abstraite, à savoir : une quantité caractérisée non pas par sa nature propre, mais par la nature de ses relations avec d'autres quantités du même type. Dans son ouvrage, M. Panza s'efforce de montrer comment cette notion dérive naturellement de l'attention prêtée par Newton aux modes d'expression de certaines grandeurs géométriques plutôt qu'à leur caractérisation intrinsèque.

L'hypothèse épistémologique apparaît en filigrane sur le fond de ces deux thèses historiographiques. Elle concerne les modalités d'appréciation du phénomène mathématique, et elle a amené M. Panza à définir un projet relatif à l'objectivité mathématique (voir **point 8, prospectif**). Les analyses que M. Panza développe dans son ouvrage contribuent à une première réalisation de ce projet relativement à la théorie des fluxions.

S. Maronne rédige, sous la direction de Marco Panza, une thèse sur la transformation de la notion de courbe dans le passage de la géométrie classique à l'analyse, qui se situe de ce fait aux origines de la géométrie algébrique. Il étudie plus particulièrement la théorie des courbes algébriques au XVIIIe siècle selon une double perspective. S. Maronne se propose, d'une part, d'envisager celle-ci relativement au projet cartésien de la *Géométrie* de 1637 ; il vise ainsi à identifier les tentatives d'interprétation et de mise en œuvre d'un tel programme. C'est dans cette perspective qu'il étudie l'*Enumeratio Linearum Tertii Ordinis* d'Isaac Newton, commencée vers 1667, achevée en 1695 et publiée en 1704. Il suggère, d'autre part, d'y retrouver les actes constitutifs d'un noyau d'objets qui deviendront plus tard ceux de la géométrie algébrique ; dans ce dessein, il examine le second livre de l'*Introductio in Analysin Infinitorum* de Leonhard Euler publiée en 1748.

En collaboration avec René Guitart, et à la suite de leurs recherches antérieures sur les ovales de Descartes, E. Barbin a également mené des recherches sur l'histoire de ces courbes jusqu'au début du XXe siècle. Son projet a consisté à comparer les différentes méthodes d'approche dont elles ont fait l'objet : d'une part, leurs diverses définitions relevant, respectivement, de l'optique, de la cinématique, de la géométrie projective, et de l'algèbre ; et d'autre part, les diverses méthodes associées à ces définitions. Ses recherches actuelles concernent les ovales et les intersections de quadriques au XIXe siècle.

C'est dans une histoire en cours d'élaboration du concept de dualité que se situent les travaux poursuivis par K. Chemla, toujours en collaboration avec S. Pahaut, sur cette préhistoire que constitue la trigonométrie sphérique aux XVIII^e et XIX^e siècles. Un premier article [Chemla & Pahaut 2003e] insiste sur la mise au point par Euler d'un type de texte spécifique aux fins de donner à lire les symétries que cause la dualité. Il montre par ailleurs la reprise et l'amélioration de cette forme de texte par les auteurs postérieurs, jusqu'à son dernier avatar que constitue, chez Gergonne, la célèbre présentation en double colonne (voir **section 7**).

Un second article [Chemla à paraître-g] étudie en revanche l'évolution chez Euler du traitement de la trigonométrie sphérique, en relation avec ses diverses ramifications (étude des géodésiques, calcul des variations, dualité) et décrit les modalités de ses applications en astronomie, en mécanique et en géomagnétisme. K. Chemla y montre entre autres que, pour utiliser son nouveau calcul des variations (et en révéler la fécondité) en vue de déployer un traitement analytique de la trigonométrie sphérique, Euler est conduit à s'écarter de son approche antérieure — d'après laquelle la sphère était conçue comme plongée dans l'espace — et à opter pour un traitement intrinsèque de celle-ci. Ce faisant, il se démarque de la tradition de Jacques Bernoulli, qu'il avait fidèlement suivie jusqu'alors, et rejoint le second courant de traitement des problèmes variationnels, inauguré par la solution alternative de Jean Bernoulli au problème de la brachystochrone. Le point clef, ici, est qu'il préfigure, ce faisant, une géométrie intrinsèque des surfaces.

2.4.2 Recherches sur la période contemporaine

L'émergence d'une géométrie intrinsèque des surfaces a également constitué la problématique centrale du séminaire de J.-J. Szczeciniarz et I. Smadja (2002, 2003), consacré à une relecture de l'œuvre de Gauss et Riemann (*Dissertation sur les surfaces* de Gauss, *Dissertation de Riemann sur les Hypothèses au fondement de la géométrie*). Plus généralement, l'objectif a consisté à saisir les enjeux théoriques et philosophiques de quelques moments décisifs de reconfiguration conceptuelle, jalonnant l'histoire des mathématiques du XIX^e siècle : Gauss, Riemann, Klein, Helmholtz, Lie etc. Saisie des relations logiques inhérentes au matériau mathématique, ou saisie intuitive directe des idées et des gestes mathématiques qui se fonde sur une expérience vivante des mathématiques, telles sont les deux visées auxquelles se sont tenus les travaux de ce séminaire.

Une grande partie des recherches de J.-J. Szczeciniarz sur l'histoire de la géométrie se sont menées en relation avec le séminaire *Mathématiques, physique et philosophie : les nombres complexes*. Partant du constat que l'analyse complexe s'est considérablement transformée au cours du XX^e siècle, ce séminaire s'est assigné pour objectif de saisir la dynamique de cette transformation, ce pour quoi trois axes de travail ont été privilégiés.

Le premier axe a concerné le passage d'une à plusieurs variables complexes, et l'apparition, puis la transformation, de la notion de domaine, ce qui est allé de pair avec une modification de la nature de l'intuition géométrique. Le deuxième axe a surtout visé à mettre en lumière la manière dont les théories géométriques les plus récentes ont fait ressurgir de l'intérieur la signification géométrique des structures algébriques qui leur sont liées. Enfin le troisième axe a consisté en un examen de certains travaux de géométrie algébrique plus récents, en particulier ceux de Chevalley, Grothendieck, Cartan, Leray, et Oka, ce qui a

permis d'aborder les thèmes des rapports entre analyse complexe et algèbre, en particulier l'algèbre homologique, et la théorie des faisceaux

Le séminaire *Histoires de Géométries*, dirigé par D. Flament, en relation avec l'équipe *Formalismes, Formes et Données Sensibles ; Recherches Historiques, Philosophiques et Mathématiques* (F₂DS, <http://semioweb.msh-paris.fr/f2ds/>), dont il assume également la responsabilité, a été aussi un des lieux privilégiés de réflexion en matière d'histoire de la géométrie contemporaine. Plusieurs chercheurs de REHSEIS ont mené leurs recherches sur ce domaine en liaison directe avec ce projet. La réflexion y a porté sur des concepts élémentaires, bien que non évidents, de la géométrie, comme ceux d'« espace », de « dimension », de « transversalité », qui ont fait l'objet de journées d'étude spécifiques (voir programme, **section VI.3**).

M.-J. Durand-Richard y a exposé les conclusions de son étude sur Russell et les fondements de la géométrie [Durand-Richard 2003]. Elle a montré comment, au cours du XIX^{ème} siècle, au moment où la géométrie est en plein renouvellement, elle entre en concurrence aussi bien avec l'algèbre qu'avec la logique pour servir de fondement à l'ensemble des mathématiques. Il ne s'agit pas là seulement d'un conflit institutionnel. À Cambridge, la laïcisation de l'enseignement universitaire que marque la réforme des universités anglicanes (1855-58) s'accompagne d'un retour en force des conservateurs et d'une géométrie euclidienne que la philosophie de Kant et une conception réaliste de la connaissance permettent de présenter comme plus apte que l'algèbre à servir de propédeutique. Ce fut dans ce cadre que B. Russell rédigea sa thèse, *Essay on the Axioms of Geometry*, où il propose une refonte des axiomes de la géométrie, en vue de remplacer la géométrie euclidienne par la géométrie projective, au fondement du savoir, afin de parvenir à une re-formulation de la philosophie kantienne de la géométrie, capable d'intégrer dans son sein la possibilité des géométries non euclidiennes [Durand-Richard 2003].

J.-P. Belna a, lui, exposé au sein de ce séminaire les conclusions de sa recherche sur le premier travail universitaire de Frege, relatif à la géométrie projective. C'est une recherche qui fait suite à celle qu'il a consacrée à l'attitude de Frege face à la question des fondements de la géométrie, et qui a donné lieu à un article récemment paru [Belna 2002a]. L'objectif ultime de ces deux études est de parvenir à une meilleure connaissance du Frege géomètre, sur la base de laquelle il conviendra peut-être de nuancer l'image commune que l'on se forme de Frege, en s'appuyant pour l'essentiel sur ses écrits arithmétiques et philosophiques.

D. Flament a, pour sa part, consacré une part importante de ses recherches sur ce thème, en visant à terme une histoire conceptuelle de la géométrie symplectique, qui devrait couvrir la période allant depuis les travaux de Lagrange jusqu'à ceux de Gromov. Cette étude est déjà très avancée et a pu bénéficier des enseignements des exposés donnés par D. Bennequin, L. Berard Bergery, M. Chaperon, A. Chenciner, M. Gromov, Ch. Houzel, P. Iglesias, I. James, Ch.-M. Marle, J.-M. Souriau, B. Teissier, et d'autres dans le cadre du séminaire ainsi que du colloque *Géométrie au vingtième siècle : 1930–2000* (voir programme, **section IV.3**). Ce projet s'inscrit dans une perspective qui allie recherches historiques et réflexions conceptuelles.

A travers le colloque, l'objectif de D. Flament a été de s'attaquer à l'histoire de la géométrie jusqu'à la fin du XX^e siècle. En effet, peu de travaux historiques et philosophiques ont été consacrés à son histoire récente, alors que dans la deuxième partie de ce siècle, l'approche géométrique s'est révélée d'une fécondité extraordinaire dans tous les domaines mathématiques et même dans la physique théorique, tous phénomènes qui ont en retour

bouleversé profondément la géométrie. L'intention était de contribuer à l'émergence de tels travaux historiques et philosophiques en proposant des éléments de réponses aux questions suivantes : *i*) Quelles sont les étapes significatives de l'histoire de la géométrie au XXe siècle, quels sont les concepts, les méthodes et les interrogations qui s'imposent ? *ii*) Comment évoluent les frontières entre les diverses géométries : algébrique, complexe, différentielle, riemannienne, symplectique, arithmétique, non commutative, ... ? *iii*) Comment comprendre la multiplication de ces nouvelles disciplines géométriques ? *iv*) Les relations de la géométrie aux autres branches mathématiques, en particulier avec la topologie et l'arithmétique, se sont-elles transformées ? Les récents développements de l'arithmétique et de l'algèbre manifestent-ils la disparition définitive du profond clivage entre géométrie et arithmétique qui traverse l'histoire des mathématiques ? *v*) Peut-on préciser la nature des liens originaux noués par certaines géométries avec la physique, plus particulièrement

des ingénieurs, monde des scribes en Mésopotamie, monde de l'AFAS, etc.). C'est à cette problématique que se rattache le livre collectif préparé D. Tournès sur le calcul graphique et graphomécanique ainsi que le projet sur les instruments mathématiques qu'il dirige dans le cadre du programme « Histoire des savoirs ».

Les journées qu'organise REHSEIS en mars et juin 2004, sur les tables et les instruments de calcul, s'inscrivent dans cette direction de recherche.

L'équipe se donne également pour objectif de dégager, ne serait-ce que dans un certain nombre de cas, la part prise par ces cultures dans le développement des idées, concepts et théories mathématiques.

Sur un autre plan, un sous-groupe s'est fixé comme objectif de décrire d'un point de vue linguistique les textes des algorithmes (voir **section 7, prospective**).

— *Modalités et objectifs de la démonstration mathématique.* Le travail du workshop « Histoire et historiographie de la démonstration mathématique » doit se poursuivre par la publication d'un ouvrage collectif de même titre, qui détaillera le processus historique de formation d'une certaine vision de l'histoire de la démonstration et qui écrira une première histoire de la démonstration de la correction d'algorithmes.

— *Généralité.* Les recherches ébauchées sur la « valeur de la généralité en mathématiques » se poursuivront sous la forme d'un nouveau projet de l'équipe, qui a pour ambition de permettre un travail réunissant des historiens et des philosophes des sciences. Nous envisageons de le développer dans un cadre qui déborde celui des seules mathématiques, pour accueillir des collègues travaillant sur la physique, voire sur les sciences de la vie (voir la **prospective de la section 8**).

3. HISTOIRE ET EPISTEMOLOGIE DE LA PHYSIQUE

La sous-équipe de REHSEIS menant des recherches sur l'histoire et l'épistémologie de la physique s'est, elle aussi, renouvelée de façon notable.

En octobre 2000, Anouk Barberousse entrait au CNRS et était affectée à sa demande à REHSEIS, tout en gardant son rattachement au centre Cavailles (ENS). D'autres chercheurs se sont portés candidats, depuis le dernier rapport de 2000, pour entrer dans l'équipe, et y ont été acceptés, en particulier Nadine de Courtenay, qui a pu bénéficier de deux années de délégation au CNRS. L'équipe accueille de plus un certain nombre de nouveaux doctorants (M. Fonton, M. Harada, J. S. Principe, C. Salini).

Il a paru nécessaire de se séparer de chercheurs avec qui les rapports de travail n'arrivaient pas à se nouer (c'est, par exemple, le cas de C. Licoppe). A. Barberousse a formulé, quant à elle, la demande auprès de la commission 35 d'être réaffectée à l'IHPST, mais elle compte maintenir son engagement dans les projets de REHSEIS desquels elle était partie prenante (voir la prospective ci-dessous).

Trois champs que l'équipe se proposait de défricher dans la prospective du rapport 2000 ont cristallisé le travail collectif dans cette sous-équipe :

- Tournant critique dans la physique de la fin du XIXe siècle (voir **point 3.1**). Les travaux dans ce domaine se sont infléchis vers le projet « Histoire et philosophie de la mesure » (voir **point 3.2**), qui fédère aujourd'hui de nombreuses recherches dans ce domaine au sein de REHSEIS.
- Physique française au début du XXe siècle (voir **point 3.3**). C'est dans le contexte de ce travail qu'a pris forme le projet de biographie de Borel (voir **point 3.3.3**).
- Dynamiques. Les relations du sous-groupe avec les chercheurs de REHSEIS travaillant sur le XVIIIe siècle se sont, par ailleurs, intensifiées autour du thème des principes de la dynamique (voir **point 3.5**).

La prospective du rapport 2000 annonçait également que la sous-équipe « Histoire et épistémologie de la physique » de REHSEIS poursuivrait ses travaux sur le physico-mathématique (voir **points 3.1, 3.5**).

Nous avons enfin en vue de définir un projet avec les chercheurs travaillant sur les sciences de la vie autour des rapports entre physiologie et physique au XIXe siècle. Ce dernier thème a finalement pris la forme de travaux qui se sont développés dans le cadre d'autres projets, voire à titre individuel (voir **points 3.1, 3.2 et 4.3**), sans doute pour des raisons tenant à l'évolution de la sous-équipe « Histoire et épistémologie des sciences de la vie et de la terre » (voir l'introduction à la **section 4**). Cependant il a émergé un projet de nature comparable, à l'interface entre physique et autres disciplines (voir **point 3.4**).

3.1 Le « tournant critique », fin du XIXe et début du XXe siècle

A l'automne 1999, plusieurs chercheurs du groupe « Histoire et épistémologie des sciences physiques » se trouvaient avoir travaillé sur la physique de la fin du XIXe et du début du XXe siècle (M. C. Bustamante, O. Darrigol, M. Paty, auxquels se sont associés, au moment de leur intégration dans l'équipe, A. Barberousse et N. de Courtenay). Chacun avait été amené à s'interroger sur l'un ou plusieurs des problèmes suivants: 1) l'existence de différentes traditions nationales de mathématisation des phénomènes et leurs interactions (O. Darrigol sur l'électromagnétisme, M. C. Bustamante sur la physique française face à la physique allemande et à l'avènement de la physique quantique); 2) le défaut de compréhension des facteurs à l'œuvre dans le passage de la physique mathématique du XIXe siècle à la physique théorique du XXe siècle, et la question de savoir par quoi se caractérise véritablement ces deux manières de concevoir la conceptualisation en physique (M. C. Bustamante, O. Darrigol, M. Paty); 3) l'impact de la séparation des mathématiques et des sciences de la nature à la fin du siècle, liée à l'avènement des mathématiques pures, sur la construction théorique en physique; 4) une connaissance trop partielle du grand mouvement de réflexion auquel on assiste chez les physiciens du tournant du siècle sur les méthodes, les buts, les fondements et l'histoire de leur discipline, généralement restreinte aux idées de quelques grandes figures déjà fort étudiées (Maxwell, Helmholtz, Hertz); 5) comment cette épistémologie de savants s'articule avec les rapports, très tumultueux à cette époque, entre science et philosophie et comment elle a pu conduire à l'avènement de la philosophie des sciences comme discipline.

Les mathématiques de la fin du XIXe et du début du XXe siècle ont subi un grand bouleversement scientifique et donné lieu à une effervescence philosophique considérable du côté des mathématiciens. Un colloque et une publication collective (dirigée par M. Panza et J. C. Pont) avait déjà commencé à donner une vue d'ensemble des débats liés à la « crise des fondements » en mathématiques et du « mouvement » des mathématiciens-épistémologues. Mais aucune tentative ne semblait encore avoir été faite pour accomplir un travail analogue du côté de la physique.

3.1.1 Séminaire

En automne 1999, le projet s'est fait jour de chercher à combler cette lacune et de secondar la poursuite des travaux individuels par une réflexion collective sur les questions évoquées ci-dessus dans le cadre d'un séminaire spécifiquement programmé à cet effet, intitulé « Le tournant critique de la physique à la fin du XIXe siècle ». O. Darrigol et N. de Courtenay se sont chargés de l'organisation du séminaire en 1999/2000 et ont été rejoints, en 2000/2001 par A. Barberousse. Le but du séminaire était de faire le point sur les connaissances aujourd'hui acquises sur le mouvement des physiciens épistémologues, mais surtout de chercher à en éclairer les zones d'ombre. Il s'agissait de chercher à mieux savoir comment les physiciens de l'époque avaient réagi aux bouleversements majeurs qui secouaient alors la physique, en relation notamment avec l'élargissement des recherches théoriques et expérimentales vers l'échelle microscopique, et surtout avec les nouvelles modalités de la formalisation mathématique, en étroite interaction avec les changements des mathématiques elles-mêmes. Les réflexions des physiciens-épistémologues, qui relèvent tout autant de la méthodologie de la physique que de l'épistémologie, de la philosophie des

sciences naturelles et de celles des mathématiques, restent encore assez mal connues aujourd'hui. Loin de n'être que des « philosophies naïves de savants », elles constituent des sources très riches tant pour l'histoire des sciences et l'histoire de la philosophie des sciences que pour la philosophie des sciences d'aujourd'hui. Il s'agissait de s'interroger sur l'impact de ces réflexions sur la pratique scientifique ; mais aussi de les intégrer dans un réseau de réflexion plus vaste faisant place tout à la fois aux vues développées par des physiciens moins connus de l'époque et à l'influence d'autres disciplines émergentes comme la physiologie et la psychologie expérimentale. Enfin, il s'agissait de cesser d'appliquer à la réflexion des savants-philosophes un cadre de lecture réduit à l'opposition entre empirisme et kantisme en s'intéressant de plus près au foisonnement des courants philosophiques qui, en cette période de bouleversement, cherchaient à renouveler les termes du dialogue entre science et philosophie.

Au cours des discussions suivant les exposés de chercheurs, se sont dégagées certaines des caractéristiques principales de la période, comme l'existence de problématiques communes en physique, en physiologie et en psychologie, l'influence de l'évolution des mathématiques et de la « crise des fondements » sur la construction de modèles en physique. Les séances ont également permis de mieux cerner la nouveauté de la réflexion sur la science menée par les scientifiques du tournant du siècle par rapport à celle que l'on rencontre dans les périodes antérieures (et notamment ce que cette nouveauté doit à l'émergence de la physiologie et de la psychologie). D'autres manières de concevoir ce que pouvait être une philosophie attentive au développement scientifique ont commencé à se dégager, fort différentes du réaménagement de l'approche transcendantale kantienne ou de l'empirisme et du positivisme ambiants.

Le séminaire a reçu un accueil favorable et s'inscrit bien dans un mouvement plus large. En effet, l'étude des rapports entre sciences exactes et philosophie autour de 1900 et l'essor de la philosophie des sciences comme discipline au XXe siècle, au centre des préoccupations du séminaire, stimulent de plus en plus l'intérêt des historiens et des philosophes des sciences, et cela au niveau international. On peut le constater en examinant les thèmes traités au sein de l'Association internationale HOPOS (History Of Philosophy Of Science) qui coordonne la recherche en histoire de la philosophie des sciences et organise, tous les deux ans, un congrès. N. de Courtenay a présenté une conférence dans le congrès de juillet 2000 sur le rôle des modèles. Cet intérêt se lit aussi dans le nombre de colloques et de journées d'étude organisés ces dernières années spécifiquement autour de ces thèmes. Citons « Le moment 1900 en philosophie », colloque organisé par Frédéric Worms à l'université de Lille (18-21 octobre 2000) auquel A. Barberousse et N. de Courtenay ont contribué (la publication sera datée d'octobre 2003), et le colloque européen « Pour comprendre le XIXe siècle : science et philosophie des sciences à la fin du siècle », Genève, 20-23 novembre 2002, auquel A. Barberousse, N. de Courtenay et O. Darrigol ont participé.

3.1.2 *Colloque de Genève*

Dans ce dernier colloque, A. Barberousse et N. de Courtenay ont présenté leurs recherches sur la philosophie des sciences d'Aloïs Höfler (1853-1922), physicien, psychologue et philosophe viennois du tournant des XIXe et XXe siècles. Höfler se révèle un personnage idéal pour aborder l'interaction entre science et philosophie hors des sentiers battus. Ce personnage, resté jusqu'à présent dans l'ombre, tout à la fois élève de Boltzmann

et disciple de Meinong, eut un rôle organisationnel crucial en participant à la fondation et à l'animation de la Société Philosophique de l'Université de Vienne, ancêtre du Cercle de Vienne, et a développé l'une des premières philosophies de la physique au sens contemporain de l'expression. Des philosophes et philosophes des sciences américains et allemands commencent d'ailleurs à s'intéresser à Höfler (B. Smith et T. Uebel) et à souligner ses fonctions d'animateur (J. Blackmore). [A. Barberousse et N. de Courtenay à paraître e] paraîtra dans les actes du colloque, accompagné de la traduction d'une vingtaine de pages de l'essai de Höfler intitulé « *La Naturphilosophie* aujourd'hui » et datant de 1904.

Dans sa contribution au même Colloque de Genève, O. Darrigol s'est intéressé aux préfaces des leçons de Henri Poincaré à la Sorbonne. Dans ces textes, Poincaré refuse de choisir entre les diverses théories anciennes, récentes ou même inachevées que les diverses nations scientifiques ont produites dans un domaine donné. Il veut présenter une science multiple et changeante. Cette ouverture, exceptionnelle pour un savant français de l'époque, l'amène à penser la sous-détermination des théories par rapport aux données empiriques. Les préfaces sont les lieux privilégiés de cette réflexion. On y trouve la démonstration du caractère conventionnel des prémisses de toute théorie, ainsi qu'un remède au conventionnalisme pur : la notion de rapports vrais communs à toutes les théories efficaces dans un domaine donné. Sous l'habit coloré et varié des conventions se cachent des rapports stables, susceptibles de traverser les frontières et les époques. En conclusion O. Darrigol note la similitude partielle des thèses des Poincaré et de celles du constructivisme social contemporain. Les différences résiduelles suggèrent quelques pistes pour dépasser ce dernier point de vue [Darrigol à paraître 2003f].

3.1.3 *Ludwig Boltzmann*

N. de Courtenay travaille à un ouvrage portant sur l'épistémologie du physicien autrichien Ludwig Boltzmann (1844-1906). Elle en propose une interprétation nouvelle qui montre l'originalité et la cohérence, souvent contestées, de la réflexion de Boltzmann sur la science. Cette interprétation s'appuie sur une réappréciation des contextes scientifiques et philosophiques dans lesquels ce physicien a évolué.

L'épistémologie de Boltzmann apparaît sous un jour nouveau lorsqu'on observe qu'elle articule les problèmes méthodologiques que rencontrent les sciences de la nature à la fin du XIXe siècle à la profonde mutation qui affecte au même moment le champ des mathématiques. Le tournant de ces dernières vers la rigueur appelle en effet un réajustement des rapports entre physique et mathématiques dont Boltzmann est l'un des seuls physiciens de son époque à percevoir la nécessité. Dans ce lien entre évolution de la physique et évolution des mathématiques réside l'originalité de l'approche épistémologique de Boltzmann : au lieu de chercher à adapter les solutions ontologiques et épistémologiques traditionnelles à l'évolution de la physique, comme l'ont fait la plupart des autres physiciens-épistémologues du tournant des XIXe et XXe siècles, Boltzmann esquisse une conception « modèle-théorique » des théories scientifiques. Ce lien permet aussi d'établir, entre les volets épistémologiques et scientifiques de l'activité de Boltzmann, une relation plus profonde qui ne se réduit pas à la thématique très générale de l'atomisme et tient au rôle que jouent les mathématiques dans la construction scientifique. Il devient alors possible de comprendre comment Boltzmann a pu envisager la possibilité d'une rupture de la dynamique

newtonienne à l'échelle microscopique et a pu esquisser certaines des méthodes qui seront celles de la physique théorique du XX^e siècle.

La conception des théories comme « images » des phénomènes développée par Boltzmann pour défendre le recours aux hypothèses dans la construction scientifique a généralement été rattachée à une attitude subjectiviste ou psychologiste. N. de Courtenay montre qu'une autre lecture est possible à condition de ne plus interpréter la réflexion de Boltzmann à la lumière de l'empirisme ou du kantisme, et de la réinscrire dans le contexte philosophique autrichien des années 1890. La philosophie autrichienne est alors marquée par des débats qui recoupent certaines des questions soulevées par la crise méthodologique des sciences de la nature (rapport entre représentation et objet, « représentations sans objets », nature du concept et représentations non intuitives, rapport entre représentations et langage). Boltzmann ne pouvait ignorer la teneur de ces débats : c'est au cours de ces mêmes années qu'il commence à réfléchir sur la connaissance scientifique et qu'il participe aux séminaires de la Société philosophique de l'université de Vienne organisés par l'un de ses anciens étudiants devenu disciple de Meinong : Aloïs Höfler. L'étude des travaux de Höfler sur les rapports entre science et philosophie permet de faire des recoupements précis entre l'épistémologie de Boltzmann et les thèmes caractéristiques de la philosophie autrichienne au tournant du siècle. L'attention portée à la construction des concepts physiques, l'insistance sur l'autonomie de la méthode scientifique, le caractère résolument non prescriptif de la philosophie se révèlent autant de traits communs aux réflexions de Boltzmann et à la philosophie des sciences que Höfler développe dans le cadre de la tradition autrichienne. Ces observations pourraient contribuer à renouveler notre compréhension de l'évolution ultérieure de la philosophie et de la philosophie des sciences car les idées de Boltzmann et de Höfler se retrouvent au cœur de la conception des rapports entre science et philosophie par laquelle Neurath s'oppose au point de vue de Schlick.

N. de Courtenay a montré comment son interprétation de l'épistémologie de Boltzmann permettait d'expliquer le contenu, à première vue déroutant, des leçons de philosophie naturelle données par le physicien, entre 1903 et 1906, à l'université de Vienne [Courtenay 2002a]. Boltzmann développe dans ces leçons une philosophie des mathématiques d'une grande indépendance de vue qui, pour peu que l'on tienne compte du lien établi par le physicien entre évolution de la physique et des mathématiques, éclaire et approfondit les idées ébauchées dans le recueil de ses *Ecrits populaires*. Par l'adhésion très claire qu'il y manifeste au mouvement d'arithmétisation des mathématiques, Boltzmann se tient à distance de tout empirisme au sens strict. Mais il se tient tout aussi éloigné des conceptions de type essentialiste ou formaliste qui commencent à être développées à l'époque. Ses leçons proposent une manière à l'époque tout à fait originale de traiter *ensemble* les problèmes qui se posent alors tant en physique qu'en mathématiques à l'endroit des objets de pensée en insistant sur le rôle des modèles dans la construction scientifique — un rôle qui n'est pas seulement logique (comme validation d'un système symbolique), mais aussi psychologique puisque la manipulation des modèles peut conduire, selon Boltzmann, à une modification de notre intuition.

Dans un article en voie d'achèvement (destiné à figurer dans un ouvrage regroupant les contributions des participants à la Journée « Hertz-Wittgenstein », Collège de France, 2002), N. de Courtenay montre comment les rapports nouveaux qu'il aperçoit entre mathématiques pures et physique, construction symbolique et rapport au monde extérieur, inspirent à Boltzmann une approche originale des problèmes philosophiques, fondée sur

l'analyse du langage ordinaire. De même que les représentations physiques sont clarifiées par une analyse conceptuelle qui mobilise les mathématiques en conjonction avec l'examen de leurs conditions d'application, les énoncés philosophiques sont rapportés à une analyse du sens des énoncés du langage ordinaire qui rompt aussi bien avec le « mythe du donné » qu'avec le « mythe de la signification », et prend appui sur l'examen des contextes d'énonciation. Boltzmann en vient ainsi à redéfinir la philosophie comme clarification des concepts et du langage. N. de Courtenay montre comment cette conception nouvelle du travail philosophique amène Boltzmann à proposer une défense tout à fait originale du réalisme, défense passant par l'articulation du scepticisme par rapport au monde au scepticisme par rapport à autrui et par le refus de l'indépendance de droit comme de fait entre fonction référentielle et fonction communicationnelle du langage. N. de Courtenay donne ainsi un exemple de la façon dont ont pu se nouer, au tournant des XIXe et XXe siècles, l'évolution de l'argumentation philosophique et l'évolution des méthodes et des résultats scientifiques. On associe surtout l'avènement du tournant linguistique et la mise en place d'une conception scientifique de la philosophie aux développements conjoints de la logique et des mathématiques. Selon N. de Courtenay, la réflexion de Boltzmann suggère que ces nouvelles orientations philosophiques pouvaient aussi émerger à la croisée des transformations qui affectaient à l'époque les sciences de la nature et les mathématiques, et cela en dépassant d'emblée les clivages qui se sont installés au cours de la seconde moitié du XXe siècle entre analyse formelle et analyse pragmatique du langage et en anticipant les orientations naturalistes qui tendent à s'imposer aujourd'hui à la suite des critiques de l'empirisme logique. Elle élargit par la même occasion le contexte auquel on rapporte d'ordinaire l'émergence de la pensée de Wittgenstein et de la philosophie analytique en général, tout en essayant aussi d'explorer les chemins que peut emprunter la réflexion philosophique dans ses périodes de mutation.

3.2 Histoire et philosophie de la mesure

A la fin de l'année 2001, il est apparu que le thème du « tournant critique » était non pas épuisé, mais au contraire bien plus vaste que ne l'avaient envisagé les deux premiers organisateurs, O. Darrigol et N. de Courtenay. En particulier, il est devenu évident que les physiciens n'avaient ni l'apanage du retour critique sur leurs pratiques intellectuelles, ni de l'innovation épistémologique, et que, comme l'ont montré les travaux de N. de Courtenay, M. Heidelberger, G. Heinzmann, M. Panza et J.-C. Pont, l'étude des liens qui se sont noués à la fin du XIXe siècle entre physique, mathématiques, physiologie et psychologie était indispensable pour comprendre les transformations considérables qui se sont produites à cette époque dans la manière de penser la science et d'en faire.

3.2.1 Séminaire

C'est pour cette raison qu'A. Barberousse, N. de Courtenay et O. Darrigol ont cherché à organiser pour les trois années suivantes un séminaire qui porte sur un domaine plus restreint mais qui permette de continuer à explorer le thème du « tournant critique », sans négliger les interactions entre physiciens, mathématiciens, physiologistes et

psychologues. En outre, il était souhaitable de progresser dans le temps et examiner des travaux de physiciens du XXe siècle. Le choix des organisateurs s'est porté sur un domaine réputé pour son caractère peu attrayant en physique, mais d'une grande richesse historique et philosophique, à savoir la métrologie, science de la mesure.

L'étude des théories et des pratiques de la mesure permet d'aborder des questions centrales de la théorie de la connaissance (comme, par exemple, l'évaluation des théories sous l'axe de leur adéquation empirique, la comparaison des théories entre elles, ou encore le problème plus général de la justification de nos croyances scientifiques). En ouvrant sur une approche empirique du problème de la connaissance, l'étude de la mesure présente en outre l'avantage de s'accorder tout naturellement avec la nouvelle orientation adoptée en philosophie des sciences. Elle appelle en effet à remplacer les conceptions *a priori* concernant la méthode, les buts, la nature de la connaissance, les modalités de justification, qui avaient longtemps orienté la réflexion philosophique sur les sciences, par une analyse des processus scientifiques, techniques, sociaux et historiques par lesquels sont fixés et modifiés les critères qui définissent l'acceptabilité des résultats scientifiques. On retrouve ici une option qui anime également les travaux sur la démonstration mathématique qui se mène au sein de REHSEIS (voir **point 2.2**).

Afin d'en savoir plus sur les questions complexes qui entourent l'acte de mesure et les usages collectifs de ses résultats, il convenait tout d'abord d'explorer la littérature historique et philosophique sur la mesure, ce qui a permis de constater que les historiens spécialistes du domaine étaient bien plus nombreux à l'heure actuelle que les philosophes. Par ailleurs, il existe un important hiatus entre les études historiques et philosophiques, hiatus qui se reflète dans la liste des conférenciers invités dans le cadre du séminaire (voir programmes, **section VI.2.A**). La mesure a toujours été considérée comme une opération fondamentale pour les sciences empiriques, et a donné lieu, de la fin du XIXe siècle aux années 1960, à des analyses méthodologiques et épistémologiques d'une grande sophistication. Cependant, la réflexion philosophique a graduellement été prise en main par une branche très formelle de la philosophie des sciences, qui insiste en particulier sur la mise au jour de conditions de mesurabilité. D'un autre côté, on constate l'essor, au cours des dix dernières années, d'un nombre considérable d'études portant sur les pratiques de mesure ainsi que sur les structures sociales rendant possibles leur diffusion, celles des étalons et autres conventions. Mais elles sont essentiellement le fait d'historiens des sciences orientés vers les « études sociales de la science ».

Dans la programmation du séminaire, le premier objectif a été de chercher à rétablir le lien entre ces approches et de réarticuler l'une à l'autre la réflexion sur les conditions de possibilité, formelles et épistémologiques, de la mesure. Pour ce faire, les organisateurs ont porté une attention toute particulière (mais non exclusive) au XIXe siècle, cette période charnière dans l'histoire de la mesure, ce qui a permis d'éclairer maintes questions soulevées dans le cadre de nos travaux sur le « tournant critique » tout en établissant un lien naturel avec des problématiques actuelles.

L'activité du groupe s'est structurée autour du séminaire, intitulé « Histoire et philosophie de la mesure », et d'une série de séances de discussion d'articles menée en parallèle. Chaque séance du séminaire était introduite par un compte rendu de la séance précédente préparé, puis rédigé, par l'un des organisateurs. En attendant la mise au point complète du site du REHSEIS, ces comptes rendus sont présentés sur le site Internet

« Metrodiff »² auquel sont inscrits des métrologues professionnels (chercheurs et industriels), ce qui permet d'établir un dialogue avec la communauté des métrologues. Les séances de lecture ont également donné l'occasion de travailler avec quelques étudiants du DEA d'épistémologie et d'histoire des sciences de Paris VII. L'intérêt de ces étudiants s'est manifesté dans le choix de deux d'entre eux de faire porter leur mémoire de DEA sur la mesure.³ Une étudiante a par ailleurs décidé de travailler dans le cadre de sa thèse sur l'analyse dimensionnelle, un sujet dont le séminaire et les discussions de texte ont montré l'importance et qui est pourtant demeuré totalement négligé même au niveau international à ce jour.

Au cours de l'année 2001-2002, le travail du séminaire et des séances de discussion était centré sur la mutation de la mesure qui s'est opérée au XIXe siècle avec l'introduction du système d'unités absolues en physique. Il convenait d'étudier l'impact de cette mutation sur le travail d'élaboration théorique et sur la pratique de la recherche. En 2002-2003, l'exploration a été étendue au-delà du XIXe siècle. Au cours de la session d'automne du séminaire, l'accent a été mis sur les aspects plus institutionnels de cette transformation de la mesure et sur les liens d'un nouveau type qui se nouent à travers elle au XXe siècle entre disciplines scientifiques et industrie par le biais de la recherche technico-instrumentale. La session de printemps était consacrée à trois grands moments de l'histoire de la mesure: ses débuts en Mésopotamie, le tournant du XIXe siècle, et les progrès les plus récents. Les séances de lecture d'articles furent consacrées à quelques textes classiques de la philosophie de la mesure du début du XXe siècle, à savoir ceux de Poincaré, Duhem et Carnap.

Dans le cadre du séminaire « Histoire et philosophie de la mesure », O. Darrigol s'est intéressé au mémoire de Hermann von Helmholtz de 1887 intitulé « Compter et mesurer », mémoire souvent considéré comme une origine fondamentale de l'approche philosophique de la mesure introduite par Patrick Suppes *et al.* et habituellement appelée *Theory of measurement*. Il importait d'estimer dans quelle mesure le mémoire de Helmholtz a marqué un tournant vers cette approche et aussi de comprendre comment Helmholtz a mûri son propre point de vue. Cette recherche a permis de mettre en évidence l'importance, un peu surprenante, des lectures que fit Helmholtz des travaux des frères Grassmann sur les fondements de l'arithmétique et, dans un tout autre registre, les débats contemporains sur la mesurabilité des phénomènes psychologiques. C'est dans ce dernier cadre que le souci d'établir les prémisses métrologiques de toute science quantitative s'est exprimé pour la première fois, de Gustav Fechner à Johannes von Kries en passant par Wilhelm Wundt. Par ailleurs, Helmholtz s'est inspiré de ses propres réflexions antérieures sur la géométrie considérée comme mesure de l'espace ainsi que des considérations de Clerk Maxwell sur les mesures de charge électrique et de température. Dans sa propre synthèse de ces sources diverses, Helmholtz propose d'une part une définition empirico-psychologique des nombres et exige d'autre part que les protocoles de mesures présentent des propriétés structurelles objectives qui les rendent compatibles avec les opérations de l'arithmétique. Cette dernière

² « Metrodiff » est le site de l'Association « Métrologie-Diffusion-Formation » (loi de 1901) dont le but est de diffuser la culture métrologique et la formation à la métrologie. Il est hébergé par l'Ecole des Mines de Paris

³ « Datation radioactive au Carbone 14 : des origines à 1949. Découverte et interdisciplinarité » et « Développement des mesures électriques (1733-1870). De l'invention de l'électromètre à la mise en place des mesures absolues ».

exigence est sans doute l'aspect de son mémoire qui a le plus retenu l'attention de ses successeurs [Darrigol 2003a].

3.2.2 *Journée*

D'autre part, N. de Courtenay, A. Barberousse et O. Darrigol ont organisé, le 22 avril 2003, une journée internationale d'étude intitulée : « Du XIXe au XXe siècle, la mesure au croisement de la physique, de la physiologie et de la psychologie », durant laquelle sont intervenus des historiens et des philosophes. (Voir programme, **section VI.3**). Cette journée était organisée conjointement à la journée « Epistémologie de la mesure dans les sciences sociales, perspectives contemporaines », de mai 2003 à l'IHPST, grâce à Alain Leplège et Emmanuel Picavet. L'étude de l'évolution de la mesure en physique au cours du XIXe siècle conduit inévitablement à dépasser le cadre strict des sciences de la nature pour prendre en compte le développement d'autres disciplines scientifiques (physiologie et psychologie). En effet, ces développements sont à l'origine de transformations considérables qui affectent le rapport particulier de chacune de ces disciplines à la mesure aussi bien que la conception que l'on se fait de la mesure en général. D'un côté, des expériences de psychophysiologie deviennent nécessaires au contrôle des observations astronomiques et conduisent à de profondes modifications de l'instrumentation physique ; de l'autre, ces mêmes expériences sont à l'origine de la conception du corps sensible comme « appareil sensoriel » et du développement de la psychologie expérimentale. Enfin, en posant le problème de la mesure des phénomènes mentaux, ces expériences, situées au croisement de la physique, de la physiologie et de la psychologie, déterminent en grande partie l'effort auquel on assiste, à la fin du XIXe siècle, pour énoncer les lois de la mesure, ainsi que le cours de la théorie de la mesure au XXe siècle. Les deux journées ont fourni l'occasion d'une invitation conjointe IHPST-REHSEIS de Joël Michell, professeur de psychométrie à l'université de Sydney (Australie) pour une durée de 3 semaines.

3.2.3 *Nouvelles mesures et nouvelle physique à la fin du XIXe siècle*

Benoît Lelong a poursuivi ses recherches sur les nouveaux dispositifs métrologiques du laboratoire Cavendish de J.-J. Thomson à Cambridge, sur la forme de vie scientifique qui permit son émergence, et sur sa diffusion internationale assurée par la diaspora des physiciens formés par Thomson. Après le cas de Paul Langevin examiné dans la thèse soutenue en 1995, une étude analogue a été réalisée autour de John Townsend et du transfert de Cambridge à Oxford des pratiques et des valeurs du Cavendish [Lelong à paraître]. Une comparaison entre Thomson et Paul Villard, consacrée aux travaux des deux physiciens sur les rayons cathodiques, a également précisé les ressources conceptuelles, instrumentales et sociales utilisées par l'un et par l'autre pour produire leurs résultats expérimentaux [Lelong 2001].

Mickaël Fonton prépare, en collaboration avec Benoît Lelong, un article sur les mesures électrométriques en France et en Europe, à la fin du XIXe siècle, lequel pose la question de savoir comment certains instruments de mesures (les électromètres enregistreurs) ont pu permettre de discipliner à la fois les phénomènes atmosphériques et les praticiens de la météorologie.

3.3 Physiciens et mathématiciens dans la France du début du XXe siècle

Ce projet est la prolongation naturelle des recherches sur la microphysique française de la première moitié du XXe siècle, lancées par Martha Cecilia Bustamante. Les historiens se sont peu intéressés aux études faites en France dans le domaine de la microphysique entre la fin du XIXe siècle et les années 1950, sans doute en raison de l'isolement relatif de la France dans ce domaine. Un regard plus attentif s'impose pourtant, à commencer par la figure centrale de Paul Langevin.

3.3.1 *Paul Langevin, son œuvre et sa pensée. Science et engagement*

L'ouvrage collectif qui porte ce titre, dirigé par Bernadette Bensaude-Vincent, Martha Cecilia Bustamante, Olival Freire et Michel Paty a paru comme numéro spécial de la revue *Epistémologiques* en 2002. Les textes rassemblés sont issus du *Colloque Paul Langevin*, qui s'est tenu en 1997 à Paris et qui était organisé par le CRHPS de l'Université de Paris 10-Nanterre, le Centre de Ressources Historiques de l'ESPCI et l'Equipe REHSEIS. Il cherchait à dresser un bilan des recherches historiques et épistémologiques sur l'œuvre protéiforme de Paul Langevin et à en susciter de nouvelles. Langevin, physicien novateur autant expérimentateur que théoricien, vécut dans son travail les grands bouleversements et les avancées de la physique de son époque, des premières explorations du monde atomique aux révolutions relativistes et quantique. Il en accompagna les développements sur de nombreux plans, du plus conceptuel au plus technique et industriel. Langevin s'est aussi engagé dans des combats divers, en faveur de la paix, contre le fascisme et le nazisme. Il participa également aux débats sur la place de l'école dans la société et la place de la science dans la culture.

Les études contenues dans ce recueil proposent une réévaluation de certains aspects de l'œuvre de Langevin et de sa pensée ainsi qu'un premier regard sur des questions qui restaient dans l'ombre. La première contribution, qui réactualise le portrait du savant à partir de souvenirs personnels, est suivie d'un ensemble d'études de quelques-uns des travaux scientifiques du physicien (contribution à la théorie du magnétisme, rapports avec Poincaré et Einstein dans l'élaboration de la physique relativiste, conceptions sur la synthèse électromagnétique et la relativité restreinte, approche de la dynamique relativiste). L'épistémologie et les idées philosophiques de Langevin sont ensuite abordées : interprétation de la physique quantique, idée de l'humanisation de la science, réalisme scientifique et matérialisme. Suivent quelques considérations sur l'enseignement de Langevin, qui inspira de nombreux chercheurs, sans qu'il ait cependant véritablement fait école. Le Langevin ingénieur et inventeur est présenté dans une étude de ses travaux sur le radar. L'activité civique et politique de Langevin et sa place dans le mouvement antifasciste dans les années trente sont aussi évoquées. L'ouvrage se termine par un rappel des circonstances de l'élaboration du « plan Langevin-Wallon » sur la réforme de l'enseignement de 1944 à 1946.

3.3.2 *Quelle physique en France?*

Cet ouvrage, et particulièrement les contributions de M. C. Bustamante, ont montré l'existence d'une physique française quantique relativiste et non relativiste au début du XX^e siècle, ainsi que l'importance de la filière qui conduisit, en physique théorique, de Paul Langevin et Louis de Broglie à Jacques Solomon, Alexandre Proca, Francis Perrin... [Bustamante 2002a, 2002b]. Elle a aussi pris en considération les travaux étrangers auxquels ils sont reliés, et leurs relations aux efforts français suivant les domaines et les époques [Bustamante 2002c].

Un colloque international intitulé « Une physique à la française? 1900-1914 », organisé en 2002, par A. Barberousse et M. C. Bustamante avec B. Bensaude-Vincent (Université Paris X), a fait suite à ces travaux (voir programme, **section VI.3**). Entre le congrès international de physique de 1900 et le début de la guerre, la physique et la chimie connaissent de profondes transformations : atomistique, radioactivité, quanta, relativité, mécanique statistique et énergétique bouleversent les pratiques des physiciens et chimistes. Les Français seraient-ils à la traîne, paralysés par un positivisme frileux? Le but de ce colloque était de reconsidérer la thèse d'un reta

conception des mathématiques rapprochait de la physique. La clarté, la rigueur et la cohérence des positions qu'il défendait sur des questions notoirement délicates, comme celles concernant l'interprétation des probabilités en mécanique statistique, ne manquent pas de frapper historiens et philosophes.

Au cours de l'année 2001, A. Barberousse, M. C. Bustamante et H. Gispert ont commencé à réfléchir à ce que pourrait être une publication ayant pour objet l'œuvre multiforme de Borel; ces réflexions ont débouché sur le projet d'une biographie scientifique écrite à plusieurs mains. Après avoir répertorié les principaux problèmes méthodologiques d'une telle entreprise et les avoir présentés en mars 2002 lors du séminaire décrit ci-dessous, elles ont pris conscience des difficultés historiographiques propres aux études biographiques. Si, en effet, c'est d'abord l'œuvre scientifique de Borel qui les a motivées, elles ont vite pris conscience que le personnage avait également une dimension culturelle (à travers, entre autres, la *Revue du mois* qu'il a créée et dirigée de 1906 à 1920), politique et pédagogique, qu'elles ne pouvaient ignorer. Ainsi l'année 2002-2003 a-t-elle été consacrée à l'exploration des engagements et des activités institutionnelles de Borel, tant du côté de l'enseignement que de celui de la politique et de la culture. Afin d'élargir leur perspective sur cette question, elles ont adjoint au « groupe Borel » l'historien Michel Pinault, spécialiste de Frédéric Joliot-Curie et des intellectuels scientifiques. Le séminaire « Science, culture, politique » co-organisé par Martha Cecilia Bustamante au nom du « groupe Borel » et par C. Jami pour l'axe « Construction internationale des sciences et de leur histoire » a d'ailleurs permis de prendre connaissance plus largement de l'actualité historiographique sur la question des engagements politiques et culturels des scientifiques à la même époque. D'autres problématiques y ont été explorées la constitution de réseaux scientifico-politiques à des moments critiques de l'histoire et dans des lieux différents, ou l'organisation politique de la recherche.

Les nombreux écrits de Borel concernant la place de la culture scientifique développent des arguments aptes à nourrir une réflexion sur la nature et le rôle de la philosophie des sciences aujourd'hui, voire de l'ensemble des études sur les sciences. Pour approfondir ce thème et afin de situer les prises de position de Borel dans leur contexte, A. Barberousse et H. Gispert ont travaillé à une sorte de synthèse historiographique sur un épisode particulièrement marquant : la création du Palais de la Découverte en 1937 (exposé en 2003, Séminaire d'histoire de l'enseignement et de la diffusion des sciences, INRP).

3.4 Physique aux interfaces avec d'autres activités (biologie, météorologie, etc.)

3.4.1 Physique et biologie

A partir du printemps 2002 Sara Franceschelli a entrepris un nouveau projet portant sur les questions épistémologiques à l'interface entre la physique et la biologie dans la recherche contemporaine. Ce sujet se pose en continuité avec l'une des problématiques abordées dans sa thèse (*Construction de signification physique dans le métier de physicien : le cas du chaos déterministe*) : l'étude épistémologique des pratiques de recherche expérimentales et conceptuelles dans la physique contemporaine. Cette question est ici étendue à l'analyse des cas où la physique interagit avec d'autres disciplines, notamment la

biologie, dans le but de contribuer à l'établissement d'une épistémologie comparée. Quelles sont les questions sur lesquelles une collaboration est possible, voire nécessaire, entre physiciens et biologistes? Quelle est la spécificité de cette collaboration (qui la distinguerait d'une collaboration entre physiciens et – par exemple – économistes)? Quels sont les apports des uns et des autres en termes d'objets d'étude proposés, d'instrumentation, de méthodes expérimentales et numériques, de construction de nouveaux concepts, d'élaboration de modèles et de théories? S'agit-il de l'accomplissement du programme réductionniste ou faudrait-il plutôt s'interroger sur les éventuelles modifications que l'étude d'un système vivant induit dans les pratiques de certaines branches de la physique contemporaine?

Dans ce cadre, une première journée d'étude a eu lieu, en 2002, *Interfaces entre physique et biologie : questions pour l'épistémologie*, au cours de laquelle des chercheurs physiciens et biologistes ont présenté un ou plusieurs aspects de leurs recherches susceptibles de nourrir ce questionnement épistémologique. A partir de janvier 2003, Sara Franceschelli a poursuivi ce projet en co-organisant, avec Jean-Claude Dupont de l'IHPST, un séminaire de recherche à l'ENS-LSH : *Penser les interactions. Le signal en biologie et en physique contemporaines* (programme, **section VI.3**). Le signal est, en physique, au centre d'un réseau théorique et disciplinaire dense qui s'est constitué autour de la théorie de l'information, et il conviendrait d'en étudier précisément la construction historique. Par ailleurs la biologie fait aujourd'hui de la notion de signal un usage très large (biologie cellulaire, génétique, embryologie, immunologie, endocrinologie, neurosciences, éthologie...). Cette importation du concept de signal en biologie se justifie-t-elle par un caractère heuristique, ou explicatif particulier? Faut-il même parler d'importation, ou ce concept, comme celui d'information, constitue-t-il un cadre commun dans lequel les théories biologiques et physiques prirent forme? Le séminaire a constitué une enquête sur les usages spécifiques que font les différentes disciplines du concept de signal. Le tableau dressé, bien que non exhaustif, devrait permettre de mieux en cerner l'épaisseur épistémologique et le rôle heuristique. Si on considère en particulier la question de l'étude quantitative de la transmission d'un signal et de la constitution des réseaux de signalisation, il devient pertinent d'aller étudier de plus près un autre concept à l'interface entre ces deux disciplines : celui de dynamique. Le séminaire se poursuivra en février 2004 autour des différentes notions de « dynamique » en physique et en biologie contemporaines. Un premier compte-rendu de ce séminaire a été présenté lors d'un exposé de Sara Franceschelli (« Physical signals, biological signals, physical signals in biology », workshop international *The science of complexity : chimera or reality ?*, Arcidosso, Italie, 2003).

3.4.2 *Physique, industrie, armement et météorologie*

Dans ses travaux sur les physiciens français et anglais au tournant des XIXe et XXe siècles, sur leurs transformations identitaires et scientifiques, la normalisation, l'organisation des institutions de recherche et d'enseignement, le militantisme et le champ politique, tous sujets qui s'inscrivent dans la continuité des recherches de REHSEIS décrites au **point 3.3**, Benoît Lelong a également mis l'accent sur des questions d'interface, en étudiant leur contribution à l'innovation industrielle et militaire [Lelong 2002] ainsi que leur articulation avec d'autres univers pratiques et sociaux comme la chimie, la météorologie, [Lelong, 2000]

C'est sur un sujet de cet ordre que Mickaël Fonton prépare une thèse de doctorat sous sa direction ainsi que celle de Marie-Noëlle Bourguet, puisqu'il évalue l'action que certains

physiciens français ou européens eurent, au tournant du siècle, sur la météorologie, ses buts et ses pratiques. En s'intéressant aux acteurs, aux lieux et aux instruments, M. Fonton tâche de mettre en lumière l'articulation entre physique et météorologie, ou comment la première fit de la seconde une science moderne.

3.5 Dynamiques

Plusieurs chercheurs de l'équipe se sont intéressés à la formation et au développement de théories dynamiques, dans des projets collectifs ou dans des travaux individuels.

3.5.1 Principes dynamiques

Irène Passeron a collaboré au travail que Michelle Chapront-Touzé a effectué pour l'édition du volume « Premiers travaux de mécanique céleste, 1747-1749 » des *Œuvres complètes* de D'Alembert (voir **point 5.2.2**). Ce volume comporte un texte (conservé dans le désordre à la BnF et jusque là inédit) sur la théorie de la Lune, à un moment-clé de l'histoire de la mécanique céleste et plus généralement de la formulation analytique des phénomènes liés à la gravitation newtonienne. Les discussions précises sur la signification des termes utilisés (accélération, force, principe, etc), et surtout leur utilisation dans les calculs de D'Alembert, dans le contexte de la théorie de la Lune, comme dans d'autres écrits (articles de l'Encyclopédie, ouvrages divers, articles de journaux, lettres, écrits académiques...) l'a amenée à penser fructueux un groupe de travail « Principes de la dynamique » qui s'est tenu en 2001-2002, autour du principe de la dynamique de D'Alembert, et surtout, de ses utilisations. C'est dans ce contexte qu'un certain nombre de travaux menés sur le sujet à REHSEIS se sont développés.

Christiane Vilain s'y est intéressée à la question de la recherche des principes au début de la physique moderne, de Galilée à D'Alembert. Elle a particulièrement travaillé sur cette question pour la seconde moitié du XVIIe siècle, à partir d'un cas précis, qui fut traité par Christiaan Huygens, repris par d'autres auteurs comme le Marquis de L'Hopital et Jacob Bernoulli, et qui constitua le premier exemple avec lequel D'Alembert illustre son principe dynamique : il s'agit de la détermination du centre d'oscillation du pendule composé [Vilain 2000b et 2000c]. La dispute qui s'est développée sur ce sujet dans le choix des principes de départ se retrouve, quoique moins clairement, dans le traitement des chocs. C'est donc l'ensemble du « mécanisme » classique qui se trouve éclairé par ce cas, ainsi que la recherche de « méthode » propre aux auteurs de cette période, et ce d'une façon plus ample qu'on ne pourrait aborder ces questions par la fameuse « querelle des forces vives ». L'utilisation de dispositifs comme le pendule ou le levier dans le but de trouver les principes généraux de dynamique est en effet sous-tendue par une revendication d'évidence intellectuelle qui rappelle—selon les auteurs de cette période—celle des axiomes mathématiques, évidence que l'on sait ne pas pouvoir obtenir à partir de l'expérience ordinaire par induction.

Michel Paty a poursuivi l'examen de l'œuvre scientifique de D'Alembert en particulier sous l'angle de sa conception des principes de la mécanique et de son interprétation des concepts mis en œuvre, indissociable du calcul différentiel. Il y voit la raison de la réorganisation théorique opérée par le *Traité de dynamique* par rapport aux

Principia de Newton, les concepts de la dynamique (changements des mouvements) pouvant être pleinement intelligibles et « rapportés à la considération du mouvement seul ». D'Alembert construit ainsi un concept d'accélération auto-consistant qui donne sa forme à la « causalité physique » telle qu'on l'entendra plus tard, dans la filiation de Lagrange (Paty [2004g], [à paraître, s], [à paraître, t]).

Dans le cadre de sa thèse dirigée par O. Darrigol, E. Brizay étudie l'évolution des principes de la dynamique entre la fin du XVIII^e et la première moitié du XIX^e siècle. Son travail a principalement pour but de mettre en évidence les facteurs institutionnels (rôle joué par l'enseignement, les académies, les instances politiques...), industriels (problèmes rencontrés par les ingénieurs, notamment dans le développement de la science des machines) et scientifiques (relations et échanges qu'entretient la mécanique avec la physique mathématique naissante, développement du calcul différentiel et intégral qui autorise de nouvelles approches et démonstrations des principes de la mécanique...) qui ont influé sur le développement de la mécanique à cette époque.

3.5.2 Hydrodynamique

En continuité avec sa thèse, qui portait sur d'Alembert (Paris 7-Denis Diderot, 1998), Gérard Grimberg a étudié un mémoire manuscrit de d'Alembert sur la résistance des fluides, rédigé en latin dans l'année 1749, à l'occasion du prix de Mathématique de l'Académie des Sciences de Berlin. Dans ce manuscrit, d'Alembert élabore une nouvelle représentation du mouvement des fluides. Considérant un fluide en écoulement permanent à la rencontre d'un solide de révolution immobile, d'Alembert conçoit les composantes de la vitesse du fluide comme des fonctions des variables d'espace, et la différentielle de la vitesse comme un système de formes différentielles. L'application de son principe de la dynamique (« principe de d'Alembert ») donne les équations aux dérivées partielles qui caractérisent le mouvement du fluide. Ce mémoire sert de base aux travaux dans lesquels Euler (1751-1755) détermine les équations générales au fondement de la mécanique des fluides. Le travail de d'Alembert se heurte à deux obstacles. Son travail se restreint au traitement analytique d'un écoulement permanent, ce qui l'empêche de trouver les équations d'Euler du mouvement d'un fluide animé d'un mouvement quelconque. D'autre part, ses solutions des équations aux dérivées partielles sont erronées. Cela l'amène à poser le problème des limites de l'Analyse. Si celle-ci permet de donner les équations qui caractérisent le mouvement d'un fluide, elle paraît souvent impuissante à expliciter les solutions de ces équations. Lagrange reprendra cette réflexion dans sa *Mécanique analytique* [Grimberg 2002].

Depuis quelques années, O. Darrigol s'intéresse à l'histoire de l'hydrodynamique. Les historiens des sciences ont souvent négligé ce domaine, en raison des difficultés techniques qu'il présente, mais également parce qu'ils lui ont préféré les théories les plus nouvelles du XIX^e siècle que sont l'électrodynamique et la thermodynamique. Il est pourtant certain que l'hydrodynamique a joué un rôle capital dans la physique des XVIII^e et XIX^e siècles, en suscitant l'élaboration d'une nouvelle physique mathématique fondée sur de nouveaux principes de la dynamique et sur un nouveau calcul des dérivées partielles, en permettant la construction analogique d'autres théories physiques, et enfin en intensifiant et diversifiant les rapports entre physique et sciences de l'ingénieur. Une partie des travaux de Darrigol sur ces questions [2003b] concerne les débuts de l'hydrodynamique des Bernoulli à

Lagrange et se rattache à des projets antérieurs de Michel Paty et de Gérard Grimberg sur la dynamique des fluides de d'Alembert.

En ce qui concerne le XIX^e siècle, O. Darrigol a mis l'accent sur les progrès conceptuels et méthodologiques réalisés dans des contextes pratiques tels que la navigation, l'hydraulique, l'acoustique, la météorologie, ou la circulation du sang et de la sève. Cette approche n'est guère limitative, car il s'avère que les considérations générales plus abstraites et plus mathématiques ont porté relativement peu de fruits dans ce domaine. Ce sont les paradoxes dus au conflit entre hydrodynamique mathématique et données empiriques qui susciterent les principales innovations.

Dans cet esprit, O. Darrigol a abordé la question des origines multiples de l'équation de Navier-Stokes dans un contexte étroitement lié à l'histoire de l'élasticité [2002a], l'introduction du concept d'écoulement turbulent par Saint-Venant, Boussinesq, Kelvin, Hagen et Reynolds [2002b]; les conjectures et preuves d'instabilité des écoulements laminaires par Stokes, Helmholtz, Rayleigh, Kelvin et Reynolds [2002c]. Le cas des ondes à la surface de l'eau et des marées est un peu différent, car il se prête plus facilement à une analyse qui fait abstraction de la viscosité, des instabilités et de la turbulence. Darrigol explique ainsi les résultats obtenus par Laplace, Lagrange, Cauchy, Poisson, et Airy dans une phase encore précoce de la mécanique des fluides. Mais il montre aussi que certains aspects de la physique des ondes, comme les ondes solitaires de Scott Russell, furent connus expérimentalement bien avant leur explication théorique (due à Boussinesq et à Rayleigh). En général, la physique des ondes présente un cas très riche d'évolution symbiotique des techniques de l'analyse mathématique et de la compréhension d'une classe de phénomènes physiques [Darrigol 2003e]. Ces recherches sur l'hydrodynamique du XIX^e et leur continuation au début du XX^e devraient faire l'objet d'un livre.

A l'occasion de ses recherches sur l'hydrodynamique de Saint-Venant, Darrigol a découvert l'existence de nombreux manuscrits concernant la « conservation du capital dynamique », notion très proche de la conservation de l'énergie proposée une vingtaine d'années plus tard par James Joule, William Thomson et Hermann Helmholtz. Ces manuscrits permettent de suivre en détail la genèse de l'idée de Saint-Venant et de voir comment il puisa dans les recherches de John Smeaton sur les roues hydrauliques, dans les développements contemporains de la théorie des machines en France, dans la tradition laplacienne de réduction à des forces centrales et dans une doctrine théologique volontariste qui remonte à Descartes. Ces considérations jamais publiées de Saint-Venant ne sont pas aussi anecdotiques qu'il pourrait sembler. Elles permettent d'élucider la transition historique, durant les deux premières décennies du XIX^e siècle, de la conviction que les processus mécaniques fondamentaux étaient non conservatifs à la conviction opposée des pionniers de la conservation de l'énergie (Poncelet, les frères Thomson, Joule et Helmholtz) [Darrigol 2001b].

3.5.3 *Electrodynamique*

En 2000, Darrigol a publié chez Oxford University Press son ouvrage *Electrodynamics from Ampère to Einstein*, somme de dix ans de recherches sur ce sujet. Le livre a depuis lors fait l'objet d'une édition brochée. Trois thèmes y servent de fil conducteur. Le premier est l'imbrication des recherches théoriques et expérimentales, développée dans un article spécifique grâce à la notion de « principes méthodologiques transverses » qui

permettent de guider simultanément les activités de laboratoire et la construction théorique. Le second thème est l'importance de la circulation des idées et des pratiques entre des traditions dont l'indépendance a beaucoup été exagérée par le passé. Le troisième est la multiplicité des formes que prit le réductionnisme mécanique selon les contextes et les sous-cultures où l'on cherchait à l'appliquer. L'ouvrage se termine par une nouvelle interprétation des origines de la théorie de la relativité d'Einstein. Une meilleure connaissance des théories électrodynamiques antérieures et contemporaines permet de critiquer l'idée d'une singularité absolue de l'approche d'Einstein et d'établir que plusieurs spécialistes contemporains visaient des buts semblables et les atteignirent par des méthodes en bonne partie identiques.

3.5.4 *Chaos déterministe*

Dans sa thèse, dirigée par Michel Paty, *Construction de signification physique dans le métier de physicien : le cas du chaos déterministe*, et soutenue en février 2001, S. Franceschelli, s'est intéressée à la *construction de signification physique* caractérisant le *métier* des physiciens qui ont travaillé autour des années quatre-vingts sur le chaos déterministe. La construction de signification physique y est considérée comme un processus permettant d'utiliser des connaissances mathématiques (sur les systèmes dynamiques) pour construire un sens (pour la transition vers la turbulence) dans des situations (expérimentales ou simulées) bien déterminées. En particulier, elle a analysé la contribution de quatre physiciens : Paul Manneville et Yves Pomeau, théoriciens, qui ont introduit le scénario de transition vers le chaos par l'*intermittence* en travaillant sur le système de Lorenz, et Pierre Bergé et Monique Dubois, expérimentateurs qui, en collaboration avec les deux théoriciens, ont obtenu la première observation expérimentale d'une transition par intermittence dans une cellule de Rayleigh-Bénard. S. Franceschelli a montré comment la nouvelle problématique du chaos est abordée par ces physiciens, du point de vue théorique et expérimental et comment, dans ce cadre, ils parviennent à la constitution d'un nouveau scénario de transition vers le chaos : l'*intermittence*. Elle considère les relations entre les modèles mathématiques, les simulations à l'ordinateur, les expériences physiques et la (les) théorie(s). La différence entre les simulations et les expériences physiques est mise en lumière dans le cas, par exemple, de la construction d'un espace des phases ou dans l'observation et la caractérisation des attracteurs étranges. Elle souligne l'importance de la sensibilité et de la précision dans les mesures et le problème de la répétabilité. Elle montre enfin la nécessité de choisir un plan de section approprié pour opérer une section de Poincaré sur un écoulement, ainsi que de savoir choisir les variables significatives pour l'étude d'un système.

S. Franceschelli prépare, à l'heure actuelle, la publication de sa thèse. Une partie de son travail sur le scénario de l'*intermittence* est contenu dans [Franceschelli et Roque, à paraître *a*]. Une autre partie de sa thèse, portant sur l'attracteur étrange tel qu'il a été étudié numériquement dans les travaux de différents physiciens (Yves Pomeau, Michel Hénon) après son introduction théorique, dans le cadre du travail de physique mathématique de Ruelle et Takens de 1971 (« On the nature of turbulence »), est partiellement inclus dans [Franceschelli et Roque, à paraître *b*]. Un ouvrage collectif sur l'épistémologie des systèmes dynamiques, recueillant des contributions des mathématiciens, physiciens, historiens des sciences et épistémologues ayant participé aux journées d'étude *Epistémologie des systèmes dynamiques*, 1999, est en préparation [Franceschelli, Paty et Roque, en préparation].

3.6 Fondements de la physique

3.6.1 *Concepts et styles scientifiques*

Michel Paty a examiné l'élaboration et les transformations de plusieurs concepts fondamentaux de la physique, tels que la relativité du mouvement, l'espace, le temps, l'espace-temps, la vitesse, la masse, le vide, etc., en les envisageant sous le double point de vue de leur historicité et du caractère rationnel de leurs contenus dans leur évolution même. [Paty 1999h, 2001g, 1998e, 1998d, 1999m, 1999n, 2001j, 2004a]. Il a poursuivi ses travaux sur les rapports entre mathématiques et physique à diverses périodes, en examinant le concept cartésien de « Mathesis universalis », et la conception de l'intelligibilité héritée de Descartes à travers les Lumières. Il analyse la notion de « grandeur physique » et les raisons de sa forme mathématique, de D'Alembert et Kant à Riemann, Poincaré, Einstein, jusqu'à la physique contemporaine [Paty 2000s, 2001h, 2002n, à paraître, j, g, x, y].

M. Paty s'est intéressé au statut de la physique relativiste et de la physique quantique comme objets d'histoire et de philosophie des sciences, et aux rapports entre physique théorique et physique mathématique [Paty à paraître, o]. Il a achevé ses travaux sur Poincaré et le principe de relativité (en détaillant le statut du coefficient de Fresnel et en examinant la relativité des mouvements pour l'optique), a examiné l'œuvre de Paul Langevin sur la relativité et les quanta et les rapports entre les pensées et les styles scientifiques de Poincaré, Langevin et Einstein. Il est revenu sur la question du style d'Einstein tel qu'il se manifeste dès ses travaux de 1905, en le reliant à son concept de matière. [Paty 1999f, 2000a, 2002d, 2002h, à paraître, a, b].

3.6.2 *Interprétation de la théorie quantique*

Michel Paty a repris le problème de l'interprétation de la physique quantique à la lumière de ses développements depuis une vingtaine d'années. Il montre que la connaissance du domaine quantique invite à reconsidérer les vues traditionnelles qui faisaient de l'interprétation une question de nature philosophique (sur le réel et sa connaissance). Comme la théorie quantique décrit des systèmes individuels et comme les propriétés de la fonction d'état et des opérateurs associés décrivent exactement les phénomènes spécifiquement quantiques, il propose de considérer ces grandeurs, tenues généralement pour « mathématiques », comme de véritables « grandeurs physiques », en invitant à élargir le sens de cette notion. Cet élargissement ne serait qu'une mise en accord de la pensée conceptuelle, épistémologique avec la pratique de la pensée des physiciens dans leur travail sur les phénomènes et objets quantiques. L'ensemble de ces études concerne l'« intelligibilité du domaine quantique » [Paty 2000b, 2000c, 2000d, 2000i, 2001d, 2001i, 2002l, 2002m, 2002p, 2004f, à paraître i]. M. Paty a également tenté de resituer ces problèmes dans un panorama d'ensemble de la physique du XXe siècle [Paty 2003a, à paraître l,v] et de les articuler à deux études historiques sur la réception du programme causal de David Bohm (Freire, Paty & Rocha Barros [2000g], Paty [2002r]).

Claude Comte a poursuivi et développé le programme épistémologique qu'il avait annoncé dans son article « Symmetry, relativity, and quantum mechanics » [*Il Nuovo*

Cimento, 111B, 1996, pp 937-956)]. Il s'est fixé l'objectif d'intégrer l'interprétation de la théorie quantique dans l'énoncé même des principes fondateurs d'une théorie reformulée, en recherchant les hypothèses physiques (incluant des principes d'invariance) susceptibles d'une vérification expérimentale directe et permettant de déduire l'appareil mathématique de la théorie.

Dans [Comte, à paraître b], il mène une étude critique de la probabilité conçue comme propriété objective d'un système physique associée à un événement individuel. Il montre que cette conception ne peut être validée que dans certains cas particuliers, qui correspondent à une classe de théories de probabilités, dites à variabilité strictement limitée (VSL), incluant la mécanique quantique, et caractérisées par le fait (physique) que les ensembles statistiques restent homogènes quelles que soient les conditions physiques de leur préparation.

C. Comte a proposé de donner à ce fait le statut de principe, car il en découle immédiatement des conditions sur les probabilités VSL qui imposent de sévères restrictions à la forme générale de ces probabilités [Comte à paraître- 2003 c]. La question des hypothèses physiques supplémentaires permettant de sélectionner le cas particulier de la mécanique quantique dans la classe des théories VSL est étudiée dans [Comte 2002 b], [Comte à paraître a]. Il est démontré, notamment, que les phénomènes statistiques du type VSL ne sont pas réductibles à un déterminisme laplacien caché. Des travaux de mise au point technique sont en cours, en vue de la publication d'un article de synthèse dans une revue internationale.

3.6.3 *Les principes d'invariance en physique*

C. Comte a entrepris l'analyse historique de divers travaux qui établissent des lois physiques en mettant en oeuvre des principes d'invariance avant l'avènement du principe de relativité, tel qu'il a été formulé par Einstein. Il existe, en effet, des contributions méconnues de D'Alembert, Foncenex et Lagrange au XVIII^e siècle [Comte, « Relativity before relativity », British Society for the Philosophy of Science, 1998]. Il est peu connu, également, que Langevin était sur la voie de la découverte de la relativité restreinte, par les travaux qu'il menait en vue de remédier aux défauts épistémologiques qu'il avait repérés dans la formulation de la mécanique classique. C. Comte a reconstitué cette approche très originale [Comte, 2002 a]. Il a entrepris de revivifier l'intérêt didactique de la méthode de Langevin, en combinant l'approche très physique de Langevin avec le point de vue synthétique procuré par la théorie des groupes. Une reformulation relativiste « à la Langevin » dans le sens de l'économie de principes, de la généralité et de l'unité est exposée dans [Comte à paraître, 2003c]. Des théories physiques ayant apparemment peu de points communs sont unifiées sous ce point de vue : la statique classique, la dynamique et la cinématique relativistes, et, de manière complètement inattendue, la théorie des champs de probabilité quantiques.

Prospective de la sous-équipe « Histoire et épistémologie de la physique »

– *Mise en place des archives de la Société Française de Physique*. Ce projet concrétise des discussions qui ont eu lieu au sein de cette société entre des historiens et des

scientifiques depuis 2001. Les responsables de ce projet, M. C. Bustamante et Terry Shinn (GEMAS, Maison des Sciences de l'Homme), avaient trouvé dommageable le fait que les archives de cette société savante, qui est au cœur de la physique française depuis sa fondation, soient inaccessibles. Cependant, une motivation plus générale se trouve à la base de ce projet : localiser, identifier et valoriser les documents historiques concernant la physique française. Les archives de la SFP devraient être ouvertes aux historiens et présentées à la communauté scientifique en 2005, à l'occasion des commémorations qui auront lieu dans le cadre de l'Année de la physique. Le projet et le travail en cours ont déjà fait l'objet de plusieurs exposés à la SFP.

Les réserves de la SFP contiennent d'abondants documents qui devaient être classés et catalogués pour devenir exploitables. Les documents trouvés sont de nature très diverse et concernent différentes périodes (depuis la création de la société en 1873 jusqu'aux années 1980). Ils comportent des informations sur l'enseignement des sciences en France, sur les rapports entre science, industrie et politique, sur les origines des orientations et des priorités de la science en France, etc. Le projet se développe en deux étapes : 1) le dépouillement et classement du matériel (février 2002-janvier 2003), puis 2) la préparation d'une base de données et l'élaboration d'un catalogue informatique (étape amorcée en février 2003). Le projet permet la participation d'étudiants (actuellement un étudiant du DEA « Histoire des sciences et épistémologie » de Paris 7). Le projet inclut une exploitation du matériel se rapportant aux premières décennies d'existence de la société.

— *Projet Borel*. A. Barberousse, M. C. Bustamante, H. Gispert et M. Pinault comptent poursuivre le travail autour de la biographie de Borel. Ces recherches s'articuleront autour d'un nouveau séminaire organisé par M. C. Bustamante et P. Petitjean, sur les « scientifiques dans l'espace public » (voir la **prospectivité du point 6**).

— *Le tournant critique aux XXe-XXe siècles*. A. Barberousse et N. de Courtenay poursuivent actuellement le travail qu'elles ont entamé sur le physicien et philosophe Aloïs Höfler. Elles achèveront leur traduction de l'essai de Höfler, *La philosophie de la nature aujourd'hui*, (le texte allemand compte 130 pages environ) durant l'année 2003-2004 et rédigeront un appareil de notes et une introduction montrant en particulier l'originalité et l'actualité des propositions de Höfler, à notre époque où l'intérêt pour l'histoire et la préhistoire du Cercle de Vienne grandit et où les mutations de la philosophie des sciences invitent à un retour critique sur au moins un siècle d'existence. Le public visé par la traduction et la présentation de l'essai de Höfler va des historiens et philosophes des sciences étudiant l'évolution de la physique, le mouvement des savants-philosophes de la fin du XIXe siècle, ou encore les débuts de la psychologie expérimentale et la psychologie de la forme (*Gestaltpsychologie*), aux historiens de la philosophie et aux philosophes qui étudient la constitution du Cercle de Vienne ou éprouvent le besoin de revenir aux sources autrichiennes communes des traditions de philosophie analytique et phénoménologique (J. Benoist, K. Mulligan et P. Simons, notamment). Ce travail concerne enfin ceux des philosophes des sciences d'aujourd'hui qui peuvent trouver, dans les relations originales que tisse cet essai entre logique, psychologie, réflexion interne sur les sciences de la nature et philosophie des sciences, matière à réfléchir sur un projet de naturalisation de la philosophie fort proche, par son esprit, des directions actuelles, et alimenter leur réflexion sur le rôle que pourraient avoir

l'histoire et la philosophie des sciences dans la transmission des connaissances scientifiques. Une présentation du travail en cours est prévue au mois de mars, dans le cadre du séminaire « Histoire de la philosophie des sciences » de l'IHPST organisé par P. Wagner. Le travail sur l'essai de Höfler s'inscrit également dans le projet « Histoire et philosophie de la mesure » (voir ci-dessous).

– *Histoire et philosophie de la mesure.* Les six conférences du séminaire « Histoire et philosophie de la mesure » de l'année 2003/2004 sont concentrées sur les mois de novembre et décembre 2003. Une fois cette troisième session achevée, les chercheurs concernés prévoient des séances de travail informelles afin 1) de dégager, sur la base des connaissances acquises grâce au séminaire, l'orientation nouvelle qu'ils souhaitent donner au séminaire d'Histoire et épistémologie de la physique dans les années suivantes (voir ci-dessous : « Physique mathématique, mathématique appliquée et physique théorique ») ; 2) de préciser le ou les thèmes sur lesquels ils envisagent de travailler désormais à une publication commune.

L'un des projets envisagés consiste à revenir sur le débat, si connu et si souvent cité, de la fin du XIXe siècle portant sur le statut (fondamental ou dérivé) de la notion de force. Sur le fond des changements considérables qui affectent la conception et la pratique de la mesure au cours du XIXe siècle, les raisons profondes et les enjeux de ce débat paraissent avoir été, jusqu'à présent, largement incompris par les historiens et philosophes des sciences. Revenir sur ce débat à la lumière de la mise en place du système d'unités absolues et des problèmes soulevés par la mesure indirecte en physique permet, entre autre, de relier de façon très précise les prises de position épistémologiques de Mach à la question du rapport entre relation empirique et relations symboliques (quantitatives, ou plus généralement, mathématiques) qui est au cœur du problème de la mesure tel qu'il continuera à être discuté par les philosophes du Cercle de Vienne. L'essai de Höfler étudié par A. Barberousse et N. de Courtenay atteste l'existence d'un lien étroit entre les critiques du concept de force, les questions ayant trait à la mesure et au rapport entre physique et psychophysiologie. Il atteste, dans le même temps, le lien profond qui existe entre le thème du « tournant critique » et celui de la mesure.

– *Physique mathématique, mathématique appliquée et physique théorique.* Le séminaire « Histoire et philosophie de la mesure » a permis d'éclairer plusieurs des questions qui avaient inspiré l'organisation du séminaire sur le « tournant critique ». Il débouche à présent sur un travail commun concret (voir ci-dessus). Mais, dans le même temps, il semble avoir mis les chercheurs du groupe en meilleure position pour aborder une question restée en suspend : le passage de la physique mathématique du XIXe à la physique théorique du XXe siècle, et la caractérisation de ces deux conceptions différentes du travail théorique en physique. Les conférences et discussions portant sur la mesure suggèrent, en effet, plusieurs pistes de réflexion : il semble que les opérations de mesure n'assument plus, au sein de la physique théorique, la fonction essentielle qui leur était dévolue dans les procédés de mathématisation de la physique mathématique ; il paraît judicieux de penser le passage de la physique mathématique à la physique théorique en liaison, d'une part, avec l'avènement des mathématiques appliquées, d'autre part, avec les débats virulents portant sur l'enseignement

de la physique et des mathématiques (dont les enjeux sont la place de l'intuition et des applications). Ces pistes se trouvent étayées par les travaux déjà entamés sur Höfler (A. Barberousse et N. de Courtenay), sur les physiciens et mathématiciens français du début du XXe siècle (M. C. Bustamante) et sur Borel (A. Barberousse, M. C. Bustamante). Les chercheurs concernés se proposent d'examiner ces pistes plus en détail dans le cadre de séances de discussion informelles afin de dégager, au cours du printemps 2004, le nouvel axe autour duquel s'organisera le séminaire 2004/2005.

4. HISTOIRE ET EPISTEMOLOGIE DES SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

C'est dans cette sous-équipe de REHSEIS que les transformations ont été les plus profondes depuis 2000.

Départs et arrivées ont radicalement changé la composition de ce groupe, qui se trouve en conséquence dans un processus de restructuration pour dégager de nouveaux axes, que nous travaillons à définir sur la base des convergences des travaux des uns et des autres.

Evoquons tout d'abord les départs ou le relâchement des liens à l'équipe que des mutations ont imposé à quelques membres.

Un certain nombre de chercheurs ont pour des raisons diverses quitté REHSEIS. Jean Gayon, qui avait lancé le projet sur Lamarck et le lamarckisme, a opté pour un poste de professeur à Paris 1 et a rejoint l'IHPST. M.-C. Maurel et M. Morange ont dû constater que leurs liens de travail avec REHSEIS s'étaient distendus et ont choisi de ne plus figurer sur l'organigramme de l'équipe. P. Tort n'est plus membre de REHSEIS depuis la fin de sa période de délégation au CNRS.

G. Denis et S. Tirard, nommés au cours des dernières années sur des postes de Maîtres de conférences en province, se sont intégrés dans leurs équipes locales, tout en maintenant des relations scientifiques avec REHSEIS. G. Denis a cependant quitté le groupe de recherches sur les sciences de la vie et de la terre, alors qu'en revanche, l'intégralité des travaux de S. Tirard au sein de REHSEIS se rattache à cette sous-équipe.

Philippe Huneman, pour lequel REHSEIS avait demandé un détachement au CNRS en 2002, l'a reçu, mais la direction du CNRS a choisi de l'affecter à l'IHPST. Engagé comme il l'était dans un certain nombre de projets de l'équipe, il a souhaité maintenir une appartenance partielle à l'équipe. P. Ricard est, elle, en post-doctorat à la Wellcome Unit à Londres, mais maintient des contacts scientifiques avec REHSEIS.

Enfin C. Debru a été nommé Professeur à l'ENS de la rue d'Ulm. Il reste cependant membre à part entière de REHSEIS et anime en particulier un projet inter-équipes sur l'histoire des neurosciences (voir **point 4.8.1**).

A l'inverse, tout un ensemble de collègues ont rejoint REHSEIS dans ce secteur, et en particulier de jeunes collègues, ce qui exige, cela va de soi, une réorganisation des axes de recherches en conséquence.

En 2002, S. Schmitt, alors depuis peu membre de l'équipe, était nommé au CNRS sur un poste fléché de la commission 30, et Florence Bretelle-Establet était recrutée au CNRS par la commission 33 pour être affectée à REHSEIS.

En 2003, Marion Thomas, qui achève sa thèse à Manchester, a été élue membre de l'équipe. Yves Cambefort, chercheur au CNRS dépendant de la commission 30, qui avait réorienté depuis des années ses recherches vers l'histoire des sciences, a demandé son rattachement à REHSEIS. Sa candidature a été acceptée par les membres de l'équipe aussi bien que par la direction du CNRS. Ses travaux relèvent cependant pour l'essentiel de l'axe « Histoire des sciences, Histoire du texte ».

Depuis le dernier rapport, C. Galperin et M. Lecointre-Russo ont rejoint l'équipe, ainsi que T. Cheung, comme post-doctorant.

REHSEIS compte enfin un groupe de nouveaux doctorants dans ce secteur : Céline Chérici (Allocation MRNT), Guillaume Lachenal (Allocation couplée ENS), David Romand (Allocataire moniteur et ETR franco-italienne) et Frédéric Wieber (Allocataire moniteur).

La prospective au titre de l'histoire et de l'épistémologie des sciences de la vie et de la terre du rapport 2000 prévoyait un projet sur le lamarckisme. Le travail s'est effectivement réalisé (voir **point 4.1**), par-delà le changement d'équipe de Jean Gayon, qui en avait lancé l'idée et l'a effectivement mené à bien avec la participation de chercheurs de REHSEIS. Elle annonçait également un travail sur l'exobiologie (voir **point 4.1**).

Nous avons annoncé l'ouverture d'un séminaire de travail « Physique et physiologie au XIXe siècle » ainsi qu'un séminaire sur l'« épistémologie de la biologie contemporaine » et des travaux sur les biotechnologies. Si ces orientations ont bel et bien fait l'objet de travaux en commun (voir les **points 4.3, 4.6**), les mutations de la sous-équipe ont rendu difficile de maintenir ces caps au niveau collectif.

Cependant un autre ensemble de problématiques collectives ont émergé qui commencent à fédérer les travaux de la nouvelle sous-équipe « Histoire et épistémologie des sciences de la vie et de la terre ». On compte parmi eux :

- Études sur les sciences de la vie, de Haller à la *Naturphilosophie* (1750-1810) (voir **point 4.4**).
- Perspectives internationales sur les savoirs médicaux/biomédicaux (voir **point 4.5**).

Ces deux axes présentent l'intérêt, pour REHSEIS, qu'ils rencontrent assez bien les problématiques transversales de l'équipe : travaux sur le XVIIIe siècle (voir **point 5**) ; « Construction internationale des sciences et de leur histoire » (voir **point 6**).

Enfin l'histoire des neurosciences est nettement montée en puissance avec le projet collectif élaboré par C. Debru (voir **point 4.8.1**).

Par ailleurs, la sous-équipe de REHSEIS travaillant sur les sciences de la vie et de la terre est, pour partie, impliquée dans un projet inter-équipes, dirigé par J. Gayon, autour de la notion de « fonction » (voir **point 4.8.2**).

4.1 Biologie de l'évolution

Plusieurs opérations de recherches ont été menées au sein de REHSEIS ou en collaboration avec d'autres formations en relation avec cet axe.

4.1.1 Travaux sur l'histoire du lamarckisme

Durant les années universitaires 2000-2001 et 2001-2002, le séminaire sur *l'histoire du lamarckisme* a fait suite au séminaire sur *Lamarck* qui s'était tenu durant les deux années universitaires précédentes (voir programmes dans la section VI.2.A). Un ouvrage intitulé

Lamarck philosophe, signé par les organisateurs du séminaire est à paraître aux Presses Universitaires de France. Il rendra prochainement disponibles certains résultats de ce premier séminaire. Cet ouvrage a l'ambition d'éclairer la compréhension de la genèse de la pensée transformiste de Lamarck et d'analyser son évolution et ses effets dans la pensée naturaliste et médicale du début du XIXe siècle.

Comme le précédent, le séminaire sur *l'histoire du lamarckisme*, organisé conjointement par l'équipe REHSEIS et le Centre d'histoire des sciences et des mouvements intellectuels (Université Paris I), a été animé par Pietro Corsi (Université Paris I), Jean Gayon, Gabriel Gohau et Stéphane Tirard. Après les deux premières années, portant sur l'œuvre de Lamarck et sur sa postérité immédiate, ce groupe a orienté ses travaux sur le lamarckisme, en privilégiant quelques questions spécifiques, relatives à la variété des doctrines qu'a pu recouvrir le vocable de « lamarckisme » et aux contextes qui peuvent rendre compte des diverses formes concrètes identifiées. L'objectif était de construire une typologie des modalités historiques du lamarckisme.

Au cours de l'année 2000-2001, le séminaire a porté sur la période du XIXe siècle tandis que l'année 2001-2002 a été consacrée à la fin du XIXe siècle et au XXe siècle. L'objectif en était double :

- 1) Déterminer dans quelle mesure le lamarckisme a constitué un style de pensée, des traditions de recherche, voire des écoles locales, dans des contextes nationaux et/ou disciplinaires spécifiés.
- 2) Identifier les contextes expérimentaux dans lesquels le « lamarckisme » a constitué un enjeu crucial, de manière explicite ou non (par exemple : débats des embryologistes sur la continuité de la lignée germinale, virologie, génétique physiologique, immunogénétique).

Plusieurs chercheurs de l'équipe REHSEIS ont apporté des contributions originales au cours de ces deux années de séminaire.

D. Ghesquier a montré (8/03/2002) comment la construction du cytoplasme cellulaire et l'histoire du lamarckisme se sont croisées au sein de la théorie des plasmagènes, édiflée entre le début des années 1940 et la fin des années 1950. Cette théorie régna pendant 20 ans, mais elle se révéla constituer une impasse. La théorie des plasmagènes ou gènes du cytoplasme soulève deux types de questions : pourquoi a-t-elle été acceptée quasi unanimement, alors qu'elle ne constitue qu'une nouvelle expression de théories structurales rejetées trente ans plus tôt ? Comment a-t-elle été rejetée après vingt ans d'une existence extrêmement populaire ? D. Ghesquier vise à comprendre cet épisode de l'histoire de la cellule qui intervient dans le contexte des années 1940, au moment où plusieurs disciplines biologiques traversent une crise. Elle avance la thèse que le choix des biologistes pourrait être déterminé par le fait que cette théorie offrait une proposition cohérente au sujet de l'hérédité et de la différenciation cellulaire. Elle montre également le lien entre le déclin de cette théorie et son emploi de la notion « lamarckienne » d'hérédité des caractères acquis que partageaient les lyssenkistes. Elle met en évidence comment l'observation que les virus des cancers étudiés n'étaient pas des composants normaux du cytoplasme conduit à son abandon, au milieu des années 1950, car elle détruisit l'édifice théorique construit à partir des concepts de prolifération cellulaire et de différenciation. Amputée de ces rôles qui lui donnaient son intérêt, la théorie tomba dans une indifférence croissante, accentuée par les révélations successives concernant les plasmagènes spécifiques et surtout les plasmagènes-granulations cellulaires, consacrés organites cellulaires en 1955. Cette histoire des plasmagènes, racontée un grand nombre de fois, car elle est liée à la célèbre « affaire Lyssenko », n'a jamais été

analysée sous cet angle. Ce travail original de D. Ghesquier [Ghesquier, soumis 2003 b], s'insère dans un ouvrage, en cours de rédaction, sur l'histoire du cytoplasme cellulaire (voir **point 4.2**).

S. Schmitt (7/06/2002) a étudié l'œuvre du biologiste français L. Cuénot (1866-1951), qui tout en se déclarant darwinien, témoigne de l'influence profonde des thèmes dits « néo-lamarckiens » (progressivité de l'évolution, hérédité des caractères acquis) dans la France de la Troisième République [Schmitt 2002].

S. Tirard, lui, s'est intéressé aux travaux du botaniste français Gaston Bonnier (1853-1922) (8/02/2002) et particulièrement à ses expériences de cultures comparées qu'il a interprétées à la lumière de ses conceptions néo-lamarckiennes. L'exposé fournit la base d'un article en cours de préparation, que Stéphane Tirard compte soumettre prochainement au *Bulletin d'histoire et d'épistémologie des sciences de la vie*.

4.1.2 *L'évolution chez les auteurs allemands du début du XIX^{ème} siècle*

En contrepoint de ces travaux, S. Schmitt s'est penché sur des théories de l'évolution proposées par des auteurs allemands ou de culture allemande dans les années 1820, comme celle de C. H. Pander (1794-1865), qui présente à la fois beaucoup de points communs avec la théorie de Lamarck mais aussi une nette spécificité, liée à l'influence de Goethe et de la *Naturphilosophie* ; cette étude met en évidence la vigueur des thèmes dits lamarckiens au début du XIX^e siècle et la complexité de leur circulation entre la France et l'Allemagne [Schmitt 2003].

Plus largement, sa thèse, soutenue en octobre 2000, portait sur l'histoire du problème de la répétition des parties des organismes depuis la fin du XVIII^e siècle à nos jours. S. Schmitt y montre que cette problématique a été longtemps centrale en anatomie et en embryologie comparée, qu'elle continue à jouer un grand rôle en génétique du développement et en « biologie développementale de l'évolution » et que la plupart des thèmes qui la sous-tendent (homologie sériée, conception coloniale de l'organisme), élaborés au début du XIX^e siècle, se sont adaptés sans grand changement aux mutations de la biologie (diffusion du transformisme, naissance de l'embryologie expérimentale, de la génétique...), constituant ainsi un facteur de continuité conceptuelle au cours des deux derniers siècles. Une version modifiée de ce travail a été acceptée par l'éditeur et se trouve sous presse [Schmitt à paraître b]. L'étude plus générale qu'il a entreprise du concept d'homologie, de son histoire et de ses enjeux actuels, a fait l'objet de plusieurs présentations orales (dont une lors d'une session organisée par M. Paty au congrès international d'histoire des sciences, Mexico, juillet 2001) et de l'article [Schmitt à paraître d].

4.1.3 *Travaux sur les origines de la vie et sur les états limites du vivant*

Depuis une thèse soutenue en 1996 sur «Les travaux sur l'origine de la vie de la fin du XIX^e siècle jusqu'aux années 1970», S. Tirard poursuit des recherches sur ce thème en vue de produire un ouvrage de synthèse, en cours de préparation. La publication de ce texte sera associée à la mise en ligne d'une anthologie internationale de textes numérisés sur les origines de la vie (XIX^e et XX^e siècles). Cette réflexion sur le thème des origines a en outre fait l'objet de communications et d'articles de recherche [Tirard 2000a, 2000b, 2002, sous presse].

En collaboration avec Florence Raulin-Cerceau, du Muséum National d'Histoire Naturelle, S. Tirard a par ailleurs organisé un colloque sur le thème des origines de la vie. Cette manifestation intitulée « Exobiologie, aspects historiques et épistémologiques » (2001, voir programme, **section VI.3**) a été l'occasion de réunir, sur ce thème, épistémologues, historiens et scientifiques. Ce rapprochement original et novateur dans le domaine des origines de la vie a donné lieu à une publication collective [Tirard 2002]. L'ouvrage, qui reprend les contributions, offre une vision d'ensemble de la réflexion actuelle sur ce problème. Il regroupe en effet des analyses épistémologiques sur le vivant et ses origines, des réflexions historiques, ainsi que des bilans dressés par des chercheurs scientifiques actifs au plus haut niveau dans ce domaine, ces textes s'apportant mutuellement des éclairages très profitables.

La contribution de S. Tirard au volume dresse un panorama des recherches sur les origines de la vie depuis la deuxième moitié du XIXe siècle [Tirard 2002a]. Cette présentation permet de comprendre dans quelles perspectives se situent les travaux actuels, et elle est accompagnée d'une réflexion épistémologique sur la nature historique du problème des origines de la vie.

S. Tirard a depuis lors élargi sa perspective et souhaite désormais mener des recherches sur « les états limites du vivant » (cryptobiose, vie ralentie, vie suspendue...) tels qu'ils ont été appréhendés entre le XVIIIe et le XXe siècles. Ce thème n'a jusqu'à présent fait l'objet que de très rares études sur le plan historique et épistémologique. Dans ce contexte, S. Tirard a publié un article de réflexion sur la reviviscence et la cryptobiose chez les animaux [Tirard 2003b].

4.2 Histoire de la biologie du développement et de la biologie moléculaire et cellulaire.

En relation avec le séminaire Waddington organisé par C. Galperin, qui s'était tenu au cours du dernier contrat quadriennal, les chercheurs de l'équipe ont poursuivi des recherches sur l'histoire de la biologie du développement aux XIXe et XXe siècles.

S. Schmitt s'est intéressé à l'embryologie expérimentale allemande du début du XXe siècle, et notamment aux études sur la régénération anormale. Il s'efforce de montrer que malgré un discours dominant qui tend à privilégier la recherche des causes mécaniques directes, on note dans les textes une très forte présence de thèmes hérités de la morphologie transformiste, et que les explications invoquées font le plus souvent appel à des notions telles que l'atavisme ou l'homologie [Schmitt soumis a]. Par ailleurs, en collaboration avec J.-C. Dupont, il a réalisé une anthologie des textes fondateurs de l'embryologie moderne, qui ont été traduits, commentés et introduits [Schmitt à paraître a]. Dans la suite directe du séminaire sur Waddington, il a poursuivi une étude des travaux embryologiques de cet auteur, dans les années 1930 à 1950, ce qui a fait l'objet de plusieurs présentations orales et, en lien avec d'autres chercheurs de l'équipe, d'un projet autour des biologistes de Cambridge dans les années 1930 (voir **prospective de cette partie**).

C. Galperin s'est consacré à une enquête sur les enjeux contemporains de la recherche sur le développement. Il a étudié en particulier la question des lignages cellulaires au XXe siècle [Galperin 1998], celle du concept de *pre-patterns*, élaboré par C. Stern [Galperin 2000], celle de la notion d'hétérochronie [Galperin à paraître] et il a exploré la transition de

l'embryologie expérimentale classique à la génétique du développement [Galperin 2000, 2003]. Il s'est également penché sur l'histoire de l'embryologie française au cours des 50 dernières années, notamment sur l'« école de Nogent » [Galperin 2001].

Ces travaux s'articulent de fait avec les recherches qui se mènent au sein de REHSEIS sur l'histoire de la biologie cellulaire et moléculaire depuis le début du XXe siècle, en lien avec les sciences bio-médicales. Les chercheurs concernés s'attachent à mettre en évidence le dialogue entre les aspects méthodologiques et conceptuels dans ces disciplines.

D. Ghesquier a poursuivi ses investigations sur l'histoire de la biologie cellulaire. Son projet reste d'écrire une histoire de la centrifugation et de la cellule en analysant comment l'association de ces deux objets permet de construire le protoplasme cellulaire à la fin du XIXe siècle et dans la première moitié du XXe siècle. Cette histoire se déroule sur 70 à 75 ans et suit la technique de centrifugation à travers plusieurs disciplines : l'embryologie, la cytologie, la virologie et la biochimie qui transforment le concept de protoplasme cellulaire. D. Ghesquier a étudié la période 1880-1910, au cours de laquelle elle montre comment les organites cellulaires sont mis en évidence par les cytologistes et par les embryologistes mais disparaissent des expériences et des concepts, lorsque les embryologistes abandonnent leur modèle d'œuf centrifugé. Elle suggère en conséquence qu'ils ont eu une influence certaine dans le rejet provisoire des organites. Cependant, D. Ghesquier ne voit là qu'une cause secondaire de cette disparition, la raison principale résidant, selon elle, dans l'absence d'emplacement intellectuel pour les entités structurales cellulaires et le remplacement des théories anciennes par des théories « dynamiques », à partir de 1901. Ce fut la fin du paradigme structural et le début du paradigme énergétique pour les théories de la vie, qui incitait à mettre l'accent sur les questions énergétiques et le pouvoir de catalyse des composés dynamiques et à voir dans les réactions de la matière vivante des réactions physico-chimiques parfaites selon les règles du réductionnisme scientifique et de la nouvelle thermodynamique physique. [Ghesquier, 2002, 2003, à paraître]. L'environnement intellectuel du tournant XIXe-XXe siècle peut être corrélé avec ce changement de paradigme [Ghesquier, soumis 2003].

C. Rigal s'intéresse, pour sa part, à des aspects contemporains et méthodologiques de la biologie cellulaire. Elle a étudié l'utilisation par M. Bessis du microscope électronique à transmission dans l'analyse d'un processus physiologique, le métabolisme du fer, alors qu'il est habituellement employé pour des études structurales. Elle a montré comment le groupe de M. Bessis a conçu un appareil de mesure de la déformabilité des hématies à partir de deux autres instruments antérieurs, l'hémodiffractomètre (qui mesure le diamètre des hématies) et une centrifugeuse adaptée à la fixation des cellules. Elle a également mis en évidence le lien entre ce travail de conception d'instruments nouveaux, l'analyse des images et les études sur le vivant [Rigal 2000].

Elle s'est aussi penchée sur les travaux de virologie, de biologie moléculaire, de cytologie, de cytochimie et d'immunologie se rapportant à la leucémie aiguë et menés par J. Bernard et ses collaborateurs entre 1940 et 1970. Elle a montré que ces recherches expérimentales ont conduit à modifier la définition de la maladie et à produire des connaissances biologiques fondamentales telles que la réplication des rétrovirus ou la fluidité membranaire [Rigal thèse].

Le travail de thèse de F. Wieber porte sur un moment de l'histoire de la biologie moléculaire concernant les études sur les protéines. Ayant noté que ces entités moléculaires

ont été étudiées par des méthodes chimiques diverses, qui rendent compte de spécialisations successives ayant vu jour en chimie (chimie analytique, chimie-physique, chimie théorique), il se penche sur l'histoire des études sur les protéines dans leurs rapports à ces diverses chimies. Il se concentre plus particulièrement sur ce qui peut être caractérisé, au moins approximativement, comme l'application de méthodes de chimie théorique et computationnelle en chimie des protéines. Pour étudier cette intégration particulière, il part de la vision figée et rigide des protéines que la chimie structurale fournit vers 1960. Il rend compte de la part de rupture mais aussi de continuité vis-à-vis de cette image que contient la vision dynamique de cette structure, vision qui s'impose au milieu des années 1970 dans une communauté assez restreinte, avant une plus large diffusion dans les années 1980. Cette vue dynamique est profondément liée à l'application des méthodes de mécanique moléculaire puis de dynamique moléculaire aux protéines. F. Wieber retrace les origines de ces deux méthodes. Il discute les particularités qu'elles acquièrent en s'appliquant aux protéines, ce qui lui permet de présenter un exemple d'intégration de corpus de textes scientifiques (rupture et continuité vis-à-vis de la chimie structurale des protéines, et déviation, relative au sujet, vis-à-vis de l'étude de molécules plus petites). Le travail de F. Wieber l'amène à s'interroger sur la notion de simulation et plus généralement sur celle de modèle scientifique. Il cherche en conséquence à articuler les recherches de philosophie des sciences traitant de ces deux thèmes avec une étude précise des idéalizations et approximations usitées dans le corpus scientifique choisi.

4.3 Physique — physiologie — psychologie

Si ce thème, nous l'avons dit, n'a pas permis l'émergence d'un projet collectif à proprement parler, comme nous l'espérions, il n'en reste pas moins qu'il a fait l'objet, au sein d'autres projets ou du fait de recherches personnelles, de développements. Nous évoquerons ici ce qui relève de ces dernières, renvoyant par ailleurs le lecteur aux **points 3.1 et 3.2**. Ces études ont convergé vers l'étude des rapports nouveaux établis entre deux disciplines. Elles analysent également le processus d'émergence de disciplines scientifiques nouvelles, à l'interface entre les disciplines d'origine, et les raisons et les divers facteurs qui y ont contribué. Elles ont pris différentes formes : articles personnels, séminaires, cours à thématique spécialisée, recherches dans le cadre d'une thèse, coopération au niveau national et au niveau international.

Claude Debru consacre, depuis plusieurs années, une partie de ses travaux à l'articulation entre physique et physiologie au XIXe siècle, particulièrement chez Hermann von Helmholtz et chez Ernst Mach [Debru 2001e, 2003a] et au réductionnisme scientifique de la seconde partie du XIXe siècle, à l'origine de cette articulation physique-physiologie [Debru 2002b]. Il a traité de la question de l'interdisciplinarité dans un cours, spécialisé pour l'option de biologie, intitulé : *Etudes de cas. L'interdisciplinarité et l'émergence de disciplines scientifiques nouvelles: physique et biologie de Helmholtz à Schrödinger*.

Françoise Parot a étudié l'articulation psychologie-physique en se penchant sur les collaborations entre psychologues et physiciens en vue d'étudier le phénomène de la croyance (voir **point 4.8.2**).

C'est l'articulation physiologie-psychologie allemandes qu'analyse David Romand dans une thèse relative à la construction du concept de cognition inconsciente, qu'il achève actuellement en cotutelle sous la direction de Claude Debru (Paris 7) et de G. Rizzolatti (Université de Parme, Istituto di Fisiologia Umana). Il s'attache à montrer que cette notion fondamentale des neurosciences cognitives contemporaines est issue de la convergence progressive de traditions de recherches initiées au XIXe siècle dans la physiologie et la psychologie allemandes. Commencé en octobre 2000, et déjà très avancé, ce travail sera soutenu début 2004.

4.4 Études sur les sciences de la vie, de Haller à la *Naturphilosophie* (1750-1810).

Le renouvellement de la sous-équipe travaillant, au sein de REHSEIS, aux sciences de la vie a fait émerger un nouvel axe de recherche, relatif à l'évolution des sciences de la vie (notamment de la physiologie, des conceptions sur les spécificités de l'organisme) à un moment clef de leur histoire : le tournant XVIIIe-XIXe siècle. Il s'agit là d'un axe qui devrait faire l'objet d'une attention spécifique dans les prochaines années.

M. Russo, à l'origine boursière brésilienne en doctorat à REHSEIS (1998-2001) et désormais post-doctorante de l'équipe, s'est intéressée à l'étude de l'être vivant au XVIIIe siècle. De premières recherches lui ont permis de soutenir, en août 2002, sa thèse de doctorat, *Irritabilité et sensibilité - Physiologie et Philosophie de Albrecht von Haller* [Russo 2003, à paraître; 2003a]. L'intérêt principal de ce travail réside dans l'analyse de l'ouvrage de 1752 de A. von Haller : *Dissertation sur les parties irritables et sensibles des animaux*. La publication de la théorie hallerienne de l'irritabilité suscita des conflits théoriques autour du concept d'être vivant comme par exemple : la distinction entre matière vivante et matière non vivante ; les fonctions considérées comme vitales, volontaires ou involontaires ; la participation des sens et de l'âme dans le maintien des fonctions organiques ; et plus généralement la conception de la structure et de l'organisation de la matière vivante et des forces qui y jouent un rôle. M. Russo y avance l'idée que la théorie sur l'irritabilité et la sensibilité proposée par Haller a pu contribuer à une réorientation de la pensée médicale et philosophique du XVIIIe siècle, réorientation qui se situe au-delà des explications proposées par les systèmes hérités des siècles précédents. C'est en particulier ce qu'elle montre à propos des recherches du XVIIIe siècle sur les structures nerveuses et musculaires qui prennent leur origine dans la conception de l'irritabilité et de la sensibilité présentée pour la première fois par Haller en 1752, à la Société Royale de Göttingen. Le point clef de son travail a consisté à vérifier dans quelle mesure la redéfinition de ces concepts par Haller a pour partie contribué à un changement éventuel du statut physiologique et philosophique de la conception des nerfs, des muscles et d'autres structures nerveuses. Jusqu'au XVIIIe siècle, les fonctions et les dysfonctions des structures nerveuses étaient conçues selon les modèles de théories médicales fortement influencées par la tradition humorale ou étaient liées à des systèmes métaphysiques et philosophiques qui essayaient d'expliquer les fonctions de ces structures par comparaison avec les fonctions de l'âme. Les travaux de Haller sur l'irritabilité ont ouvert la possibilité de concevoir les phénomènes vitaux au sein d'une science spécifique du vivant.

Les résultats de ces recherches ont conduit M. Russo à se tourner maintenant vers la conception des fonctions des structures nerveuses dans les travaux scientifiques des contemporains de Albrecht von Haller. Le XVIII^e siècle se présente comme un champ particulièrement intéressant en ce qui concerne l'étude des structures nerveuses car les différentes théories sur la fonction des nerfs et des muscles étaient alors encore au carrefour de conceptions métaphysiques, physiologiques et philosophiques, physiques et chimiques.

Elle rejoint ce faisant les centres d'intérêt de C. Chérici, qui s'intéresse également à la physiologie dans la seconde moitié du XVIII^e siècle. Cette dernière effectue son travail de doctorat, depuis octobre 2002, sur les travaux de neurologie et de neuro-pathologie de Vincenzo Malacarne (1744-1816), et elle a entrepris une série de traductions de traités italiens de l'époque sur le cerveau. Elle a effectué dans ce but des recherches à l'institut de l'histoire de la médecine de Padoue en Italie. Elle tente de mettre en évidence le rôle de Malacarne dans le développement des sciences du cerveau et de la clinique en Italie et en France. Elle a participé à ce titre au congrès 2003 de la SHESVIE sur le thème des « débats et polémiques sur l'innéisme organique des facultés intellectuelles », à Louvain-la-Neuve.

Dans le sillage de sa thèse *Métaphysique et biologie. Kant et la constitution du concept d'organisme* (juin 2000), P. Huneman a quant à lui poursuivi des recherches sur la place d'une analytique de la biologie dans la réforme kantienne de la philosophie [Huneman 2002], et, de manière plus générale, sur les rapports entre biologie et histoire naturelle de l'homme. Il a exposé à plusieurs reprises ces résultats dans différents séminaires et participe au séminaire d'histoire et philosophie de la biologie. Il a organisé une session, dans le cadre du Congrès International de la Société d'Histoire et de Philosophie de la Biologie (Vienne, juillet 2003) sur le thème « Y a-t-il un programme kantien en biologie », où il était justement question de préciser (ou de contester) le rôle de Kant dans l'évolution des sciences de la vie entre 1790 et 1810.

S. Schmitt, qui est intervenu dans cette session, se consacre à l'étude de la fin de la période indiquée, à savoir la biologie des *Naturphilosophen*, et il a été amené à s'intéresser à des savants et naturalistes du XVIII^e siècle dont l'influence a été très importante sur ces auteurs. Il a entrepris notamment une étude sur la morphologie de Goethe, montrant que, comme son œuvre littéraire, cette partie de son activité scientifique témoigne d'une double inspiration, romantique et classique [Schmitt 2001]. D'autre part, il étudie les conceptions biologiques d'auteurs allemands des dernières décennies du XVIII^e siècle, notamment C. F. Kielmeyer et J. G. Herder. Il recherche comment ces auteurs, eux-mêmes fortement influencés par des savants antérieurs comme Haller ou Buffon, ont édifié une vision progressive du monde et ont ainsi créé en partie les conditions favorables à l'essor de théories de l'évolution en Allemagne au début du XIX^e siècle (voir le **point 4.1**). En particulier, une traduction en français et une édition critique de textes sur l'idée de la succession progressive des forces dans la série des êtres vivants est en préparation et sera soumise à l'éditeur à la fin de 2003 (voir **section 10**).

Enfin, son travail sur la notion de l'organisation dans l'anatomie comparée de Cuvier [Cheung 2000] a conduit T. Cheung à étudier le problème de la représentation, de l'expression, de l'ordre fonctionnel, de l'individuation et du système organismique dans l'œuvre de Cuvier [Cheung 2001a, 2001c, 2001d, à paraître a]. T. Cheung a donc poursuivi, au cours de ses recherches dans l'équipe pendant les deux dernières années, ses études sur l'établissement d'une nouvelle interface entre la théorie de l'organisme et l'épistémologique du sujet au tournant du XVIII^e siècle.

Comme S. Schmitt, il a également mis en évidence l'importance des relations franco-allemandes en histoire de la biologie et de la philosophie, en étudiant le rapport entre Leibniz, Christian Wolff, Kant, Herder, Bonnet, Haller et Cuvier [Cheung 2001e, à paraître b et d]. Ces études ont amené T. Cheung à montrer que les genèses de la théorie de l'organisme et de la systématique sont étroitement liées et qu'elles procèdent d'une transformation du discours scolastique (voir **point 4.6**). Cette transformation n'est pas encore bien comprise. D'après Cheung, Bonnet et Cuvier n'ont pas bloqué le progrès et le développement du savoir biologique et scientifique, mais ils ont, au contraire, contribué à la formation des notions-clefs de cette science (système, organisation, fonction, représentation, expression, individuation, plan, génération, variation, etc.). Cheung a également analysé les enjeux socio-politiques impliqués dans la conception et l'ordre de l'anatomie comparée de Cuvier [Cheung, à paraître c].

4.5 Perspectives internationales sur les savoirs médicaux/biomédicaux

Là aussi, le renouvellement des membres de REHSEIS a fait émerger une nouvelle convergence entre les recherches que mènent plusieurs chercheurs sur l'histoire des savoirs médicaux et biomédicaux. Leurs terrains d'étude sont différents (Afrique, Chine, Europe), mais leur approche est motivée par un souci partagé : étudier l'histoire de ces savoirs dans leur dimension internationale. Cette option les conduit à prêter une attention particulière à des problématiques comme les pratiques internationales dans la constitution de savoirs donnés et ce, dans une approche véritablement comparative, ou comme les modalités d'adaptation, à l'échelle internationale, d'un savoir produit en un point donné de la planète.

Guillaume Lachenal travaille, ainsi, sur différents domaines de la recherche en sciences de la vie en Afrique, à partir d'études de cas au Cameroun et en Côte d'Ivoire. Il tente de saisir les dynamiques historiques et scientifiques où s'inscrivent, après les indépendances, les institutions nationales de recherche et les savoirs qui y sont produits.

A travers l'exemple de l'histoire du Centre Pasteur du Cameroun et des recherches sur le Sida, il a proposé une dissection fine du fonctionnement d'un centre de recherche « en coopération », et il a analysé son insertion dans différents dispositifs internationaux ([Lachenal à paraître] et Guillaume Lachenal, « Le Centre Pasteur du Cameroun. Trajectoires historiques, stratégies et pratiques de la science biomédicale post-coloniale », Mémoire de DEA d'Epistémologie, Histoire des Sciences et des Techniques, Université Paris VII, 2002). Les pratiques locales de l'activité de recherche de ce centre en virologie, un domaine extrêmement actif au Cameroun suite à l'épidémie de VIH/SIDA, sont analysées avec leurs enjeux biotechnologiques et théoriques et sont comparées aux pratiques des autres équipes américaines, françaises, et camerounaises en place au Cameroun.

L'histoire de la station d'Ecologie de Lamto en Côte d'Ivoire l'amène à étudier le fonctionnement pratique d'une communauté scientifique, constituée d'expatriés et d'auxiliaires locaux, au sein d'un centre produisant des savoirs notoirement importants pour l'Ecologie française. La station participe en effet directement à la naissance et à la structuration de l'Ecologie française, en accompagnant les mutations de celle-ci, de ses origines « naturalistes » aux grands projets internationaux d'aujourd'hui.

Ces deux projets permettent de donner un éclairage nouveau à l'histoire de deux champs disciplinaires, la Virologie et l'Ecologie respectivement, largement constitués sur les terrains d'Afrique. Guillaume Lachenal appréhende leur histoire dans une perspective internationale, en examinant l'importance constitutive de l'expérience coloniale et post-coloniale dans leur organisation institutionnelle, pratique et théorique.

Cette dimension du travail de G. Lachenal sur l'histoire de l'écologie et de la virologie rejoint les recherches où C. Rigal montre combien le renforcement des coopérations internationales a contribué aux changements pratiques et théoriques de l'hématologie, entre les années 1940 et 1970. Cette dernière achève aujourd'hui sa thèse sur l'histoire de la leucémie des années 1850 aux années 1970. Elle y a mis au jour les conditions dans lesquelles s'est constituée une nouvelle spécialité médicale : l'hématologie, en relation avec l'autonomisation nosologique de cette maladie très ancienne, permise par la rencontre du microscope, de la théorie cellulaire et de l'intérêt pour le sang de certains cliniciens [Rigal 2003]. En se penchant sur les travaux de Jean Bernard et de ses collaborateurs sur la leucémie aiguë entre 1940 et 1970, C. Rigal a montré que la définition de la maladie évolua autant sous l'influence des essais thérapeutiques que des études biologiques, tandis que son diagnostic de routine restait basé sur la cytologie classique et que l'efficacité des traitements progressait principalement grâce à des recherches sur les modalités d'administration et la combinaison des agents chimiothérapeutiques. C. Rigal a également montré que les changements dans les pratiques et l'orientation des recherches de ce groupe, survenus au cours de la période considérée, correspondaient à l'évolution générale de la recherche médicale décrite par d'autres historiens : molécularisation des travaux, standardisation accrue des matériels et des méthodes, augmentation des liens avec l'industrie pharmaceutique, renforcement de la coopération nationale et internationale, et accroissement net des crédits publics et privés associé à la mise en place d'un nouveau cadre institutionnel. [Rigal, thèse].

C'est sur un cas très différent que portent les recherches de Florence Bretelle-Establet, puisqu'elle travaille sur l'histoire de la médecine en Chine aux XIXe et XXe siècles. Son attention se concentre cependant, comme G. Lachenal, sur la manière dont prend forme un paysage médical local, dans des circonstances où il se trouve contraint à s'ouvrir, de différentes manières, à des savoirs et à des pratiques venus d'ailleurs. Ainsi, dans cette période marquée dans le domaine de la santé par l'augmentation rapide d'hôpitaux occidentaux auxquels sont souvent adjoints des écoles de médecine, elle a étudié les évolutions du champ institutionnel chinois en matière de santé ainsi que les milieux chinois producteurs de savoirs médicaux [Bretelle-Establet 2002]. Ses recherches actuelles portent plus précisément sur la nature des savoirs médicaux produits en Chine, dans cette période charnière, caractérisée donc par une expansion de l'influence occidentale et une détérioration de l'état sanitaire depuis l'irruption, à la fin du XVIIIe siècle, d'épidémies. En portant son regard sur les manuscrits chinois produits dans l'extrême sud de la Chine, aux XVIIIe, XIXe et début du XXe siècles, elle entend restituer la variété des savoirs et des pratiques en médecine en Chine et étudier les modalités d'intégration de certaines notions et pratiques de médecine occidentale.

C'est également à ce thème que se rapporte le *Dictionnaire de la pensée médicale*, dirigé par D. Lecourt et sous presse aux PUF. Réalisé grâce à la collaboration de près de deux cents auteurs, relevant des sciences comme de la sociologie, de l'anthropologie, de l'histoire ou de la philosophie, il vise à appréhender la médecine sous l'angle des concepts, des pratiques, des institutions aussi bien que des problématiques les plus nouvelles.

4.6 Epistémologie de la biologie

Les recherches qui se sont menées dans ce domaine au sein de REHSEIS se sont concentrées autour de deux pôles principaux.

C'est, d'une part, autour des liens entre philosophie et sciences du vivant, tout particulièrement au XVIIIe siècle, qu'ont tourné un ensemble de nos travaux. Dans le contexte de ses recherches sur la formation de la théorie de l'organisme entre 1700 et 1800, T. Cheung a exploré l'histoire de l'apport de différents aspects des sciences de la vie pour permettre que s'établisse une conception de l'autonomie du sujet [Cheung 2003, 2003 b]. Il a poursuivi ses travaux sur le problème de l'historisation du sujet et de l'organisme au XIXe siècle pour se concentrer finalement sur l'historisation de l'épistémologie, au début du XXe siècle, en philosophie, en science et en sociologie (Husserl, Bachelard, Fleck). Ces recherches sont effectuées en parallèle avec des travaux sur la subjectivité animale chez Jakob von Uexkuell et les nouvelles théories des systèmes en biologie (Bertalanffy). Ces sujets rejoignent les travaux menés par P. Huneman dans sa thèse (voir **point 4.4**). De même, M. Russo-Lecointre se situe par ses travaux à l'interface entre philosophie et sciences du vivant au XVIIIe siècle. Elle s'est intéressée à la manière dont les concepts proposés par Haller ont pu fournir des instruments méthodologiques et théoriques dans les discussions sur l'être vivant au XVIIIe siècle. La distinction qu'il a avancée entre parties sensibles et irritables donna naissance à une façon très spécifique de penser la division anatomique qui remit en cause les fondements méthodologiques et pratiques de la médecine, de la chirurgie et de la physiologie du XVIIIe siècle. Ces concepts étaient déjà présents dans le vocabulaire philosophique et médical du XVIIIe siècle, mais leur redéfinition par Haller les investit d'une nouvelle valeur épistémologique, qui eut un impact sur les développements philosophiques relatifs au corps humain ainsi que sur les propriétés de l'être vivant.

Ce sont, d'autre part, les biotechnologies qui ont focalisé l'attention d'un autre sous-groupe de REHSEIS. Claude Debru a orienté ses travaux vers les biotechnologies et leurs aspects historiques et philosophiques. Il a transmis ses conclusions au cours de divers séminaires [Epistémologie et cognition, 2003 ; Développement et philosophie des Biotechnologies, 2003] et cours [Les biotechnologies, aspects historiques et philosophiques, 2003 ; Histoire des Biotechnologies, 2003 ; Aspects historiques et philosophiques des Biotechnologies] ainsi que par la publication de plusieurs articles [Debru, 2003 ; Debru, 2002 a, b et c]. C'est en collaboration avec Pascal Nouvel que Claude Debru a publié le premier ouvrage en langue française visant à explorer de manière approfondie les fondements philosophiques (notions de possible et de réalisation) et scientifiques (dans la biologie moléculaire et la biologie évolutive) des biotechnologies, ainsi qu'à en étudier les développements récents, y compris dans leurs divers contextes institutionnels et sociaux [Debru en collaboration avec Pascal Nouvel à paraître 2003 a].

Dominique Lecourt s'est, pour sa part, intéressé à la discussion éthique entourant l'essor des biotechnologies appliquées à l'homme dans un séminaire donné en 2002 - 2003 sur *La technique et la vie*. Il a publié le résultat de ses travaux dans un ouvrage [Lecourt 2003a] qui a fait l'objet de nombreux débats et de contrats de traduction. Ce thème se retrouve dans le dictionnaire publié sous sa direction (voir le **point 4.5**).

4. 7. Histoire des sciences historiques

REHSEIS a organisé, en collaboration avec le Centre François Viète d'Histoire des Sciences et des Techniques de l'Université de Nantes, des journées d'études sur les sciences historiques (Nantes et Paris, 2003, voir programme section VI.3), un thème sur lequel les organisateurs, Gabriel Gohau et Stéphane Tirard, souhaitent développer des recherches.

En parallèle avec l'histoire qui vise à reconstituer le passé des sociétés humaines en s'appuyant essentiellement sur des archives, un certain nombre de disciplines explorent le passé d'autres entités comme l'Univers, la Terre, ou le monde vivant. W. Whewell qui a le premier distingué ces « sciences historiques » (1847), les nommait palétiologiques pour souligner qu'au lieu de s'intéresser aux causes permanentes ou possibles, qui font l'objet des sciences étiologiques, ou « nomologiques », elles se penchent sur les causes qui furent réellement à l'œuvre dans le passé (*actual causes*). Cournot les nommait pour sa part « idiomorphiques » — (idios : propre, spécial) pour souligner le fait qu'elles portent sur le particulier, l'événement—, ou encore « sciences cosmologiques » (Cournot, 1851).

Comme l'histoire humaine, que Whewell qualifiait de palétiologie morale, les sciences historiques ont besoin d'archives dans la mesure où le passé, contrairement à une célèbre affirmation de Laplace, n'est pas déductible du présent. Les journées d'étude ont mis au cœur de leur programme la question des différentes formes d'archives et de leur utilisation.

La première journée portait sur l'histoire de ces sciences palétiologiques. Il s'agissait d'abord de les recenser — Whewell se limitait à la géologie, la cosmologie, et l'histoire du langage— et de comprendre comment et quand elles sont nées, et quelles archives elles ont utilisées. La seconde journée, à Paris, explorait l'état actuel des mêmes sciences, en mettant en évidence un processus d'émergence de nouveaux types d'archives, produits par des progrès de la science contemporaine.

Les organisateurs ont, chacun, contribué dans leur domaine à ces travaux. G. Gohau a montré que la géologie, dès la fin du XVII^e siècle (Stenon, Hooke), se préoccupe d'archives de la Terre : couches d'abord, puis fossiles, cela, en vue de découvrir celles qui seront de portée adéquate pour pouvoir corréliser les dépôts de même âge sur toute la planète. S. Tirard s'est, lui, intéressé au statut, au XIX^e siècle, du questionnement sur les commencements de la vie dans le contexte de la naissance des théories de l'évolution. Il a souligné à quel point il était remarquable que la question des origines de la vie se trouve, dès ses premières formulations dans ce contexte, confrontée au problème de l'absence de toute trace fossile des étapes les plus anciennes de la vie. Ce fait le conduit à s'interroger sur l'adéquation de l'expression de « sciences historiques » pour ce thème, alors même qu'il constitue indéniablement « un problème historique ».

Les organisateurs entendent publier les travaux des journées. L'ouvrage, qui regroupera l'ensemble des contributions, a l'ambition de se faire le reflet de ces rencontres et de poursuivre une véritable démarche transdisciplinaire.

4.8 Histoire des neurosciences et de la psychologie

4.8.1 Histoire des neurosciences

C. Debru a lancé un vaste projet sur l'histoire des neurosciences en France, en y impliquant un nombre important des doctorants qui effectuent leur thèse à REHSEIS sous sa direction.

Un séminaire sur ce thème a commencé à fonctionner en 2002-2003 à l'ENS Ulm, avec la participation de doctorants de REHSEIS (David Romand, Céline Chérici), de collègues enseignants chercheurs (Jean-Gaël Barbara, Denis Forest, Lyon III ; Jérôme Sackur, Paris X ; Jean-Claude Dupont, Amiens-IHPST) ainsi que de Michel Imbert, neurophysiologiste, membre de l'IUF et de l'EHESS. Le séminaire a reçu, entre autres, le Professeur Roger Guillemin, Prix Nobel de physiologie et médecine.

C. Debru a, par la suite, répondu au premier appel d'offres du programme « Histoire des savoirs » et son projet sur ce thème a été retenu dans le cadre de REHSEIS, et en partenariat avec d'autres établissements.

Le projet concerne un domaine scientifique, les neurosciences, assez peu couvert par l'historiographie, et extrêmement peu traité pour la période et l'aire géographique concernée. Il a donc en premier lieu un caractère documentaire, sa justification principale étant de tenter de combler une lacune importante de l'historiographie scientifique tant que les acteurs concernés sont encore de ce monde. Le projet a cependant d'autres motivations. Les neurosciences ont vécu une période de renaissance en France après la deuxième guerre mondiale, succédant à une période de stagnation, voire de franche régression dans certains domaines entre les deux guerres. Le projet a donc pour finalités primaires d'identifier les facteurs (principalement humains, mais aussi institutionnels) de cette renaissance, d'en recenser les acteurs, de recueillir leur témoignage lorsque c'est encore possible en leur posant des questions bien ciblées (sur les séjours de recherche qu'ils ont effectués à l'étranger, les collaborations internationales de leurs laboratoires et les séjours de chercheurs étrangers dans ces laboratoires, leurs sources de financement, l'impact international de leurs travaux, etc.). Il a également des finalités plus interprétatives : déterminer l'évolution des domaines de pointe et des questions vives, l'apparition de disciplines nouvelles ou la renaissance de questions anciennes, le rôle irremplaçable de l'évolution technique dans des sciences qui dépendent très largement d'elle, ainsi que d'identifier les raisons de certains échecs. Un aspect non négligeable concerne, en cette matière précisément, l'existence d'une communauté francophone après la guerre. Les organes de cette communauté et l'évolution négative de la francophonie (qui n'a pas totalement disparu) devront également être étudiés. Mais le trait le plus marquant de la période et du domaine envisagés est que le développement des neurosciences en France après la deuxième guerre mondiale est dû à la conjonction de causes internes (personnalités, institutions) et externes (circulation croissante des hommes et des techniques entre les laboratoires, de part et d'autre de l'Atlantique en particulier - il conviendrait également, si possible, d'aborder une question plus délicate, celle des relations scientifiques avec le monde soviétique, ses traditions, ses techniques et ses questions propres).

Dans le cadre de ce projet, le séminaire a recommencé à fonctionner dès début septembre 2003. Le sous-groupe impliqué a déjà commencé à procéder à des auditions systématiques et soigneusement préparées des principaux acteurs du domaine, dont la liste a été dressée. Les résultats attendus se présenteront sous la forme d'un recueil des contributions séminales des principaux acteurs dans la période 1945-1975 et sous la forme de la publication des actes d'un colloque international, à prévoir au terme des trois ans du projet.

En parallèle avec ce thème spécifique, les recherches menées dans le contexte de plusieurs thèses à REHSEIS touchent à l'histoire des neurosciences en général.

Pour ce qui tient aux aspects historiques de sa thèse, D. Romand a été orienté par C. Debru vers l'histoire conceptuelle de la psychologie scientifique et des neurosciences, et plus particulièrement vers la contribution des auteurs allemands (1820-1920 environ). Il se penche spécifiquement sur l'histoire de la construction des concepts cognitifs (inconscient, conscience, représentation, etc.). Pour ce qui est des aspects épistémologiques, il s'intéresse principalement aux questions théoriques fondamentales des neurosciences cognitives, en s'appuyant tout à la fois sur la pratique scientifique contemporaine et sur ses recherches historiques (voir **point 4.3**).

A côté de son travail sur les recherches de V. Malacarne sur le cerveau (voir **point 4.4**), C. Chérici travaille également depuis novembre 2003 au sein du groupe de recherche sur le développement de la neurologie clinique entre 1945 et 1970 dans les grands centres parisiens (la Salpêtrière) et marseillais (Hôpital Saint-Paul), dans le cadre du séminaire organisé par C. Debru sur l'histoire des neurosciences en France entre 1945 et 1970.

Les recherches de P. Nouvel sur les passions se rattachent également à cet axe.

4.8.2 Histoire de la psychologie

Pour mieux appréhender les fondements et l'impact du refus skinnérien d'accorder la moindre place à l'esprit (structures mentales, cognition, etc.) dans son argumentation contre Chomsky, F. Parot a adopté dans un premier temps une approche comparatiste et réalisé une étude des analyses française et américaine du comportement ; les liens entretenus, dans chaque cas, avec les conceptions évolutionnistes ont paru décisifs dans la différence de points de vue : alors que les behavioristes américains utilisaient, de façon plus ou moins développée, le paradigme darwinien de la sélection naturelle pour expliquer l'évolution des comportements, les comportementalistes français (Piéron en particulier) restaient attachés à la conception néo-lamarckienne dans le cadre de laquelle ils avaient reçu leur formation. Ce point de vue était également celui de J. Piaget dont la « théorie de la connaissance » était assez proche de celle de Chomsky, même si des divergences sur la nature du noyau inné nécessaire au développement des connaissances les séparaient. F. Parot a approfondi cette question avec des chercheurs genevois comme J.-P. Bronckart ou J. Vauclair.

Elle poursuit ses recherches sur l'histoire du behaviorisme, animée par la conviction que si les positions behavioristes paraissent absentes des cursus universitaires, elles restent en réalité prégnantes dans les pratiques ou dans les recherches, en particulier dans le domaine de la psychopathologie ou dans celui de l'imagerie cérébrale ; elle a entrepris une recherche en collaboration avec l'équipe d'Olivier Houdé sur cette question. Son implication dans le projet porté par J. Gayon (IHPST) pour l'ACI Théorie, Terrains, Techniques, « Fonctions dans les

sciences de la vie, les sciences humaines et médicales », dont F. Parot assume la responsabilité au sein de REHSEIS, porte en particulier sur la postérité des fonctionnalistes américains et leur implication dans le behaviorisme.

Sur la base de la querelle qui traverse la psychologie entre fonctionnalistes et structuralistes, F. Parot concentre ses recherches sur l'histoire de la représentation contemporaine de l'esprit. Elle a choisi d'étudier cette histoire sur le long terme dans trois domaines a priori assez hétérogènes mais dont le lien a été suggéré par ses travaux sur l'approche du phénomène onirique.

A / Il semble en effet que la capacité à former des images constitue l'une des caractéristiques primordiales de l'esprit humain, elle fait aujourd'hui l'objet d'un vif intérêt, et l'activité onirique en est un bon exemple. Après avoir pris connaissance des conceptions contemporaines de cette activité, F. Parot a travaillé à l'histoire des représentations que les sociétés humaines se sont données de cette activité et fait le constat suivant : la conception du rêve suppose l'existence d'un monde invisible aux formes fluctuantes avec les époques, dont l'histoire se caractérise par une lente intériorisation. Ce constat l'a menée à tenter d'appliquer cette grille à notre conviction contemporaine selon laquelle le rêve est le résultat d'une activité de notre cerveau et ce travail épistémologique, qui suppose la collaboration avec des spécialistes des neurosciences et de l'imagerie cérébrale (fait-elle voir l'invisible ?), est en cours.

B/ Il lui a paru nécessaire d'évaluer si le rôle décisif attribué à un monde invisible dans l'activité de formation d'images et son intériorisation lente pouvaient permettre de comprendre d'autres activités de l'esprit, elles aussi liées à un fonctionnement imaginaire et non pas seulement rationnel, au sens contemporain du terme. F. Parot a donc entrepris un travail sur la croyance dans les pouvoirs de l'esprit à agir sur la matière ou à lui survivre. En effet, pendant les trente années qui ont suivi l'institutionnalisation de la psychologie (1885-1915), les psychologues ont considéré que l'esprit humain pouvait, comme la matière, envoyer des rayons divers et exercer donc des pouvoirs à distance. Elle a étudié cette période où la psychologie a lié son sort à des spirites, mais aussi à des physiciens (tels E. Branly ou M. Curie) pour étudier cette question. Au long de ses recherches historiques sur cette croyance, tout comme pour les études du rêve, elle a constaté la nécessité de supposer un monde invisible dans lequel s'incarnent ou séjournent les « esprits ». Auparavant conçu comme émis par un monde au-delà du sensible, l'esprit « revenant » ou « surnaturel » est devenu une production du cerveau en état d'hypnose par exemple ou dans divers « états modifiés de conscience ».

C/ Il se dégagait ainsi une hypothèse qui demandait à être analysée plus avant : ce monde invisible est une constante du fonctionnement imaginaire de l'esprit, les sociétés humaines en construisent des images variables et, aussitôt construit, ce monde détermine largement le fonctionnement humain. Cette problématique touche à la question de la « nature » de l'esprit humain. C'est pourquoi F. Parot lui a consacré ses récentes recherches, interrogeant, dans un premier temps, les conceptions de l'esprit individuel que la psychologie du XXe siècle a développées. Ses travaux sur les archives des psychologues lui ont permis de constater qu'une partie de l'histoire récente de cette discipline (1920-1950) avait été occultée, depuis la seconde guerre mondiale, par les promoteurs d'une psychologie qui se disait scientifique parce qu'expérimentale. En particulier, les travaux d'Ignace Meyerson, ses liens avec les historiens (H. Berr ou l'école des *Annales*) et avec les durkheimiens avaient contribué à promouvoir une psychologie collective et historique pour laquelle l'esprit ne peut

être étudié que dans ses œuvres (au sens très large). Ce courant, lié plus ou moins explicitement à la philosophie hégélienne, à celle de C. S. Peirce ou à celle de Merleau-Ponty, méritait d'être mieux connu ; F. Parot a donc entrepris un assez long travail sur cette période et sur la psychologie meyersonienne qui l'a menée à la conviction que, mis à part ce moment meyersonien, la psychologie contemporaine a promu une conception de l'identité individuelle comme strictement déterminée par l'intériorité.

Cependant, des débats sur cette question de l'identité et de récents travaux l'ont convaincue de l'opportunité d'étudier la « genèse » de la conception contemporaine à travers la notion de filiation. F. Parot explore actuellement cette hypothèse relative à la nécessité d'un monde invisible pour que l'identité puisse se construire et, éventuellement, se transmettre. Quelle que soit sa représentation, la généalogie est la source de la construction d'une part importante de l'identité individuelle ; sa réduction croissante à un strict mécanisme biologique correspond à l'intériorisation qui fait l'objet de son travail.

Prospective de la sous-équipe « Histoire et épistémologie des sciences de la vie et de la terre »

— *Buffon et sa postérité.* Une sous-équipe du groupe « Histoire et philosophie des sciences de la vie et de la terre » se propose de mener un projet d'étude sur l'œuvre de Buffon et sa postérité jusqu'aux premières décennies du XIXe siècle, en lien avec des axes de recherche déjà en place dans l'équipe (Histoire des théories de l'évolution, Etudes sur les sciences de la vie de Haller à la *Naturphilosophie*). D'ores et déjà un séminaire mensuel, organisé par S. Schmitt, est prévu pour l'année 2003-2004.

— *Etudes sur les sciences de la vie de Haller à la Naturphilosophie.* Une sous-équipe de chercheurs travaillant sur les sciences de la vie à REHSEIS s'est retrouvée autour de cet axe et envisage de dégager des questions en vue d'un travail collectif. S. Schmitt se propose de poursuivre ses travaux sur la biologie des *Naturphilosophen* au tournant du XVIIIe et du XIXe siècle. Il s'agit en effet d'une période privilégiée dans le développement des sciences de la forme du vivant, et il apparaît qu'à bien des égards toute la biologie du XIXe siècle (et au-delà) ne peut être comprise qu'à la lumière de cet héritage conceptuel. Par exemple, il est incontestable que la vision très « directionnelle » (très lamarckienne en fait) de l'évolution des espèces qui caractérise une majorité de transformistes allemands de la fin du XIXe siècle est une conséquence directe de l'influence des *Naturphilosophen*, et qu'il y a eu une continuité remarquable de la pensée naturaliste dans ce domaine. De même, la manière dont les savants allemands (R. Goldschmidt par exemple) ont accueilli la génétique témoigne d'un attachement très profond à des thèmes anciens, privilégiés par leurs prédécesseurs du début du XIXe siècle (unicité du vivant, hiérarchie des parties des organismes...). L'une des méthodes de cette étude pourra être l'analyse systématique des articles de biologie parus dans la revue *Isis*, publiée par Oken de 1816 à 1848. Cette revue présente un intérêt considérable dans la mesure où il s'agit de l'organe du courant de pensée dont Oken est le principal promoteur et dont le but est de fonder les sciences naturelles sur la philosophie de Schelling. Elle témoigne par ailleurs de la réception par les biologistes se réclamant de ce courant des conceptions de naturalistes non allemands, en particulier de celles de Lamarck. D'autre part,

la traduction et l'édition critique de textes fondamentaux (de Oken, von Baer, etc.) sera poursuivie.

Ce travail s'effectuera en collaboration avec C. Chérici et M. Russo-Lecointre : leurs travaux sur la physiologie de la fin du XVIIIe siècle sont en effet essentiels pour comprendre la biologie des *Naturphilosophen*, qui s'appuie très largement sur la notion de « force vitale », développée par des auteurs tels que Haller ou Malacarne. C. Chérici prépare, en liaison avec ce thème, une journée d'étude pour le 7 mai 2004 sur « la querelle du cerveau au XVIIIe siècle ».

Ces travaux s'inscrivent également dans le cadre du projet d'ACI présenté par J. Gayon et F. Parot sur la notion de fonction en biologie, dans la mesure où la réflexion sur les forces vitales et leur assimilation plus ou moins claire avec les fonctions biologiques a été l'un des thèmes principaux des auteurs étudiés par S. Schmitt (Kielmeyer, Oken...).

— *Etude des relations franco-allemandes dans le domaine biologique.* En lien avec l'axe précédent, S. Schmitt se propose de réunir un groupe de chercheurs autour de cette problématique. L'enjeu est de comprendre en quoi ces rapports ont contribué à la constitution de quelques-unes des disciplines de la biologie entre 1790 et 1930. L'Allemagne a joué en effet durant cette période un rôle central dans l'émergence de certains champs disciplinaires, comme l'embryologie, et dans leurs transformations. La science française, quant à elle, conservait un prestige acquis de plus longue date, et la production française dans le domaine biologique et médical demeurait considérable. Or, les relations entre les deux pays apparaissent à la fois très intenses et ambiguës, sur le plan scientifique comme dans d'autres domaines. La circulation des idées s'effectuait très librement, les travaux français sont connus en Allemagne et réciproquement, comme en témoignent les citations et recensions d'articles qui émaillent les revues scientifiques de part et d'autre du Rhin. Par ailleurs, l'autorité des savants étrangers était invoquée lors de débats : Goethe intervint en faveur de Geoffroy Saint-Hilaire lors de sa dispute avec Cuvier, en 1830, etc. Ce sont ces communications, probablement synergiques bien que paradoxales, dont nous souhaitons étudier la complexité. Comment circulent les concepts entre les deux pays ? Comment sont-ils reçus, transformés, reformulés ? Comment interfèrent-ils avec les tensions qui existent au sein des différents milieux scientifiques (eux-mêmes bien peu monolithiques) ? Ce travail reste encore largement à l'état d'ébauche, notamment en ce qui concerne la période retenue ici.

— *La diffraction du concept d'énergie dans les diverses sciences.* D. Ghesquier envisage de réunir un ensemble de chercheurs pour comprendre les mutations induites dans différents domaines, en particulier ceux qui portent sur le vivant, par la prise en compte de ce concept mis au point dans un premier temps dans la physique du XIXe siècle. Un colloque international sur le sujet est à terme en perspective.

— *Colloque « Biologistes du Cambridge des années 1930 ».* Divers travaux de recherche menés dans l'équipe convergent vers ce sujet. Les historiens de la biologie ont été amenés à s'intéresser à la production scientifique et à la personnalité de Needham, Waddington, Huxley, Hogben et Haldane (en particulier, dans le contexte du séminaire sur Waddington). P. Petitjean a mené des recherches sur les réseaux scientifiques internationaux

auxquels ces biologistes participaient, un sujet également au cœur du séminaire « Science, culture, politique ». P. Petitjean a également travaillé sur les contributions à la politique scientifique de J. Needham, au sein de l'UNESCO et s'est intéressé, de même que C. Jami et K. Chemla à J. Needham historien des sciences en Chine. Constatant que l'on pouvait penser aujourd'hui à proposer une synthèse de ces différents aspects, les chercheurs de REHSEIS ont résolu de conjindre leurs forces, en organisant un colloque sur les biologistes de Cambridge des années 1930, en juin 2004, pour faire le point sur les aspects conceptuels (embryologie, génétique...), institutionnels et politiques (la constitution de *Visible College*, etc.) ainsi que sur les réseaux internationaux dont ces acteurs étaient membres. Y participeront des membres de REHSEIS (S. Schmitt, P. Petitjean, C. Jami, D. Ghesquier, S. Tirard, C. Galperin...) ainsi que des invités français et étrangers. Pareil rassemblement devrait permettre d'aborder la question du mélange des aspects professionnels avec les aspects sociaux et idéologiques typiques de ces réseaux, et d'étudier les conceptions de l'internationalisation de la science dont ils étaient porteurs.

— *Colloque « Cinquante ans de biologie moléculaire »*, organisé par P. Nouvel à l'université Paris 7, en décembre 2003.

— *Perspectives internationales sur la médecine et les sciences de la vie*. Il s'agit là d'un thème qui intéresse plusieurs chercheurs impliqués dans les axes de recherches, Sciences en Asie et Sciences de la vie. A ce titre, F. Bretelle-Establet propose d'organiser des journées d'études annuelles dont le but sera d'analyser, dans une optique véritablement comparative, les rôles joués par les différents acteurs institutionnels que sont les fondations privées, les instituts Pasteur, les organisations internationales, les Etats, dans l'histoire de la médecine et des sciences de la vie.

En 2004, une première journée sera consacrée à « la médecine occidentale » aux XIXe et XXe siècles en contexte international. Ce sera l'occasion de confronter plusieurs études de cas présentés par des chercheurs de REHSEIS et d'Oxford.

— *Histoire des neurosciences*. Comme il est expliqué au **point 4.8.1**, cet axe de recherche, commun à plusieurs équipes, sera l'objet d'un travail collectif dans les années qui viennent.

5. RECHERCHES SUR LES SCIENCES AU XVIII^E SIECLE

Ce sous-groupe de REHSEIS a connu une relative stabilité dans les dernières années, par delà les mutations de l'équipe, dans la mesure où les chercheurs qui ont demandé pour des raisons de mutation de ne plus associer qu'un pourcentage de leurs travaux à l'équipe ont choisi de rester rattachés à ce projet. C'est le cas de P. Crépel, G. Denis, C. Gilain, P. Huneman.

Si l'on met à part les projets d'érudition lourde que sont les éditions critiques relatives aux écrits de Condorcet ou de D'Alembert (voir **point 5.2**), les intentions affichées dans la prospective du rapport 2000 ont toutes fait l'objet des actions annoncées :

- Journées « Sciences et Lumières » (voir **point 5.1**).
- Séminaire « Principes de la dynamique » (voir **point 3.5.1**).
- Exploration du thème « Science, philosophie, religion », comme possible sujet de travail collectif (voir **point 5.3**).

La création du projet « Histoire des sciences en Asie » a été de pair avec un renoncement, temporaire nous l'espérons, à l'idée d'aborder le XVIII^e siècle de façon internationale. C'est ce qui rend compte du changement de titre pour cet axe de travail collectif. Nous poursuivrons la réflexion dans les années à venir sur la manière dont il sera possible de revenir sur cet objectif.

5.1. Sciences et Lumières

5.1.1 Séminaire « Sciences et Lumières »

Depuis 2001, G. Denis, C. Gilain et I. Passeron organisent un séminaire sur le thème « Sciences et Lumières ». L'objectif en est de reprendre la question des rapports entre les sciences et le mouvement des Lumières, en réunissant des historiens des sciences travaillant sur le XVIII^e siècle selon toutes les perspectives possibles — que ce soit sur le contenu des sciences, leurs institutions ou leur diffusion dans la société — et des dix-huitiémistes de diverses spécialités. Les séances de ce séminaire organisé sous forme de demi-journées ou de journées trimestrielles ont abordé notamment les sujets suivants (voir **section VI.2.B.6.** pour les programmes détaillés) :

- Image des sciences dans la littérature
- Diffusion des sciences
- Sciences et Lumières dans les correspondances
- Sciences et Lumières dans les périodiques
- Sciences et république des lettres
- Sciences et Lumières italiennes.

Ces séminaires à caractère international ont toujours visé à aborder chacun des thèmes du point de vue de disciplines différentes, afin d'appréhender d'emblée la question des rapports entre sciences et Lumières de façon large.

Ce sous-groupe de REHSEIS, plus spécifiquement sous la direction de G. Denis et C. Gilain, a également organisé une table ronde dans le cadre du XI^e Congrès international des Lumières, qui s'est tenu à Los Angeles en août 2003. Cette session, intitulée « Sciences et Lumières : sciences, représentations des sciences et mouvement des Lumières », a réuni une douzaine de conférenciers de six pays différents (dont G. Denis, C. Gilain et A. Mayrargue de REHSEIS). L'occasion a permis d'aborder les questions suivantes : sciences et superstitions ; les sciences entre utilité et vérité ; sciences académiques et sciences « populaires » ; peut-on parler de science(s) des Lumières ?

Si chacun s'accorde à reconnaître le rôle des sciences au XVIII^e siècle, on a rarement insisté sur un fait complémentaire, pourtant important : la grande diversité de représentations des sciences dans le mouvement des Lumières, que l'on prenne d'ailleurs ce terme au sens large ou au sens étroit de « philosophes réunis autour de l'*Encyclopédie* ». Cette diversité porte, en particulier, sur la hiérarchie des sciences et leur place dans la société. Distinguer les diverses composantes du mouvement des Lumières selon leurs représentations des sciences permet tout à la fois de mieux évaluer la place réelle des sciences au siècle des Lumières et de se poser à nouveau la question de caractériser de façon plus précise ce que sont « les Lumières ». [Denis 2001b, 2003a, 2003b], [Gilain 2000], [Passeron 2000a].

C'est dans la lignée de cet axe de travail collectif que se situe l'ouvrage *Sciences, musiques, Lumières*, Mélanges offerts à Anne-Marie Chouillet pour son 80^e anniversaire, édité par I. Passeron et U. Kölvig [Passeron, 2002b]. De nombreux chercheurs de l'équipe REHSEIS y ont participé (P. Crépel [2002b], C. Gilain [2002a], V. Le Ru [2002b], M. Paty [2002e]), ainsi que plusieurs conférenciers du séminaire « Sciences et Lumières » (M. Dorigny, R. Hahn, M. Leca-Tsiomis, J. Sgard, A. Coste, J.-D. Candaux), et des chercheurs du groupe D'Alembert, français (M. Massot, J. Viard) comme étrangers (B.T. Hanna, A. Cernuschi). L'ouvrage se proposait de mettre en relation des travaux thématiques sur D'Alembert, sur Diderot, sur Condorcet, sur l'*Encyclopédie*, sur Montesquieu ou des auteurs dits mineurs du dix-huitième siècle, mais aussi d'amorcer une réflexion à plusieurs voix sur les interactions entre les modalités de constitution de la pensée moderne européenne, pensée de la Nature et pensée de l'individu, et ses modes de diffusion dans une société recomposée.

5. 1.2 Recherches sur l'Encyclopédie et sur la hiérarchie des sciences

L'équipe REHSEIS a été engagée dans la réflexion sur les nouvelles recherches qui pouvaient se mener sur l'*Encyclopédie* du fait de sa disponibilité sur support électronique. Ainsi, en novembre 2000, l'équipe contribuait à la tenue, à l'université Paris 7-Denis Diderot, d'un colloque, « L'*Encyclopédie* en ses nouveaux atours électroniques : vices et vertus du virtuel », organisé par la Société Diderot [Anne-Marie Chouillet en collaboration avec Irène Passeron 2002a] (le site <http://www.sigu7.jussieu.fr/diderot/> présente le programme, les résumés, et mettra de façon imminente les textes des articles en ligne).

Ce colloque a engagé une réflexion sur l'*Encyclopédie* électronique réalisée par l'Université de Chicago et l'INALF (<http://encyclopedie.inalf.fr/>) ainsi que sur la mise à disposition des textes *via* le CD-Rom largement diffusé par Redon (racheté par Vivendi). L'accès au texte total, même si cela ne va pas sans de multiples erreurs, et les procédures que

cette lecture propose et parfois impose modifient sensiblement notre connaissance de l'*Encyclopédie*, de même qu'ils transforment notre approche et nos méthodes de travail, qu'il s'agisse de recherches ponctuelles ou d'entreprises plus larges. C'est pourquoi le colloque a été conçu de sorte à donner la parole à des chercheurs venus de tous les horizons (littérature, histoire des sciences, économie, histoire de la pensée, lexicologie, linguistique) ainsi qu'aux « fabricants », afin qu'ils puissent confronter leurs usages de ces produits à la fois éditoriaux et informatiques.

L'équipe a par ailleurs continué de mener des recherches à caractère plus classique sur l'*Encyclopédie*. En s'appuyant sur les recherches coordonnées par P. Crépel autour des *Opuscules* de D'Alembert (voir **point 5.2.2**, série III des *Œuvres complètes*) ainsi que sur les recherches en plein renouvellement depuis quelques années sur l'écriture encyclopédique [Crépel 2000b, 2002c ; Passeron, 2002c ; Chouillet, 2002a], I. Passeron a tenté de dégager, pour ce qui concerne le physico-mathématique, quelques unes des interactions entre l'organisation nouvelle du savoir proposée par l'*Encyclopédie* entre 1751 et 1765 et la compétence mathématique désormais requise pour traiter de ces questions, en particulier relativement à la gravitation [Passeron 2001a]. Corrélativement, les compétences exercées par les géomètres, les mécaniciens et les astronomes sont redéfinies, comme le laissent parfois voir l'articulation des catégories physico-mathématiques de l'*Encyclopédie* aussi bien que les polémiques au sein de l'Académie royale des Sciences [Passeron 2003a].

P. Crépel a mené de nombreuses études sur la genèse de certains articles de l'*Encyclopédie* (en partant de la *Cyclopaedia* d'E. Chambers et en déterminant les diverses influences, explicites ou non), ainsi que sur leur postérité. Elles ont donné lieu à la publication de documents importants pour l'intelligibilité des « Tables de l'*Encyclopédie* » dues au Pasteur Mouchon [Crépel 2002b, 2002c, 2002d] et à une analyse de la partie mathématique de l'*Encyclopédie méthodique* [Crépel à paraître 2003f]. P. Crépel a également analysé le corpus qui permettrait d'étudier les relations entre mathématiques et politique, et les influences entre France et Italie en la matière [Crépel 2000a], travail auquel il faut relier sa traduction du livre de Marco Bianchini [Crépel 2003a].

Véronique Le Ru, après avoir publié sa thèse de doctorat *D'Alembert philosophe* (Paris, Vrin, 1994), a continué à travailler sur D'Alembert et sur l'*Encyclopédie*, en cherchant à mettre en évidence que l'épistémologie de D'Alembert commande la hiérarchie des sciences de l'*Encyclopédie* [Le Ru 2000a, 2000b, 2000c, 2001b, 2001c, à paraître c, à paraître e].

5.1.3 Recherches sur l'Académie des sciences

L'Académie royale des Sciences de Paris est, dans l'Europe des Lumières, le lieu privilégié où se cristallisent tout à la fois les règles de la légitimité scientifique et les nouvelles disciplines [voir *Histoire et Mémoire de l'Académie des Sciences, Guide de recherche*, 1996, auquel ont participé A.-M. Chouillet, P. Crépel, C. Gilain, I. Passeron]. C'est également, de par les modalités des processus de reconnaissance de l'invention en France, le lieu où s'expriment et jugent des « experts ». I. Passeron a étudié l'étrange Société des Arts, qui dans les années 1730, a tenté de concurrencer ce monopole [Passeron, 2002d]. Le géomètre Alexis Clairaut, grand rival de D'Alembert, a appartenu à cette Société avant d'être admis à l'Académie où fut redéfinie la notion de « newtonien » autour de la « crise » de 1747-1749 (voir **point 3.5.1**). Le rôle de l'Académie y transparait dans les rapports qui se

définissent entre newtonianisme savant et newtonianisme de salon, science pratiquée et science proclamée, ou, dit d'une autre façon, l'étude de ce qui fait preuve et sous quelles modalités, tous sujets qui ont été au centre de nombreuses études sur le dix-huitième siècle (voir le compte rendu de l'ouvrage sur Maupertuis de M. Terrall [Passeron, à paraître]). Maupertuis, mais aussi une aristocrate comme Mme du Châtelet, ont joué le rôle de « passeurs » entre les deux univers [Passeron 2001b]. Ouverture sur une métaphysique contrôlée d'un côté, fermeture sur des pratiques d'« amateurs » jugées envahissantes de l'autre, l'Académie interdit aux quadratureurs l'accès au jugement de ses membres en 1775. C'est dans ce cadre que se situe la polémique épistolaire de D'Alembert avec Vausenville, une des nombreuses « affaires » révélées par sa correspondance [Passeron, à paraître, 2004a].

Le domaine de compétence des mathématiciens a, par l'action de l'Académie des Sciences, pris une extension nouvelle vers le milieu du XVIIIe siècle. C'est ce que montrent, pour la période 1747-1749, les études générales qui figurent dans les volumes 4 [Gilain en préparation] et 6 (M. Chapront, de l'Observatoire de Paris, 2002) de la série des *Œuvres complètes* de D'Alembert (voir **point 5.2.2**). Cette modification est allée de pair avec un réagencement de l'ordre des connaissances, en partie par l'intermédiaire de D'Alembert, tout à la fois académicien et encyclopédiste, auteur du très fameux « Discours préliminaire », mais aussi de l'article « Géométrie » qui, avec d'autres, contribue à circonscrire le champ d'activité des géomètres [Passeron 2003a]. Ces modalités de redéfinition de la compétence des géomètres sont à relier à la manière dont se définissent les réseaux émergents dans sa correspondance (voir **point 5.2.2**).

C. Gilain a aussi étudié la classification des sciences mathématiques à l'Académie des Sciences de Paris ; il a en particulier essayé d'évaluer à quel degré réel de spécialisation correspondait la répartition des académiciens en géomètres, astronomes et mécaniciens depuis le règlement de 1699 [Gilain 2002b].

5.2. Editions critiques

5.2.1. Condorcet

L'équipe REHSEIS est à l'origine d'un groupe de travail pluridisciplinaire sur Condorcet, dont elle constitue la base et qui fonctionne depuis 1986. Outre des scientifiques, y participent des historiens, des philosophes, des économistes, des conservateurs, etc., relevant d'organismes très divers (Institut d'histoire de la Révolution française, Centre Koyré, Société d'étude du XVIIIe siècle, Université d'Artois, Bibliothèque de l'Institut, etc.). Deux colloques internationaux, avec publication des actes, ont notamment été organisés.

Le groupe vient de remettre à la maison d'édition (Institut National d'Etudes Démographiques) le manuscrit — d'environ 800 pages — de l'ouvrage intitulé *Tableau historique des progrès de l'esprit humain. Projets, esquisses, fragments et notes* [Crépel avec le groupe Condorcet à paraître 2004 b]. Il s'agit de la première édition critique, préparée sous la direction de P. Crépel et J.-P. Schandeler, de l'ensemble des manuscrits, de la bibliothèque de l'Institut et de la Bibliothèque nationale, relatifs à cette œuvre fondamentale de Condorcet ; œuvre inachevée, du fait de la mort tragique de l'encyclopédiste, mais qui est loin de se réduire à la partie *Esquisse*, universellement connue.

5.2.2 D'Alembert

a. Le projet général

Au cours des quatre dernières années, l'équipe REHSEIS s'est investie, en tant que telle, dans le projet d'édition des *Œuvres Complètes* de D'Alembert [Passeron 2003b]. C'est à REHSEIS que sont affectées I. Passeron, qui a endossé officiellement la responsabilité de la coordination du Groupe D'Alembert en 2000, et F. Dougnac, Ingénieur d'études, qui a été recrutée par REHSEIS sur ce projet en 2002. De plus, plusieurs membres de REHSEIS participent à ce travail et y apportent une contribution notable.

P. Crépel a fédéré autour de lui, à Lyon, de nombreux jeunes et moins jeunes chercheurs qui participent activement à la saisie (aujourd'hui achevée), à l'étude et à l'annotation des textes de la série I (*Traité des fluides*, 1744), ainsi que des *Opuscules* (série III, constituée de 11 volumes, qui bénéficient d'une aide du CNL octroyée à l'occasion de l'année 2000 des mathématiques). Une dizaine de mémoires de DEA et plusieurs thèses ont été ou vont être soutenues dans ce cadre, créant ainsi une dynamique de groupe et motivant l'encadrement et la recherche.

C. Gilain et I. Passeron sont en passe de terminer les volumes dont ils sont responsables [Gilain, à paraître ; Passeron à paraître, 2004a], grâce aux quelques mois de vacances dont ils ont pu bénéficier pour la saisie des textes.

C. Vilain a, elle, pu travailler en collaboration avec Jérôme Viard à l'annotation du *Traité de dynamique*. Sur ce même thème, M. Paty a co-édité l'ouvrage *Analyse et dynamique* [Paty, 2002b] qui regroupe les interventions de chercheurs du Groupe D'Alembert.

V. Le Ru a explicité les influences cartésiennes et malebranchistes sur la pensée de l'auteur des *Eléments de philosophie* [Le Ru, 2003 et à paraître, e].

Gérard Grimberg a mis à profit sa thèse (soutenue en 1998 sous la direction de Michel Paty) pour s'attaquer aux annotations du volume I, 8 sur la *Résistance des fluides*, ouvrage qui met en place les travaux sur les équations aux dérivées partielles, à l'occasion du traitement analytique d'un écoulement permanent.

Des chercheurs « correspondants » de REHSEIS ont également contribué à l'avancement du projet ; Jean-Daniel Candaux (Genève) pour la correspondance, Ryoichi Nakata (Kyoto) pour les comparaisons Euler/D'Alembert de la dynamique, B. T.Hanna (Montréal) pour la formation de D'Alembert.

Ce travail s'est fait en collaboration constante avec des chercheurs d'autres équipes, eux aussi fort investis ces dernières années : Michelle Chapront-Touzé, de l'équipe SYRTE de l'Observatoire de Paris, qui a mené à bien la parution du premier volume des *Œuvres complètes* : « Premiers travaux de mécanique céleste, 1747-1749 » (Série, I, 6, avec la collaboration d'I. Passeron) ; Jean Souchay, également de l'équipe SYRTE, qui achève la préparation du volume I, 7, « Précession des équinoxes », 1749 (avec la collaboration de M. Chapront) ; les chercheurs des équipes MAPLY et LIRDHIST de Lyon 1 : J. Viard, A. Coste, M. Massot, et, plus récemment un enseignant-chercheur en histoire des sciences recruté en 2002 à Lyon 1, Hugues Chabot, et un chercheur en géophysique à l'ENS sciences de Lyon, Frédéric Chambat.

I. Passeron a déposé une demande de GDR D'Alembert en juin 2003, afin de disposer d'une structure et de moyens qui permettraient au groupe de mener à bien les prochains volumes (voir ci-dessous) et leur valorisation. Il a été décidé d'organiser désormais un séminaire et des Journées D'Alembert, sous la responsabilité de Pierre Crépel et d'Irène Passeron.

Nous détaillerons à présent les apports des chercheurs de l'équipe à cette entreprise collective.

b. Les travaux personnels.

Le travail du groupe D'Alembert se fait sur fond d'importantes recherches à caractère individuel :

C. Gilain a montré comment, dans ses travaux mathématiques, D'Alembert a donné une place primordiale au domaine du calcul intégral, qu'il a approfondi et élargi, qu'il s'agisse de l'intégration des différentielles à une variable où de celle des équations différentielles. On peut ainsi remarquer que d'Alembert établit sur des bases solides l'intégration des différentielles rationnelles grâce à sa démonstration du théorème fondamental de l'algèbre, et qu'il étudie de manière systématique des types importants d'intégrales irrationnelles. Dans ce dernier domaine, qui conduira un peu plus tard à la théorie des intégrales elliptiques, il introduit des méthodes algébriques uniformes et obtient des résultats intéressants de réduction à des intégrales fondamentales [Gilain 2002c].

L'analyse des travaux de D'Alembert lui a également permis de jeter un éclairage sur la question des rapports entre mathématiques pures et mathématiques mixtes au XVIII^e siècle. En particulier, les recherches de D'Alembert en mécanique et analyse dans la période 1743-1758, entre les deux éditions de son *Traité de dynamique* fournissent les moyens de suivre la genèse de la théorie des systèmes différentiels linéaires. Dans ce cas, il apparaît qu'on ne peut appliquer le schéma, souvent présenté comme caractéristique de ce siècle, selon lequel on pourrait observer une fusion entre les domaines de la mécanique et de l'analyse, et que cette dernière n'interviendrait qu'en vue de fournir les outils nécessaires et suffisants pour résoudre une suite de problèmes physiques posés. Ces domaines – analyse et mécanique – ne sont certes pas des champs séparés par des barrières infranchissables, mais ils apparaissent, ici, comme des domaines *distincts* ayant leurs logiques propres, et entre lesquels s'établissent des interactions complexes [Gilain à paraître b].

Ces recherches sont articulées à la préparation de l'édition du volume 4 de la série I des *Œuvres complètes* de D'Alembert. Ce volume, d'environ 500 pages, comprendra des textes, écrits dans les années 1740 et 1750 et portant sur le calcul intégral et la théorie des imaginaires, établis, annotés et commentés. Il présentera plusieurs inédits [Gilain en préparation].

I. Passeron et Anne-Marie Chouillet préparent, avec la collaboration de Jean-Daniel Candaux (Genève) : *L'inventaire raisonné de la correspondance de D'Alembert 1746-1783*. Cet inventaire donne les résumés de toutes les lettres, de façon à permettre non seulement une lecture diachronique des événements mais également la recherche de la mention d'une œuvre ou d'un personnage cité. Lorsqu'il s'agit d'une allusion, la restitution est donnée.

I. Passeron prépare également l'annotation, en relation avec les autres tomes de l'œuvre, des dix volumes de correspondance active et passive de D'Alembert. La moitié environ des manuscrits a été saisie et les 2200 lettres qui composent cette correspondance ont été photocopiées, microfilmées ou photographiées, voire lorsque ce n'était pas possible, identifiées à partir des catalogues d'autographes dépouillés. La correspondance de D'Alembert, passive comme active, est dispersée à travers la France et le monde. Il était donc indispensable pour la fiabilité de la base de données (lettres non ou mal datées) comme pour son utilisation (en vue d'annoter les autres œuvres), d'établir une base de données informatique contenant le plus de renseignements possibles sur chaque lettre. Cette base, établie par Irène Passeron et Anne-Marie Chouillet, a été complétée par les documents collectés lors de missions du groupe D'Alembert ou d'échanges avec des chercheurs. De nombreuses questions de datation, et donc de genèse de la production intellectuelle de D'Alembert, ont pu être résolues grâce aux travaux collectifs du Groupe D'Alembert et aux nombreuses réunions du groupe « correspondance ». Cet outil précieux doit d'abord être mis à la disposition de tous les lecteurs et utilisateurs potentiels, scientifiques, littéraires ou historiens, sous la forme d'un inventaire papier précis, mis en forme et permettant un point de vue global ainsi que des recherches de détail, grâce, en particulier, à de nombreuses listes et à des index. Cet inventaire, dont les normes et l'harmonisation, fort longues, ont été mises au point dans cet objectif, sera complété par la possibilité d'une interrogation de la base de données elle-même, lorsque sa mise en ligne sera possible. Depuis 2002, le travail d'harmonisation (des abréviations, des titres, des noms propres, permettant indexation et interrogation fiable) a grandement avancé grâce au travail de F. Dougnac. Parallèlement I. Passeron et A.-M. Chouillet ont mené d'autres travaux de recension et de datations nécessaires à l'annotation des œuvres : une chronologie « D'Alembert » des événements importants (en particulier, la chronologie de parution des traités, et de sa participation à l'*Encyclopédie*) ; une liste des œuvres [Chouillet, 2002b]. Cette correspondance se trouve à l'intersection de nombreuses controverses, « affaires », polémiques et débats qui ont réagencé l'espace de l'opinion et des connaissances au milieu du XVIIIe siècle : l'*Encyclopédie* (l'affaire de l'abbé de Prades et l'interdiction), les « philosophes » (contre Fréron, Palissot ou les jésuites), la musique italienne par opposition à la française, les affaires académiques et les enjeux de reconnaissance.

Ce travail de fond, réparti sur de nombreuses années, a fait, et fera, l'objet de nombreux exposés, dans le cadre de recherches sur l'épistolaire, sur les réseaux, en particulier les réseaux académiques et les controverses, qui mettent en jeu des acteurs connus comme méconnus, qu'il est impossible d'ignorer pour comprendre l'évolution des argumentations [Passeron à paraître 2004a pour l'inventaire ; Crépel 2002b].

Suite à son doctorat, qui mettait en évidence l'esprit cartésien de D'Alembert, Véronique Le Ru a étudié le cartésianisme de D'Alembert. Elle a montré, dans son Habilitation à Diriger des Recherches, que D'Alembert héritait de Descartes via l'occasionalisme et faisait sienne la crise de la substance et de la causalité provoquée, malgré lui, par Descartes. Cette étude donne lieu à un livre actuellement sous presse : [Le Ru 2003] et à un article [Le Ru à paraître e]. [Le Ru 2000b, 2001b, 2001c, 2002a] portent également sur D'Alembert.

Outre la co-direction et l'introduction de l'ouvrage collectif *Analyse et Dynamique* ([Paty 2002d] voir ci-dessous), Michel Paty s'est intéressé à la mathématisation de la mécanique telle que la concevait D'Alembert, qui construisit, sur la base de sa conception des grandeurs différentielles, une grandeur « accélération » propre à exprimer la causalité immanente de la dynamique, et à réorganiser ainsi, à partir des seules grandeurs du mouvement, la structure théorique de cette science. Il a examiné le statut des principes de la mécanique dans cette perspective (voir **point 3.5.1**). M. Paty s'est également interrogé sur les héritages reçus par d'Alembert, cartésien pour la conception de l'intelligibilité, newtonien pour la caractérisation de la mécanique comme science, et leibnizien notamment pour la mise en œuvre du calcul. [Paty 1998a, 2001e, 2002j, 2004g, à paraître,f,s,u, ; Grimberg & Paty à paraître,t]. Il s'est aussi intéressé à décrire une tendance contraire à celle que représente D'Alembert, une tendance encore courante à l'époque de cette mise en place irréversible de la mathématisation et de la professionnalisation de la physique, qu'illustre la théorie « métaphysique » du mouvement et du monde du Chevalier de Vivens [Paty 2000q, 2002k]. Il a été invité à donner un cours de niveau doctoral et de recherche sur ces questions au Département de Philosophie de l'Université de São Paulo, d'août à novembre 2003, sous le titre : *Ciência e filosofia na época das Luzes*.

c. Les travaux collectifs

Le travail du groupe D'Alembert fournit l'occasion également de nombreuses recherches collectives, au nombre desquelles on compte :

— La publication de l'ouvrage *Analyse et Dynamique* co-dirigé par Alain Michel et Michel Paty [Paty 2002d], qui regroupe des articles de plusieurs chercheurs de l'équipe (Anne-Marie Chouillet, Véronique Le Ru, Christian Gilain, Gérard Grimberg), fait suite au colloque D'Alembert organisé à Marseille en 1993. Il s'agit d'un ensemble d'études portant sur la pensée épistémologique de D'Alembert, qui présente une première réflexion sur l'ensemble de l'œuvre [Paty, 2002e], sur la notion de limite, ses apports mathématiques [Le Ru, 2002a], sur l'intégration des équations différentielles à une variable [Gilain, 2002a], sur les équations aux dérivées partielles en hydrodynamique [Grimberg 2002a], et son contenu, avec la liste chronologique des Œuvres imprimées établie par Anne-Marie Chouillet et le comité d'édition.

— La publication de l'ouvrage *Sciences, Musique, Lumières* (voir **point 5.1.1**).

— Le séminaire « Principes de la dynamique » en 2002 (voir **point 3.5.1**).

— Les nombreux groupes de travail « D'Alembert ». Mentionnons ici ceux qui sont liés à REHSEIS d'une manière ou d'une autre :

1. Groupe autour des fluides (Série I), à Lyon et Paris. En collaboration avec Jérôme Viard (Lyon), Christiane Vilain a rédigé les annotations d'une partie du *Traité de dynamique* (1743, Série I, 2). [Vilain 2000b et 2000c] présentent ses travaux sur les origines de certaines méthodes du *Traité de dynamique* et les influences de ses prédécesseurs.

2. En collaboration avec Michel Paty, Gérard Grimberg a rédigé une première version des notes de l'édition de l'*Essai d'une nouvelle théorie de la résistance des fluides* (1752, Série I, 8). La Préface est en cours de rédaction.

3. Groupe pour la préparation d'annotations et d'analyses des *Opuscules* à Lyon et Paris : *Les Opuscules mathématiques* de D'Alembert (8 volumes imprimés et un inédit) regroupent des mémoires d'optique, d'astronomie, de mathématiques, de mécanique des fluides, et de sujets divers, répartis sur les 9 volumes, et ils ne peuvent être étudiés par un seul chercheur, ni indépendamment des autres traités (série I), des articles de l'*Encyclopédie* (série II), de la correspondance (série V). Depuis 2000, P. Crépel a, avec l'aide de divers collaborateurs, fait l'inventaire de ces mémoires, des œuvres qui y sont citées, parfois de façon allusive, réparti le travail d'annotation en fonction des diverses compétences. Ce travail indispensable a permis, non seulement de préparer l'édition des *Opuscules*, mais également de décrire concrètement une pratique scientifique à cheval sur différentes branches du physico-mathématique et des mathématiques pures, et recourant à des stratégies de publication et de valorisation scientifiques propres à la modernité.

Dans cette perspective, A. Mayrargue travaille plus particulièrement sur les 9^e, 16^e, 17^e, 18^e, 19^e, 20^e, 24^e, 43^e, 44^e, 49^e, et 54^e Mémoires contenus dans les *Opuscules Mathématiques*, qui concernent l'optique et les lunettes achromatiques, C. Gilain et S. Nesme sur les mémoires de calcul différentiel et intégral, I. Passeron avec de jeunes chercheurs de Lyon, S. Nesme et F. Chambat, sur les mémoires sur la figure de la Terre, R. Nakata sur les 2^e, 21, 22^e, 18^e Mémoires, les chercheurs de l'Observatoire sur les mémoires de mécanique céleste, des doctorants de Lyon sur d'autres mémoires de mathématiques, etc.

4. Groupe autour de la correspondance à Paris (Anne-Marie Chouillet, Irène Passeron, Françoise Dougnac).

5. Groupe autour de la mécanique céleste à Paris.

6. Pour 2003-2004, le séminaire « D'Alembert », et les colloques qui y sont liés (« Formation de D'Alembert », avec des participants de l'équipe, V. Le Ru, I. Passeron, C. Gilain, P. Crépel, Colloque Fontaine en septembre 2004).

7. Un groupe doit se former, à partir de 2003, pour les travaux que requiert l'édition de la série IV (Belles-Lettres), ainsi que pour la préparation des volumes concernant la musique. La série IV est fort complexe à traiter éditorialement, pour des raisons de contenu et de forme. V. Le Ru est responsable des *Eléments de philosophie* (et de leurs *Eclaircissements* publiés plus tardivement). Ils constituent une partie des *Mélanges* de D'Alembert, ayant connus de nombreuses éditions, rééditions et variantes. Nous avons pris contact avec des spécialistes de bibliographie matérielle (Dominique Varry, ENSSIB, Lyon, Claire Bustarret, ITEM), afin de résoudre au mieux les nombreuses difficultés de la série IV, dont P. Crépel a préparé la liste.

La question se pose de l'édition « électronique » de ce travail. La nécessité d'outils transversaux pour étudier l'œuvre de D'Alembert nous a conduit depuis le début de la préparation des *Œuvres complètes* à en envisager une. Tout d'abord, en relation avec ce projet, le groupe D'Alembert a créé un site, <http://maply.univ-lyon1.fr/dalembert/>, dont la mise à jour est assurée par des vacations provenant de REHSEIS ou de MAPLY. Cela a été

l'occasion de prendre des contacts avec les auteurs de mise en réseau de correspondances du dix-huitième siècle (Voltaire, Formey) ou du vingtième siècle (Poincaré).

Par ailleurs, le groupe s'est enquis des autres réalisations, de leur coût, de leur fiabilité et de leur pérennité. Cependant, il n'a pas encore à ce jour les moyens financiers pour réaliser cet outil. I. Passeron a déposé en janvier 2003 un projet en réponse à un appel d'offres de l'ACI « Terrains, Techniques, Théories » pour la mise en ligne du manuscrit sur la Théorie de la lune, avec des moteurs de recherches et des liens permettant une appréhension large du texte, dans son contexte historique et scientifique. De plus, le groupe D'Alembert était partie prenante d'une autre projet déposé par Geneviève Lallich (Lyon 1) auprès de l'ACI Société de l'information, en mars 2003, sur la numérisation. Mais ces projets n'ont pas été retenus. Nous avons toutefois commencé à les mettre en œuvre à l'aide de vacations. Nous réalisons de plus un certain nombre d'outils que nous mettons en ligne sur notre site, au fur et à mesure que nous obtenons des vacations pour ce faire.

Pour ce qui est de la publication papier des *Œuvres complètes*, la sortie de chaque volume doit être l'objet d'une présentation publique, qui permettra de discuter, outre de son intérêt propre, de l'ensemble du projet et de son intérêt méthodologique, comme cela a été le cas, en 2003, à l'Observatoire de Paris, pour le volume I, 6, au cours d'une manifestation organisée par M. Chapront, I. Passeron et CNRS éditions.

Le groupe développe enfin une réflexion générale sur la notion d'« œuvres complètes » et sur leurs utilisations, selon qu'elles sont sur papier ou sur support autre. Replacer ce travail dans un cadre historique permet d'acquérir le recul nécessaire à un tel projet, et enrichit les discussions relatives à la nature de l'édition électronique à réaliser. Elle permet également d'apporter tout le soin possible au choix des normes (sélection, modernisation, homogénéité, références, présentation). Pareille réflexion fournit également les outils nécessaires pour évaluer les difficultés déjà identifiées comme affectant certaines éditions électroniques (fiabilité, pérennité, transparence : voir les travaux sur l'*Encyclopédie électronique*, **point 5.1.2**).

5.3 Science, philosophie et religion

En décembre 2001, P. Huneman a organisé une journée d'étude au cours de laquelle plusieurs membres de REHSEIS ont présenté leurs travaux, en vue d'explorer la possibilité d'ouvrir un axe collectif de recherche autour de la problématique « Science, philosophie et religion » au XVIIIe siècle (voir programme, **section VI.3**).

Dans ce contexte, C. Jami a étudié la manière dont les jésuites articulaient science et religion dans leur enseignement à l'empereur Kangxi (1662-1722), plaçant la philosophie comme intermédiaire entre les deux domaines [Jami à paraître a]. G. Gohau a montré l'influence de la religion sur la géologie au tournant des XVIIe et XVIIIe siècle [Gohau 2000b]. P. Huneman a étudié certains concepts fondamentaux de « l'histoire naturelle de l'homme » élaborée par des philosophes et médecins français au XVIIIe siècle, et montré comment leur modèle d'« économie animale » s'articule avec l'institution du champ de la psychiatrie comme discipline autonome (Conférence UCLA, 2003, à paraître).

Ces trois chercheurs ont constitué un groupe de travail, afin de poursuivre leurs travaux respectifs dans le cadre d'une réflexion collective, et travaillent actuellement à un projet de publication commune sur « Le ciel, la terre, l'homme », qui vise à éclairer les rapports entre science et religion sous trois points de vue différents. Des exposés successifs présentés en 2002-2003 ont permis de définir la contribution de chacun. C. Jami travaille sur la polysémie du mot « ciel » (*tian*) en Chine au XVII^e siècle, laquelle reflète l'ambivalence de la position d'astronomes des jésuites à la cour, ainsi que la manière dont le calendrier est, dans la civilisation chinoise, le monopole de l'empereur en tant qu'intermédiaire entre le cosmos et la société humaine. G. Gohau s'interroge actuellement sur les modalités d'une autonomisation des sciences de la Terre vis-à-vis des religions entre 1650 et 1750. Il s'agira d'aborder, à partir de travaux récents sur les changements dans les représentations du monde connu et sur les transformations de la discipline qu'est l'histoire au cours de la même période, le parallèle entre les préoccupations des historiens des civilisations et historiens de la Terre. Enfin P. Huneman entend montrer comment l'ancienne conception religieuse de la folie est en même temps révoquée par la psychiatrie naissante de Pinel et d'Esquirol, et pourtant reconduite dans certains éléments de la pratique asilaire, tandis que la religion elle-même devient objet du savoir psychiatrique, cristallisée sous la forme de la « manie religieuse » (puis monomanie religieuse d'Esquirol).

Véronique Le Ru travaille également sur ce thème, puisqu'elle étudie actuellement la manière dont Voltaire a cherché à diffuser la science de son temps à travers la littérature (les contes) mais aussi à travers un livre de la présentation de la pensée de Newton. Elle rédige aussi un essai sur Voltaire newtonien [Le Ru en préparation] et un article sur « Voltaire et le meilleur des mondes » [Le Ru à paraître g].

Prospective des « Recherches sur les sciences au XVIII^e siècle »

— *Sciences et Lumières*. Les deux séances du séminaire consacrées à *Sciences et Lumières dans les périodiques* doivent aboutir, à terme, à une publication, en cours de préparation et qu'il est envisagé de soumettre à la *Revue de synthèse*.

Ce sous-groupe de l'équipe se propose de travailler en vue de préparer une session pour le XII^e Congrès international des Lumières (Montpellier, 2007).

— *Les branches de l'arbre de la connaissance : le réseau des catégories de l'Encyclopédie*.

I. Passeron et M. Leca-Tsiomis (ParisX) envisagent d'organiser un colloque sur ce thème les 17-19 novembre 2004. Il fera suite au colloque organisé en novembre 2000 autour des usages de l'Encyclopédie de Diderot et D'Alembert sous forme électronique. L'objectif consiste à étudier une question rarement abordée comme telle: celle des catégories de l'arbre de la connaissance, bien connues à partir de leurs définitions dans le Discours préliminaire, mais plus difficiles à appréhender dans leur utilisation au fil des articles du Dictionnaire. Ce type de recherche permet de mobiliser l'instrument électronique au service d'enquêtes d'origines fort diverses, disciplinaires, sémantiques ou philosophiques qui saisissent le texte encyclopédique dans son épaisseur historique et textuelle. Composition et décomposition du tableau de pensée qu'est ce Dictionnaire à plusieurs mains, ordre projeté et ordre construit, renvois et lacunes s'organisent suivant une économie dont il importe de reconnaître les

critères principaux, qu'il s'agisse d'une pensée d'auteur ou du reflet d'une mutation des connaissances et de leur organisation. Dès à présent intervenants et thèmes des exposés sont disponibles :

1. Alain Cernuschi (Univ. Lausanne, Suisse) « Des désignants combinés »
2. Yoichi Sumi (Tokyo U. Japon) « Entre l'avant et l'après l'*Encyclopédie* située entre le premier Prospectus de 1745 et l'édition de Livourne »
3. Marie Leca-Tsiomis (Univ. Nanterre, France) « Grammaire générale ou langue française? »
4. Clorinda Donato (UCLA, USA) « L'arbre des connaissances du graveur Roth »
5. Jérôme Viard (Univ. Lyon 1, France) « L'utilité des 'désignants' de l'*Encyclopédie* dans l'analyse de la présentation faite par D'Alembert des propriétés physiques. L'exemple de l'élasticité et de la dureté »
6. Alain Firode, (Univ. Lille 3, France) « Les catégories de la mécanique dans l'*Encyclopédie* »
7. Fernando Vidal (Institut Max Planck de Berlin, Allemagne) « L'ordre des sciences humaines d'après les 'désignants'. Comparaison de sources et schématisation visuelle des résultats »
8. Christian Gilain (REHSEIS & Univ. Paris 6) et Irène Passeron (REHSEIS) « Les 'désignants' de l'*Encyclopédie* et la classification des sciences mathématiques »
9. Hassan Foroughi, (Univ. Ahvaz, Iran) « La Perse dans l'*Encyclopédie* »
10. Luciana Alocco (Univ. Trieste, Italie) « Autour de la magie dans l'*Encyclopédie* »
11. Paolo Quintili (Univ. de Rome, Italie) « La position de la physiologie philosophique de Diderot par rapport au système des connaissances de l'*Encyclopédie* »
12. Christophe Salvat (CNRS, France) « L'économie politique, une branche nouvelle du savoir ? »

— *D'Alembert et l'Académie des sciences : objets, formes et enjeux des savoirs scientifiques à l'époque des Lumières*. I. Passeron est engagée dans le projet porté par Hugues Chabot (équipe LIRDHIST, Univ. Lyon 1) et retenu par le programme « Histoire des savoirs ». Ce travail de recherche s'articule avec la production d'un volume (11) de la série III des *Œuvres complètes* de D'Alembert, contenant des textes tous inédits : rapports, projets et traces des activités de D'Alembert issus des Archives de l'Académie des sciences. Ce projet prévoit aussi le développement de la coopération initiée par P. Crépel avec le Forschungszentrum Europäische Aufklärung (Postdam, Allemagne) où s'effectuent d'intéressants travaux sur les prix académiques dans l'Europe des Lumières.

I. Passeron a déposé un projet de numéro spécial de la revue *Dix-huitième Siècle* sur les « Réseaux scientifiques académiques » (pour 2007, la revue publie un seul numéro annuel de 800 p.

— *Séminaire et activités autour de D'Alembert.* Le groupe D'Alembert de REHSEIS a décidé, en vue de faciliter le travail collectif, de monter désormais un séminaire spécifique, constitué de journées mensuelles, alternativement à Lyon ou Paris, et remplacées, à l'occasion, par un colloque. Les années 2003-2004 et 2004-2005 porteront sur les « Controverses scientifiques et littéraires autour de D'Alembert » (voir programme). Par ailleurs, plusieurs membres de l'équipe ont participé au colloque sur la « Formation de D'Alembert », Lille, septembre 2003, (I. Passeron, C. Gilain, P. Crépel, V. Le Ru) dont les actes seront publiés dans *Recherches sur Diderot et sur l'Encyclopédie*, n° 37, octobre 2004. Le groupe se propose également d'organiser une table ronde au Congrès International des Lumières de 2007 (Montpellier).

Plusieurs volumes des *Œuvres complètes* préparés par des membres de REHSEIS sont à paraître dans les quelques prochaines années : Série I, volume 4 (calcul intégral) [Gilain 2004] ; Série V, volume 1 (Inventaire de la correspondance) ; Volume « D'Alembert académicien » (Série III, volume 11, resp. H. Chabot, auquel collabore I. Passeron).

Enfin textes et outils importants, comme la base de données correspondance, seront mis en ligne sur le site du Groupe D'Alembert.

— *Le ciel, la terre, l'homme.* G. Gohau, P. Huneman et C. Jami préparent une publication collective sur le thème des rapports entre philosophie, science et religion.

6. LA CONSTRUCTION INTERNATIONALE DES SCIENCES ET DE LEUR HISTOIRE

Cet axe de recherche de REHSEIS a émergé, au cours des discussions qui ont précédé la préparation du dernier rapport quadriennal. La sous-équipe qui avait porté le projet « Sciences et empires », un des projets fondateurs de l'équipe, considérait qu'il y avait lieu de clôturer, au sein de REHSEIS, cette direction de recherche, en tant que projet collectif. Des travaux se mènent cependant encore dans l'équipe sur cette problématique (voir **point 6.1**).

Nous avons poursuivi nos réflexions pour définir plus avant le projet qui pourrait fédérer les recherches sur cet axe dans l'équipe. C'est tout particulièrement au sein d'un séminaire mené conjointement entre les chercheurs de ce sous-groupe et les historiens et philosophes de la physique engagés dans le projet Borel (voir **point 3.3.3**) que ce travail d'exploration a été conduit.

L'étude des « Pratiques scientifiques internationales » s'est aujourd'hui dégagée comme un sujet sur lequel il se mène déjà des travaux au sein de REHSEIS et autour duquel nous pouvions définir un projet collectif (voir **point 6.2**). Nous avons déposé en 2003 un projet sur ce thème auprès de la CEE, en réponse à une demande de manifestation d'intérêt. Ce devrait être également un projet qui permette une interaction scientifique forte avec l'autre UMR associée à Paris 7, le Centre d'histoire des sciences et des philosophies arabes et médiévales.

La prospective du rapport 2000 annonçait le début d'un projet sur des pans d'histoire de l'historiographie relatifs aux modes de traitement depuis le XIXe siècle de la dimension internationale des sciences. Le **point 6.3** rapporte les premiers résultats obtenus en la matière.

Il figurait, dans cette même prospective, un projet de recherches commun avec des chercheurs de l'Université del Valle (Colombie), sur le mode d'adoption de la physique et de la mathématique modernes en Colombie (voir **point 6.4**).

La sous-équipe attachée à ces projets au sein de REHSEIS s'est accrue de deux chercheurs depuis le dernier contrat quadriennal : Florence Bretelle-Establet, déjà mentionnée et désormais chercheur CNRS au sein de l'équipe, ainsi que Guillaume Lachenal, doctorant dont le sujet s'insère parfaitement dans le nouveau projet et y apporte une contribution précieuse.

6.1 Sciences et Empires

On peut considérer que le programme « Sciences et Empires », sous la forme où il avait été lancé au sein de l'équipe REHSEIS à la fin des années 1980, s'est achevé avec la fin du séminaire éponyme en 2002. Organisé par Catherine Jami et Patrick Petitjean, avec la collaboration de Kapil Raj (Centre Koyré), il s'était poursuivi avec des séances mensuelles en 2000/2001 et 2001/2002. Son thème général en était « la construction des savoirs hors d'Occident », avec comme sous-thèmes « historiographies » en 2001/2001 et « le local et l'universel » en 2001/2002.

La fin du programme ne signifie pas que ce thème ne fasse plus l'objet de recherches dans l'équipe, ni surtout que les questionnements qui l'animaient n'inspirent pas les nouvelles formes de recherches collectives qui ont pris la suite de ce programme à REHSEIS. La « fonction coloniale de la science » (par référence au livre de J. D. Bernal sur la fonction sociale de la science) ; le caractère contradictoire des politiques de modernisation, les hiérarchies et les inégalités ; la formation de la science dite européenne dans son rôle de symbole de la modernité en parallèle avec la constitution des nations ; le processus d'élaboration de préjugés philosophiques empreints d'eurocentrisme ; la corrélation entre la mise sur pied des empires et l'expansion scientifique internationale, tous ces sujets restent à l'horizon des recherches de cette sous-équipe de REHSEIS.

Ces questions imprègnent les prolongements du séminaire « Sciences et empires », sous la forme des nouveaux séminaires que Catherine Jami et Patrick Petitjean ont organisé, avec les historiens de la physique travaillant sur Borel : « Science, culture et politique » en 2002/2003 et « Les scientifiques dans l'espace public » en 2003/2004.

Elles animent également les travaux des deux chercheurs arrivés récemment dans l'équipe et dont les problématiques prolongent cet axe.

Florence Bretelle-Establet a achevé son travail sur l'histoire de l'implantation d'hôpitaux français à la fin du XIXe siècle, dans les provinces du Yunnan, du Guangxi et du Guangdong de l'extrême sud de la Chine. A la lecture de plusieurs milliers de dossiers d'archives, constitués des rapports d'activité mensuels et annuels de chaque hôpital, mais aussi des correspondances informelles qu'entretiennent les médecins militaires avec le gouvernement général de l'Indochine et le ministère des affaires étrangères, elle met en lumière les différentes attentes que les autorités coloniales françaises ont de la médecine et des médecins : préciser les risques sanitaires qu'encourent l'Indochine et la métropole, rendre plus philanthrope la présence française en Chine et accréditer la France d'une culture scientifique concurrentielle. L'utilisation de la médecine pasteurienne en Chine sert donc une politique impérialiste et les médecins qui sont envoyés en Chine par le gouvernement général de l'Indochine, exclusivement recrutés chez les médecins militaires, sont bien des instruments de la colonisation. Cependant l'histoire des hôpitaux, avec ses fermetures et réouvertures brutales et fréquentes, ses moyens matériels et humains toujours insuffisants et parfois inappropriés, révèle les incertitudes qui entourent la définition même de ces institutions – « œuvre d'influence », « œuvre charitable », « œuvre politique » ? - dans un pays souverain et en pleine mutation. L'autonomie politique de la Chine confère de plus au médecin colonial un statut particulier : celui-ci n'est investi d'aucune autorité à l'égard des habitants des provinces chinoises de sa résidence ; il n'est pas non plus tenu à une obligation de résultat en matière d'amélioration de la santé générale des indigènes. Envoyé dans quelques villes excentrées, soumis à des inspections très rares, le médecin transforme souvent la mission gouvernementale en un projet beaucoup plus personnel [Bretelle-Establet 2002]

C'est sur l'émergence des politiques scientifiques coloniales et sur l'expansion scientifique au moment de la formation des grands empires que Patrick Petitjean s'est concentré, en étudiant la place et le contenu de la « mission civilisatrice » dans l'idéologie des scientifiques coloniaux et plus largement dans l'idéologie coloniale [Petitjean 2003a à paraître]. Ses recherches sur les réseaux scientifiques internationaux lui permettent de continuer à poser la question de l'usage d'une conception « occidentale » de la science dans la construction de la représentation des autres cultures et autres savoirs.

Catherine Jami a également poursuivi une recherche sur cet axe, par un travail sur la première expansion européenne à la période moderne, au cours duquel elle a plus spécifiquement étudié le rôle joué par le Portugal dans la circulation des savoirs scientifiques entre l'Europe et la Chine au XVII^e siècle [Jami 2000a].

6.2 Pratiques scientifiques internationales

Ce thème a progressivement émergé depuis quatre ans comme un axe de recherches susceptible de fédérer les recherches de plusieurs chercheurs de l'équipe. L'idée serait de mener une recherche collective au sein de REHSEIS sur la variété des modalités historiques de pratiques internationales des sciences, les enjeux philosophiques attachés et les dimensions politiques à l'œuvre.

Ces questions sont déjà au centre des recherches menées depuis plusieurs années par P. Petitjean. Ce dernier a publié un nouvel article sur l'histoire des relations scientifiques franco-brésiliennes [Petitjean 2001a], en mettant l'accent sur les modalités d'intégration, dans les années 1930, de scientifiques brésiliens dans des réseaux internationaux.

Plus généralement, son travail a principalement été consacré à l'étude de la refondation des relations scientifiques internationales après la 2^e guerre mondiale, notamment à la création et aux premières années de la division des sciences de l'Unesco.

En collaboration avec Heloisa Bertol Domingues (MAST-CNPq, Brésil), il a étudié le premier grand projet scientifique de l'Unesco, la création d'un Institut International en Amazonie, et les raisons de son échec [Petitjean 2000a, 2001b, 2003d, 2003e], qui résident autant dans la conception abstraite de la science internationale qui prévalait à l'Unesco que dans les projets de mise en valeur de l'Amazonie (sans place pour la recherche fondamentale) par le Gouvernement brésilien.

Il a travaillé sur les tentatives de lancer un vaste programme de laboratoires scientifiques internationaux après guerre, dans lequel tant Joseph Needham à l'Unesco que d'Henri Laugier au Conseil Économique et Social de l'ONU se sont investis [Petitjean 2003b, 2003c]. Pour l'un et l'autre, de tels laboratoires permettaient de matérialiser la fonction « progressiste » de la science (améliorer le bien-être pour tous) et de dépasser les égoïsmes nationaux (y compris des scientifiques eux-mêmes) et devaient se situer en priorité dans le Tiers-Monde. Ces tentatives se heurtèrent rapidement à la montée de la guerre froide, et à la volonté d'une partie des communautés scientifiques de préserver leur indépendance. Seuls seront mis en place des laboratoires en Europe, le CERN de Genève et le Centre international de Calcul de Rome, très loin des ambitions initiales.

Le travail de Patrick Petitjean sur ces deux cas particuliers lui a permis de faire émerger :

- l'importance des réseaux scientifiques constitués avant et pendant la guerre, notamment à partir des mouvements « science et société ». Il s'est en particulier demandé quelles représentations des sciences et de leurs fonctions sociales aussi bien qu'internationales et quels projets politiques se sont articulés pour fonder des coopérations scientifiques internationales.

- l'hypothèse d'un « dispositif » dans les relations scientifiques internationales, articulant objectifs professionnels et politiques. Le dispositif promu par Needham a marqué les premières années de l'Unesco. Le projet d'Histoire Scientifique et Culturelle de l'Humanité en relève. Les réseaux de scientifiques engagés des années 1930 et 40, socialement réformistes, ont porté un tel dispositif au sortir de la guerre. Mais le développement de la guerre froide l'a rendu rapidement inopérant : à partir de 1950, c'est un autre dispositif qui se met en place, au centre duquel se trouve l'Assistance Technique (le point 4 du discours d'investiture de Truman en janvier 1949).

Dans le cadre du séminaire « Science, Culture et Politique », Agathe Keller s'est penchée sur l'un des promoteurs de relations scientifiques internationales incluant le tiers-monde en la personne de Bernal. Elle a étudié l'importance du bernalisme en Inde, tant pour l'élaboration de politiques scientifiques dans ce pays que dans la promotion d'histoires des sciences écrites par des personnes ne relevant pas du cadre universitaire.

Guillaume Lachenal donne, lui, une place centrale à l'étude des pratiques internationales de la science, dans un contexte africain, à travers deux études de cas au Cameroun et en Côte d'Ivoire.

L'étude de l'histoire de la recherche médicale au Cameroun d'après l'indépendance (1960), et particulièrement celle du Centre Pasteur du Cameroun, un centre de recherches lié à la coopération française et à l'Institut Pasteur de Paris, permettent de poser spécifiquement la question des circulations internationales mises en oeuvre par l'activité scientifique. Dans ce contexte post-colonial, elles dépassent les simples relations avec l'ancienne métropole, et mettent au jour des liens internationaux à l'échelle du continent africain, ou à l'échelle de réseaux de recherches, institutionnalisés ou non. La nature de ces relations, leur contenu technologique et scientifique, et les normes, notamment éthiques, qui les organisent sont des points centraux des travaux de Guillaume Lachenal, qui mêlent enquête orale de terrain et archives scientifiques [Lachenal à paraître].

L'exemple de la station d'Ecologie de Lamto en Côte d'Ivoire, fondée en 1962 par des chercheurs français, permet, au delà de la micro-étude ethnographique d'une communauté scientifique, de décrire une facette inédite de l'univers de la « coopération » franco-ivoirienne. Les ressorts matériels, économiques, politiques, et théoriques des travaux scientifiques entrepris sont disséqués, en tentant d'articuler les circulations internationales de savoirs et d'échantillons biologiques avec leurs traductions locales, dans la pratique et l'économie quotidienne de la station.

Par ces deux exemples, bien que disjoints, Guillaume Lachenal entend éclairer une configuration originale de l'échange scientifique international : la « recherche en coopération ».

6.3 Histoire de l'historiographie

Conformément à ce qu'annonçait la prospective du rapport 1996-2000, l'équipe REHSEIS a entamé des recherches collectives sur des pans bien spécifiques de l'histoire de

l'historiographie des sciences. Nous nous proposons de faire porter nos travaux sur certaines représentations du passé des sciences qui se sont développées au cours des périodes modernes et contemporaines, et dans lesquelles l'histoire était mise à profit pour élaborer des distinctions entre communautés ou, à l'inverse, pour les contredire.

D'un côté, il fallait identifier les critères qui ont été mobilisés pour construire ces oppositions, comme celle, par exemple, entre « Occident » et « Orient », ou dégager les divers concepts mis au point pour penser une histoire globale. D'un autre côté, il s'avérait capital de se pencher sur les circonstances historiques dans lesquelles ces représentations ont pris forme ou ont été réutilisées, ainsi que sur les milieux sociaux qui les ont promues ou critiquées.

Il s'agit d'un axe qui, par définition, se trouve en position transverse par rapport aux différents sujets de recherche de l'équipe et qui, donc, les consolide en doublant nombre de travaux d'une réflexion historiographique de fait indispensable.

Ainsi, l'étude de la démonstration mathématique que mène la sous-équipe d'histoire et d'épistémologie des mathématiques de REHSEIS ne peut s'entendre sans une approche historique et critique de l'histoire passée de ce domaine. Depuis le XIXe siècle, certains milieux ont érigé cette pratique mathématique en emblème de l'Occident, par opposition à un « Orient » marqué à leurs yeux par son désintéret pour la « Vérité », et ces développements sont aujourd'hui encore très sensibles dans l'historiographie de ce champ. Il était donc nécessaire d'identifier les différents aspects de cette construction à titre de contribution à une réécriture de cette histoire. C'est une des tâches que s'est assignée le workshop international du printemps 2002 (voir **point 2.2**) et nous rapportons ci-dessous ses réalisations en ce domaine.

De même, l'écriture d'algorithme et l'activité de calcul, qui constituent un autre des thèmes clefs de la sous-équipe d'histoire et d'épistémologie des mathématiques, ont également vu leur historiographie marquée par des courants comparables. Dhruv Raina (J. Nehru University) a montré, dans sa thèse (1999), comment l'opposition a pris forme au XIXe siècle entre un « Occident » géomètre, épris de théorie, et un « Orient » calculateur et orienté vers la pratique. La dévalorisation corrélative du « calcul » a laissé des effets durables sur l'écriture de l'histoire, et là encore, nous avons ressenti comme une nécessité que d'en saisir les ressorts et les enjeux, pour proposer de nouvelles perspectives. Il s'agit donc d'un chantier que nous avons ouvert en contrepoint des recherches rapportées au **point 2.1**.

Des motivations comparables ont conduit à développer des travaux d'historiographie de même nature, en parallèle avec les recherches sur la « Pratiques internationales des sciences » (voir **point 6.2**), « Histoire des sciences, histoire du texte » (voir **point 7**), « Histoire des sciences en Asie » (voir **point 8**). Nous détaillerons à présent les recherches menées et leurs acquis.

Sur le plan international, les questions historiographiques font aujourd'hui l'objet d'une recrudescence d'intérêt. REHSEIS a adopté un angle particulier d'attaque du sujet, avec les problématiques décrites précédemment, et nous paraît se caractériser par le fait que ces recherches y sont systématiquement en prise sur des travaux d'histoire des sciences à proprement parler. Par ailleurs, comme on le constatera ci-dessous, c'est en relation avec un groupe international de chercheurs que REHSEIS développe cet axe.

6.3.1 Historiographie de la démonstration mathématique et du calcul

Le workshop « Histoire et historiographie de la démonstration mathématique » (**point 2.2**), dont la publication est en cours de préparation, a consacré une partie notable de ses efforts à élucider le processus au cours duquel a pris forme, au XVIII^e et au XIX^e siècles, en Europe, l'idée selon laquelle la démonstration mathématique naîtrait en Grèce et caractériserait l'Occident.

Il était nécessaire, pour ce faire, d'examiner deux aspects : comment la thèse de l'occidentalité essentielle de la démonstration s'est-elle imposée et par quels biais la thèse inverse, posant que l'« Orient » n'avait manifesté aucun intérêt pour la chose, a-t-elle pris forme ? Nos recherches ont montré que de multiples facteurs entraînent dans la constitution historique de cette opposition.

La première question relève d'une histoire de la formation, au XIX^e siècle, d'une image de la Grèce classique au sein de deux disciplines : la philologie et la philosophie, dans un contexte marqué, en mathématiques, par la montée de l'axiomatique.

A la suite de W. Knorr et dans le contexte d'un débat avec R. Netz (Université de Stanford), [Chemla 1999 (paru en 2000)] avait attiré l'attention sur la manière dont les éditions critiques des textes mathématiques grecs réalisées à la fin du XIX^e siècle par J. Heiberg avaient sculpté les textes d'Euclide et d'Archimède conformément à une image *a priori* des mathématiques de la Grèce classique. Il restait à examiner plus précisément comment ces opérations philologiques, dont dépendent les ouvrages donnant encore aujourd'hui accès à ces documents, avaient traité les démonstrations et avaient donc marqué, à la source, les représentations que nous pouvons nous faire. Dans le contexte du workshop, R. Netz a analysé la manière dont Heiberg a modifié les textes des démonstrations d'Archimède, élaguant les étapes à ses yeux inutiles, qui se conformaient donc mal avec la représentation qu'il avait du génie propre à Archimède. Il a également montré comment cette option contredisait ce que donne à lire le palimpseste qui représente aujourd'hui l'état connu le plus proche du style d'Archimède. Bernard Vitrac, quant à lui, a mis en évidence comment Heiberg avait régulièrement sélectionné les démonstrations les plus élaborées parmi celles que la tradition manuscrite attribue à Euclide.

Du point de vue de l'histoire de la philosophie, O. Harari (Université de Tel Aviv) a montré comment, malgré des différences manifestes, l'idée s'est élaborée que les *Analytiques* d'Aristote décrivaient une théorie de la démonstration dont Euclide fournissait l'illustration pratique. Elle a également mis en évidence un tournant entre une lecture ancienne, qui constituait Aristote en référence par rapport à laquelle on évaluait Euclide, et un moment plus contemporain, où Euclide devient le monument par référence auquel il convient d'interpréter Aristote. O. Harari propose de lire dans ce tournant, amorcé selon elle dans l'œuvre du néo-kantien E. Zeller, l'impact de l'apparition de la logique formelle et de la philosophie des sciences. G. Lloyd a, pour sa part, souligné à quel point l'opération de sélection de certaines sources et de relégation à l'oubli d'autres a contribué à façonner une image distordue de l'activité de démonstration en Grèce ancienne.

A ces contributions au workshop, répondaient celles qui se donnaient pour tâche de comprendre comment l'histoire de la démonstration s'est constituée, en particulier au XIX^e siècle, en site pour opposer l'Occident au reste du monde et asseoir la preuve de sa supériorité intellectuelle. F. Charette (Dibner Institute) a posé le cadre, en étudiant le contraste qui se met alors en place entre une Grèce conceptuelle, logique, rationnelle,

étudiant la géométrie de façon axiomatique-déductive, et des « Orientaux » se concentrant sur les calculs, sur l'algèbre et pratiquant, lorsqu'on en admet l'existence, des formes dégénérées de démonstrations (démonstrations illustratives, non rigoureuses (Hankel et Cantor), forme dévalorisée de démonstration algébrique (Hankel), reposant sur l'intuition, l'imagination et les astuces, mais sans méthode). On comprend ainsi pourquoi l'historiographie de la démonstration mathématique présente des relations intimes avec celle du calcul — l'autre thème que REHSEIS entend explorer plus avant. D. Raina et A. Keller ont cherché, pour l'occasion du workshop, à préciser la formation de cette représentation complexe pour le cas de l'Inde. A. Keller montre comment, lorsqu'à la fin du XIX^{ème} siècle, le philologue allemand G. Thibault publie une traduction des plus anciens textes mathématiques connus dans le sous-continent indien, les *Sulbasûtras*, dont la teneur est géométrique, son ouvrage ne parvient pas à modifier l'image, alors si prégnante, qui donne les mathématiques indiennes comme essentiellement arithmétiques. En examinant, en amont, les travaux de mathématiciens et d'orientalistes anglais de Holdwell à Colebrooke en passant par Playfair, Dhruv Raina cherche, lui, à saisir le moment où se constitue progressivement cette représentation, en négatif, des mathématiques de l'Inde comme dénuée de démonstrations euclidiennes. Un des points clefs, dans ce cas comme pour celui de la Chine, réside dans le désintérêt total que suscitent les commentaires, alors qu'il s'agit précisément du lieu naturel d'explicitation des démonstrations (Chemla, 2003, exposé aux Treilles : voir **points 2.2 et 7.2**).

Dhruv Raina insiste cependant également sur l'émergence, dans ces mêmes milieux anglais, de l'idée selon laquelle l'Inde serait le berceau de l'arithmétique et de l'algèbre. L'école algébrique anglaise devait plus tard, dans cette veine, développer une historiographie singulière. C'est ce qu'a mis au jour M.-J. Durand-Richard, en étudiant un texte peu connu de Peacock, relatif à l'histoire de l'arithmétique, rédigé en 1826 et publié en 1849 dans l'*Encyclopædia Metropolitana*. L'auteur, exploitant les récits de voyages et d'expéditions scientifiques, dresse un inventaire des connaissances disponibles sur les modes de dénomination, les systèmes de numération et les pratiques opératoires du monde entier. Et il y accorde une importance particulière aux mathématiques indiennes. Ce plaidoyer en faveur de l'importance des procédures opératoires participe d'un projet de valorisation de l'arithmétique, et les différentes situations y sont intégrées comme autant de stades de développement d'un processus universel d'abstraction, dont le stade ultime correspond, pour Peacock, à l'Algèbre Symbolique. Plus largement, M.-J. Durand-Richard a mis en évidence comment l'historiographie de l'arithmétique développée par Peacock et de Morgan dégage, au-delà de leurs diversités locales, l'universalité de leur structuration. On trouve là un témoignage de l'état des connaissances de cette époque sur l'histoire de l'arithmétique, sur ses modes d'élaboration et sur les milieux au sein desquels elle s'est constituée. Ces premiers travaux touchant à l'histoire du calcul laissent donc deviner un XIX^e siècle plus bigarré, où la géographie des développements mathématiques et des singularités académiques pourrait se laisser corrélérer à des discours historiographiques nettement plus contrastés. C'est un domaine sur lequel nous poursuivrons nos travaux dans les années à venir.

6.3.2 *Histoire sociale et politique et discours historiques sur les sciences*

Les travaux précédents portent spécifiquement sur l'Europe des XVIII^e et XIX^e siècles et insistent sur les idées et les éléments d'histoire intellectuelle qui rendent compte des phénomènes étudiés. Il est cependant d'autres dimensions, sociales et politiques, qui éclairent également la formation de ces représentations, en l'occurrence : la constitution des empires européens et le déploiement de l'entreprise coloniale ainsi que l'émergence de la spécialisation disciplinaire.

Il nous a paru capital de faire également porter notre effort, en matière de réflexion historiographique, sur ces dimensions autres. Il y a là un enjeu contemporain de taille, dans la mesure où nous sommes aujourd'hui confrontés, dans nombre d'endroits de la planète, à des dérives politiques inquiétantes, comme ces tentatives de substituer, aux cursus nationaux en place dans les institutions d'enseignements, des programmes de « science islamique » ou de « science védique ». Ces tentatives reposent le plus souvent sur des discours inspirés de travaux d'histoire des sciences, et procèdent de dynamiques dans lesquelles les représentations du passé des sciences qui se sont formées en Europe interviennent à plus d'un titre. La tâche d'analyser, de la manière la plus large qui soit, les conditions de formation de ces discours et d'apparition de ces phénomènes nous paraît incomber, au moins partiellement, aux historiens des sciences.

C'est à ce titre que nous avons engagé une réflexion collective, dans les dernières années, sur une histoire internationale des représentations du passé des sciences, que nous avons voulu attentive aux dimensions politiques et sociales et en prise sur l'histoire des pratiques scientifiques elles-mêmes (voir **point 6.2**). Etant donné l'accent que notre équipe met sur l'histoire des sciences en Asie, ce continent a plus particulièrement été au cœur de nos travaux historiographiques. Ainsi, Catherine Jami a poursuivi sa réflexion sur l'historiographie des sciences chinoises, et notamment sur les approches respectives de deux des « pères fondateurs » : le biologiste marxiste et britannique Joseph Needham (1900-1995) [Jami 2001b, 2001i] et l'historien japonais Kiyosi Yabuuti [Jami 2000, 2001g], de même qu'elle s'est penchée l'évolution récente de la discipline [Jami 2002b]. S'appuyant sur les travaux de P. Petitjean, portant sur la formation, dans les milieux de l'UNESCO de l'immédiat après-guerre, de la représentation de la science moderne comme entreprise œcuménique, K. Chemla s'est intéressée aux adversaires contre lesquels J. Needham a souscrit à cette nouvelle conception. Elle a pu mettre en évidence comment c'est précisément en réaction contre les tenants d'une « science islamique », comme Saïd Husain Nasr, ou les promoteurs de visions relativistes des sciences, comme O. Splengler, que J. Needham pense indispensable de poser l'unité de la science et la continuité de la marche progressive de l'humanité en la matière [Chemla & Peiffer 2001j]. K. Chemla a, par ailleurs, étudié les travaux sur les mathématiques de la Chine ancienne du soviétique A. P. Youschkevitch, dans les années 1950 [Chemla 2002c]. Elle s'est également penchée sur l'émergence, dans les vingt dernières années, d'une histoire des sciences de Taiwan et sur les enjeux attachés à la poursuite, dans l'île, de recherches sur l'histoire des sciences en Chine [Chemla 2000b]. Plus généralement, [Chemla 2002d] a été l'occasion d'une réflexion historiographique d'ensemble sur l'histoire des sciences en Chine.

A. Keller a, elle, conduit une enquête en Inde sur les tenants politiques et économiques du mouvement des « sciences védiques », de même qu'elle a mené des recherches sur le processus de constitution des mathématiques védiques en tant que telles.

Elle a mis en lumière la manière dont un unique ouvrage apocryphe a servi de support à l'invention d'une « mathématique traditionnelle », et dont cette tradition s'est trouvée instrumentalisée à des fins politiques par les nationalistes hindous actuellement au pouvoir en Inde. Ce travail, en voie de publication, a été présenté lors d'une journée de l'équipe REHSEIS (mars 2003) consacrée à « l'historiographie fasciste des sciences », au cours de laquelle ont été analysées différents modes d'instrumentalisation de l'histoire des sciences par des politiques d'extrême-droite. REHSEIS entend poursuivre ces recherches en relation avec Irfan Habib, un chercheur du NISTADS (New Dehli) dont les travaux portent en partie sur les discussions autour de la possibilité d'une « science islamique » dans l'Inde du XIX^e siècle.

6.4 Introduction et réception des mathématiques et de la physique contemporaines en Colombie

Dans leurs collaboration sur ce thème, M. Paty et Regino Martínez-Chavanz ont mis en évidence les difficultés rencontrées par le transfert de la physique européenne en Colombie, en particulier pour ce qui concerne la relativité [Martinez-Chavanz soumis 2003 et en préparation-b]. Il leur a été utile, dans leurs recherches, de mener une étude comparative entre Colombie et Brésil [Martinez-Chavanz avec M. Paty en préparation]. Ils poursuivent le même type de travail sur la mécanique quantique. Par ailleurs, ils ont pu mettre en évidence l'influence des idées de Poincaré en Colombie.

Dans le contexte de thèses rédigées par des doctorants colombiens, au nombre desquels Maribel Anaconda, qui travaille avec M. Zerner, c'est l'influence des mathématiques modernes, et tout particulièrement celle de Bourbaki, qui se trouve au centre des recherches.

L'ensemble de ces thèmes fait l'objet d'un recueil collectif de travaux, en préparation sous la direction de M. Paty et L. C. Arboleda, qui doit venir en France à l'invitation de REHSEIS au cours de 2003-2004. R. Martinez-Chavanz y donne une perspective d'ensemble sur le développement des mathématiques et de la physique en Colombie entre 1880 et 1940 [Martinez-Chavanz en préparation-c].

Prospective de la sous-équipe « Construction internationale des sciences et de leur histoire »

— *Etude des pratiques internationales des sciences.*

Guillaume Lachenal poursuivra ses recherches autour des cas du Cameroun et de la Côte d'Ivoire, typiques d'une certaine forme contemporaine des échanges scientifiques internationaux avec les pays du Sud. Patrick Petitjean continuera, lui, à travailler sur les réseaux internationaux de scientifiques dans les années 1930-1950 et sur les différents

dispositifs mis en place au sortir de la 2^e guerre mondiale, à travers la division des sciences de l'Unesco, pour institutionnaliser les relations scientifiques internationales, notamment les projets de laboratoires internationaux. Il travaillera en particulier, en les comparant, sur les contributions à la « fonction internationale de la science » des mouvements de scientifiques en France, au Royaume-Uni et aux Etats-Unis. Il poursuivra son travail sur différentes initiatives de la division des sciences de l'Unesco, avec, notamment, une recherche en collaboration avec Heloisa Bertol Domingues (CNPq, Brésil) sur le projet d'une encyclopédie « Histoire Scientifique et Culturelle de l'Humanité », témoignant des conceptions de la fonction de la science et de l'histoire des sciences qui prévalaient sous la gestion de Needham à l'Unesco.

Nous comptons, plus généralement, à partir de ces recherches, nous attaquer à la question de la fonction des organismes scientifiques internationaux.

Le séminaire « Science, culture et politique », qui doit se reconduire en 2003/2004 sous le titre « Les scientifiques dans l'espace public », doit déboucher, à moyen terme, sur un travail collectif concernant « les scientifiques face à l'internationalisation de la science dans la première moitié du XX^e siècle ». Une des questions qui seront au cœur de ces travaux sera d'examiner le rôle des intellectuels scientifiques (en quoi se distinguent-ils éventuellement des autres intellectuels, leur mode de participation à l'espace public). Il s'avèrera sans doute intéressant de développer une comparaison entre les traditions marxistes, confucéennes, libérales, indiennes et la tradition française de l'intellectuel « engagé », liée au mythe fondateur de l'affaire Dreyfus.

— *Colloque « Biologistes du Cambridge des années 1930 »*. Cette action, intimement liée à la précédente, doit être menée en articulation avec les historiens et épistémologues des sciences de la vie. Voir la **prospective de la partie 4**.

— *Publication des travaux du workshop « Histoire et historiographie de la démonstration »* (voir **prospective de la partie 2**). Le sous-groupe qui a participé aux travaux du workshop en 2002 aura dans les quatre années à venir réalisé sa publication.

— *Recherches sur l'historiographie du calcul*. En relation avec les recherches rapportées au **point 2.1**, les chercheurs de REHSEIS entendent poursuivre leur réflexion sur l'historiographie du calcul. En particulier, dans le contexte de travaux que nous comptons poursuivre avec D. Raina de l'Université JNU (New Delhi) sur les discours tenus sur les mathématiques et l'astronomie indiennes tant en Inde qu'en dehors du sous-continent, A. Keller et M. J. Durand, se proposent de replacer l'histoire de l'arithmétique de Peacock dans le contexte de l'historiographie de l'arithmétique indienne, en particulier en Angleterre. Ils ont également pour objectif d'examiner la réception de cette œuvre de Peacock en Inde, au travers les premiers articles écrits sur le sujet par des Indiens. Cette collaboration devrait aboutir sur une publication commune.

— *Poursuite du travail sur les dimensions politiques de l'historiographie des sciences*. En particulier, nous avons pour projet d'organiser une journée sur la manière dont les nouveaux courants fondamentalistes dans les religions monothéistes entendent réécrire les sciences et leur histoire. Cette piste rejoint la réflexion sur le renouveau du « védique » en

Inde, et doit être développée en collaboration avec des chercheurs du Laboratoire d'Ethnologie et Sociologie Comparative de Nanterre (UMR 7535), de l'équipe Milieux, Sociétés et Cultures en Himalaya (UPR 299) et du CEIAS (UMR 8564).

— *Organisation en 2005, avec le Needham Research Institute (C. Cullen), d'un colloque de réflexion historiographique sur les sciences en Asie autour de la parution du volume posthume de Joseph Needham, pour Science and civilisation in China, 7:2 'General Conclusions and Reflections'*. C. Jami est responsable, du côté de REHSEIS, de cette action.

— « *Corpus de textes scientifiques : histoires et perspectives théoriques (Asie, Afrique, Mésopotamie)* ». F. Bretelle-Establet a réuni, autour d'un projet ACI jeunes chercheurs, plusieurs membres de REHSEIS, historiens des sciences travaillant sur l'Asie, l'Afrique et la Mésopotamie et qui se trouvent confrontés à des distorsions historiographiques à la racine desquels ils ont identifié les mêmes problèmes théoriques : l'histoire des sciences de ces aires géographiques s'est régulièrement élaborée sur la base de quelques traités, de quelques indices archéologiques, sélectionnés dans le passé selon des processus qui appellent une réflexion théorique.

Un premier pan de ce projet est à caractère historiographique. Les raisons qui ont présidé à la mise à l'écart ou au contraire à la mise en exergue de certaines sources sont différentes selon les époques et les aires géographiques concernées, mais elles ont deux conséquences majeures : la conservation inégale du patrimoine ; et, au terme de processus complexes, la construction d'images déformées des sciences, surtout des sciences pratiquées dans les régions qu'on appelle « non occidentales ». Partant de ce constat commun, il est apparu nécessaire de réfléchir collectivement sur l'histoire des constitutions de corpus, dans leur dimension idéologique, économique et sociale. Comment les corpus ont-ils été formés ? Comment peut-on aujourd'hui les recomposer ? Quels sont les enjeux de cette opération pour l'écriture de l'histoire des sciences ?

Le second pan portera, lui, sur les enjeux théoriques d'une remise en contexte des savoirs et des pratiques scientifiques à partir de ressources jusqu'ici marginalisées. Il comporte deux volets. D'une part, ces chercheurs entendent appuyer sur une réflexion théorique relative à l'histoire des corpus la constitution de nouveaux ensembles de sources qu'ils prendront comme base de travail. Cela les conduira à redonner droit de cité à des sources qui ont été écartées par l'historiographie dont ils héritent. D'autre part, par le fait même de s'appuyer sur des corpus parfaitement circonscrits, ils veulent aborder l'étude des savoirs et des pratiques dont ces textes témoignent, et partant, esquisser les linéaments d'une nouvelle image de certaines traditions scientifiques de l'Asie et de l'Afrique.

Pour le cas de la médecine chinoise à proprement parler (F. Bretelle-Establet), cette recherche qui vise à redonner droit de cité à une littérature médicale qui n'a jamais été prise en compte dans l'historiographie invite à s'interroger plus largement sur l'historiographie de la médecine en Chine. C'est essentiellement sur les canons et les quelques figures d'érudits, légitimés par la Cour et l'Académie de médecine impériale qui lui est rattachée, ou par les milieux lettrés académiques, que l'histoire de la médecine chinoise s'est concentrée, offrant ainsi l'image d'une science systémique et immobile. Or, en se tournant vers des ouvrages moins académiques, moins « orthodoxes », moins emblématiques des institutions impériales, on peut penser avoir une représentation autre de la médecine, qui permettrait de juger la manière dont l'institution et les milieux conventionnels sont intervenus dans la formation

d'une représentation orthodoxe de la médecine. L'idée est donc d'étudier les raisons pour lesquelles la littérature périphérique, produite par des médecins ignorés par l'histoire officielle, l'histoire dynastique des Qing, a été écartée par l'historiographie dont on hérite aujourd'hui.

Pour le cas des mathématiques en Mésopotamie (C. Proust), l'histoire en a, jusqu'il y a peu, été écrite sur la base de tablettes « d'origine inconnue », c'est-à-dire issues des fouilles clandestines, qui avaient été aspirées par le marché des antiquités et arrachées à leur contexte dans la mesure où elles étaient souvent les plus spectaculaires par leur aspect ou leur niveau mathématique. Or, au rebours de ce courant, après la découverte de grands corpus comme ceux de Suse et Tell Harmal, les études récentes des collections d'Ur (Friberg) ou de Nippur (Robson, Proust), ont montré l'intérêt de considérer des corpus complets, incluant les plus modestes fragments, et pas seulement des textes isolés, afin d'étudier plus précisément les pratiques mathématiques. Cette voie n'a pas été la plus fréquentée, car elle suppose de traiter un grand nombre de fragments peu attractifs, qu'ils soient en mauvais état ou de niveau élémentaire. Elle s'avère aujourd'hui féconde et praticable, lorsque les collections de tablettes bien identifiées proviennent de fouilles régulières. Des perspectives très prometteuses de constitution de nouveau corpus existent, en particulier au Musée d'Istanbul dont les collections sont exclusivement constituées d'acquisitions régulières.

Les mêmes problématiques seront explorées pour les commentaires de l'Inde et de la Chine, négligés par l'historiographie au profit des traités (K. Chemla et A. Keller), pour la constitution des œuvres complètes d'un mathématicien chinois distingué par les milieux officiels, Mei Wending (C. Jami), pour les sources relatives à la recherche biomédicale contemporaine au Cameroun (G. Lachenal), et pour les collections du Museum d'histoire naturelle (Y. Cambefort).

— *Poursuite des travaux sur la réception de la physique et des mathématiques contemporaines en Colombie.* Ce sujet a fait l'objet d'une nouvelle demande de collaboration dans le cadre du programme Ecos-Nord.

C'est dans ce contexte que R. Martinez-Chavanz travaille à sa « Biographie scientifique du premier physicien colombien, Julio Garavito ».

7. HISTOIRE DES SCIENCES, HISTOIRE DU TEXTE

Le travail sur ce thème à REHSEIS a été inauguré par un colloque organisé par K. Chemla à Berlin, sous l'égide du Wissenschaftskolleg, de l'Einstein Forum et de la Fondation Martha et Otto Fishbeck, en 1995. Un volume en anglais, *History of science, history of text*, constitué d'une sélection et d'une édition d'articles présentés à ce colloque, a été accepté pour publication dans les « Boston studies in Philosophy of science » et est à l'heure actuelle sous presse [Chemla à paraître-b 2003 ou 2004]. L'introduction détaille les enjeux qu'il y a à développer ces recherches sur les textes scientifiques en tant que textes, discute les problématiques liées et précise les spécificités de l'approche du sujet adoptée à REHSEIS, dans un contexte où ce champ prend de l'ampleur à l'échelle internationale [Chemla à paraître-j 2003 ou 2004].

Deux points essentiels définissent ces spécificités. D'une part, nous posons que la production de textes scientifiques en tant que tels constitue, à proprement parler, l'un des pans de l'activité savante et que la mise au point d'inscriptions et de formules servant de support et d'expression aux différents temps du travail de science est indissociable de la recherche en relation avec laquelle les textes sont produits. Nous cherchons donc à montrer comment ce sont les besoins du travail scientifique qui conduisent à créer de nouveaux types de textes, dont la forme adhère aux questions explorées [Chemla à paraître -i]. D'autre part, nous considérons la production des textes scientifiques à l'échelle de la planète, au lieu de nous cantonner, comme beaucoup de nos collègues, aux textes purement occidentaux. Cela donne, sur les problèmes, une perspective assez ample pour permettre de formuler les problématiques de manière autre.

Au cours des quatre dernières années, nous avons poursuivi les recherches à REHSEIS sur ce thème selon les lignes prospectives annoncées dans le dernier rapport :

- Etude des figures mathématiques ;
- Etude des commentaires mathématiques et autres formes de textes scientifiques.

Soulignons que nos travaux sur les figures et les textes s'insèrent dans un des domaines prioritaires dégagés par le conseil scientifique du département SHS, puisque nous nous y attaquons aux figures mathématiques et au traitement des textes dans la construction scientifique.

Ces travaux portent sur les textes en tant qu'ils sont des outils de travail et ouvrent donc sur la possibilité de collaborations interdisciplinaires. En particulier, l'étude des usages des figures et des textes au sein même d'un travail scientifique nous paraît pouvoir bénéficier de l'expérience des études de la cognition qui portent sur ces aspects et pouvoir en retour leur profiter.

Nous avons dès à présent amorcé, à titre expérimental, un échange de ce type au sein du nouveau chantier que REHSEIS a ouvert en collaboration avec Jacques Virbel (IRIT, Toulouse), qui promet d'être extrêmement important pour les recherches collectives à venir de l'équipe. Il s'agit de développer une analyse linguistique de types de textes scientifiques, ouverte sur les opérations cognitives dont les textes peuvent être le support.

7.1 Figures mathématiques

De 1996, date de sa création, à 2002, le séminaire « Histoire des sciences, histoire du texte » a exploré de façon privilégiée la question des figures mathématiques, en se donnant pour objectif d'identifier différentes traditions de travail et de production matérielle de ces objets. Nombre de chercheurs de l'équipe aussi bien que nombre de collègues, français comme étrangers, y sont intervenus. Le thème court dans plusieurs articles inclus dans *History of science, history of text* (C. Clunas (SOAS, Londres), E. Knobloch (TU Berlin), R. Netz (Stanford University, présenté au séminaire « Histoire des sciences, Histoire du texte »), D. Olson (University of Toronto), P.S. Filliozat (Paris)). Nous nous limiterons ici à mentionner ceux des exposés des chercheurs de REHSEIS au séminaire qui ont donné lieu à publication dans les dernières années.

A. Keller a montré comment les diverses mentions des diagrammes figurant dans le commentaire mathématique de Bhâskara I (628) au traité d'astronomie, l'*Âryabhatîya*, permettent de restituer la lecture, le savoir-faire, les gestes, et les explications orales qui étaient associés à cette pratique dans l'Inde du VII^e siècle. Son étude peut s'appuyer sur des matériaux témoignant de la manière dont les diagrammes étaient tracés et les instruments mobilisés à cette fin. Mais elle peut également mettre à profit la façon dont les figures étaient mises en œuvre en géométrie. Dans le commentaire de Bhâskara I, un diagramme (*chedyaka*) apparaît comme un objet de travail à partir duquel un problème et la méthode à suivre pour le résoudre peuvent être résumés. C'est, de plus, un lieu où un raisonnement peut être donné à saisir, voire un énoncé démontré [Keller à paraître b]. La représentation d'une forme géométrique y fait par ailleurs apparaître que des figures comme le triangle ou le trapèze sont comprises comme incorporant de façon essentielle des lignes intérieures telles des hauteurs ou des diagonales.

C'est également dans les commentaires chinois les plus anciens à avoir survécu (III^e siècle) que l'on trouve les premières mentions explicites de représentations géométriques : figures (*tu*) pour le plan et blocs (*qi*) pour l'espace. K. Chemla a poursuivi son travail de description de l'usage des auxiliaires visuels dans la pratique mathématique de la Chine ancienne. Un premier article [Chemla 2001g] établit que les auxiliaires visuels y étaient des objets matériels, utilisés en parallèle à des écrits, eux dépourvus de toute représentation, et que c'est sans doute à partir du XI^e siècle que le visage des textes mathématiques chinois change — c'est ce que montrent les témoins du XIII^e siècle —, puisque la page va désormais articuler au discours à proprement parler figures géométriques de toutes sortes et représentations des calculs pratiqués sur la table à calculer. Cette transformation dans la nature des textes mathématiques s'avère fondamentale, puisqu'il semble qu'il s'agisse là d'une mutation qui s'est produite dans plusieurs traditions. Ceci ouvre une direction de recherche [Chemla à paraître-j, à paraître-h] à explorer plus avant dans les années à venir.

K. Chemla établit également, sur la base des différents témoignages à avoir survécu de la Chine ancienne, que, dans l'ensemble des auxiliaires visuels, l'extension est première et les lignes secondes, régulièrement appréhendées comme côtés de formes pleines. Ce fait va de pair avec des techniques singulières de marquage des figures. Ce travail a exigé une recherche philologique afin d'établir que les éditions des textes du XIII^e siècle qui sont parvenues jusqu'à nous reproduisent à peu près fidèlement les figures des originaux. C'est ce

à quoi s'applique toute une section de [Chemla 2001g]. Cet article montre également qu'il se développe en Chine au XIII^e siècle une nouvelle pratique des figures qui reprend des aspects matériels des anciennes manières de faire, mais les soumet à d'autres usages.

Un second article [Chemla soumis a] avance la thèse qu'il se produit également une mutation entre les débuts de notre ère et le III^e siècle, où il apparaît des figures plus « générales ». La valeur de la généralité permet de rendre compte des auxiliaires visuels de deux manières. D'une part, leur nature concrète s'explique par leur caractère paradigmatique, comme c'est le cas pour les problèmes. Et les manières dont les paradigmes sont conçus pour les problèmes et pour les figures présentent des traits communs (le paradigme n'est pas un cas générique, mais souvent un cas dégénéré, et c'est seulement au niveau des opérations qu'on lui applique que la généralité prévaut). D'autre part, l'évolution des figures entre les débuts de notre ère et le III^e siècle peut s'interpréter comme la volonté de dégager les figures les plus générales possibles. On retrouve ainsi, pour les auxiliaires visuels, les mêmes deux manifestations du caractère central accordé à la généralité que celles décrites pour les problèmes et les algorithmes.

Le séminaire s'est également penché sur des périodes plus contemporaines, s'intéressant à identifier différentes traditions de la production, de la conception et de l'usage des figures. Deux aspects ont fait l'objet d'un examen plus approfondi : les figures physico-géométriques du XVII^e siècle, qui ont fourni son thème à une journée d'étude (2002), et les patrons, au sujet desquelles K. Chemla et J. Peiffer ont organisé un colloque international en 2001, en tant qu'ils sont tout à la fois figures singulières et mode particulier de production de figures.

[Barbin 2002a] se rattache aux travaux menés au cours de la journée, d'étude en proposant une perspective unifiée sur un ensemble de problèmes techniques abordés par des savants du XVII^e siècle et tous appréhendés comme requérant la détermination d'une courbe. L'article s'appuie, d'une part, sur les liens que présentent les travaux galiléens avec les problèmes d'artillerie relatifs à la trajectoire des projectiles, et d'autre part, sur les liens qu'entretiennent les recherches cartésiennes sur les courbes avec les problèmes optiques. Par ailleurs, il remobilise des recherches antérieures sur la courbe cycloïde qui avaient conduit E. Barbin et R. Guitart à examiner les travaux de Huygens sur le pendule cycloïdal, en relation avec le problème technique de mesurer les longitudes en mer. Dans tous ces cas, [Barbin 2002a] relève que les questions techniques fournissent l'occasion d'élaborer de « nouvelles mathématiques ». Mais, plus précisément, l'article souligne le rôle que ces problèmes ont joué dans l'introduction d'un nouveau concept de courbe dans les années 1630, et d'une théorie des courbes à la fin du siècle. Et afin de saisir en quoi l'origine technique des problèmes a pu faire évoluer les conceptions antérieures des courbes et susciter d'autres conceptions, [Barbin 2002] replace ces travaux dans le contexte plus général de l'image des techniques aux yeux des scientifiques du XVII^e siècle.

C'est également dans le cadre du séminaire « Histoire des sciences, histoire du texte » que D. Tournès a présenté ses premiers travaux sur l'intégration graphique, en analysant les différentes manières dont des figures étaient constituées pour pouvoir servir d'instrument afin de calculer des valeurs aussi bien que de déterminer des courbes ([Tournès 2000, 2002, 2003b, à paraître-a] et travaux en préparation sur V. Riccati). Ces recherches se sont par la suite intégrées à l'axe « algorithme, calcul, opération, algèbre » (voir **point 2.2**).

L'équipe compte reprendre plus largement l'ensemble de ces recherches pour réaliser une publication collective sur le sujet.

7.2 Formes de textes

Depuis 1999, un second thème est monté en puissance dans le séminaire « Histoire des sciences, histoire du texte » : celui de la forme des textes scientifiques. L'idée en était de mettre en évidence l'historicité de la forme des textes et d'explorer par ce biais deux types de phénomènes: comment, d'une part, le travail scientifique se corrèle avec la mise au point de formes textuelles et comment, d'autre part, la forme de texte retenue pour l'écriture peut avoir un impact sur la nature de la recherche scientifique nécessaire à sa production. Ce sont à nouveau des problématiques très présentes dans *History of science, history of text*, comme l'introduction le met en évidence (articles de V. Dorofeeva-Lichtman, de E. Knobloch, de M. Cahn, de H. J. Rheinberger (séminaire « Histoire des sciences, Histoire du texte », 2002), de G. Cifoletti, de J. Ritter, de D. Olson ainsi que de [Chemla à paraître-i]). Comme ci-dessus, nous indiquerons ici les contributions des membres de REHSEIS au séminaire sur ce thème dans la mesure où elles ont donné lieu à publication ou font l'objet de publications en préparation.

L'un des temps forts du séminaire a été l'organisation d'une journée sur une forme spécifique de texte que sont les commentaires (2000). Il s'agit là d'un genre aussi crucial pour l'histoire des sciences anciennes qu'il a jusque récemment été négligé par les historiens : l'équipe REHSEIS a donc organisé une réflexion à caractère international sur ce sujet également au niveau historiographique (voir **point 6.3**). L'analyse du genre « commentaire », des activités qu'il suscite lorsqu'il est mobilisé dans le cadre de travaux scientifiques et du témoignage qu'il apporte sur la perception des textes commentés forment autant de problématiques qui ont inspiré des travaux menés en commun par K. Chemla et A. Keller.

La traduction et l'analyse du commentaire en langue sanskrite du chapitre mathématique de l'*Âryabhatîya*, que Bhâskara I achève en 628, ont montré qu'en donnant sa propre interprétation du traité, le commentateur réalisait un travail mathématique original [Keller soumis]. Non seulement, il propose, pour chaque procédure, une liste de problèmes qu'elle permet de résoudre, mais c'est également lui qui élabore, sur la base de la règle générale évoquée par le traité, une ou plusieurs procédures, qu'il décline suivant les contextes. C'est enfin lui qui fournit les justifications mathématiques de ces procédures, voire avance les preuves de leur correction (voir **point 2.2**). L'un des traits caractéristiques du commentaire de Bhâskara réside dans son usage systématique de discussions grammaticales. A. Keller a montré que ces discussions étymologiques et syntaxiques étaient toujours d'ordre mathématique, qu'elles expriment la commutativité de la multiplication ou qu'elles cherchent à caractériser un objet en discutant du terme technique employé pour le désigner. Le commentaire de Bhâskara est ainsi traversé par la volonté de promouvoir l'usage de termes techniques en mathématiques. En animant un séminaire de lecture de ce texte dans l'école doctorale du département des langues orientales de l'Université de Lausanne (2000-2001), avec le Pr. Johannes Bronkhorst, A. Keller a permis que s'esquisse une étude comparative des commentaires du VIIe siècle en langue sanskrite.

L'étude des commentaires chinois au texte qui était appelé à devenir le canon par excellence en Chine ancienne, *Les neuf chapitres sur les procédures mathématiques*, a permis à K. Chemla de décrire aussi bien la nature du canon aux yeux des exégètes que de dégager la conception qu'ils se faisaient de leur travail d'interprétation. C'est l'objet d'une

contribution à un ouvrage collectif avec des sociologues des sciences sur le texte scientifique ([Chemla 2003d]), où se trouve explorée la raison pour laquelle les commentaires des ouvrages mathématiques consistent à rédiger des démonstrations des algorithmes que contiennent les ouvrages. C'est également le thème traité dans [Chemla 2001h], où K. Chemla défend la thèse que les commentateurs considèrent que le Canon a pour « sens » les démonstrations de ses algorithmes. Par ailleurs, elle argumente en faveur de l'hypothèse que, si les exégètes considèrent que le Canon, comme tout autre canon, est « complet » et contient toutes les mathématiques, c'est au sens où il donne à voir toutes les opérations fondamentales pour produire n'importe lequel des algorithmes. Leurs commentaires consistent à dégager, par l'exégèse, et donc par la démonstration, ces opérations fondamentales que *Les neuf chapitres* donnent à lire.

D'autres formes de textes scientifiques font l'objet de recherches spécifiques à REHSEIS. Dans le cadre de ses travaux sur la biologie des *Naturphilosophen*, S. Schmitt a entrepris une étude sur ce vecteur d'un nouveau type que constitue la revue encyclopédique *Isis*, publiée de 1816 à 1848 par L. Oken. Le type d'articles qui s'y trouvent publiés, leur style, leur illustration, les disciplines concernées, trahissent les préoccupations des savants inspirés par la philosophie de Schelling, tant sur le plan de la science que sur celui de la politique de la science, voire de la politique au sens strict. On a donc ici un exemple de relation étroite entre la forme des textes scientifiques et le contexte aussi bien que les enjeux de ces textes. Cette étude, dont la publication est en préparation, a déjà donné lieu à une présentation dans le cadre du séminaire. Le travail de Nadine de Courtenay sur Aloïs Höfler (voir **point 3.1.2**) a également été présenté pour la première fois dans ce contexte (2002)

Avant son affectation à REHSEIS (janvier 2003), Yves Cambefort avait participé au séminaire « Histoire des sciences, histoire du texte ». C'est principalement pour contribuer à cet axe de recherche qu'il a demandé son affectation à l'équipe. Un premier travail, portant sur les manuels de zoologie, avait naturellement sa place dans la recherche sur les formes de textes. Y. Cambefort y passe en revue quelque 70 manuels de zoologie pour l'enseignement secondaire français parus entre 1794 et 1914 et montre comment ces ouvrages s'inscrivent — avec un certain temps de latence — non seulement dans l'histoire des sciences, mais aussi dans le mouvement des idées à leur époque, notamment les débats sur l'évolution [Cambefort 2001a]. La publication donne aussi des indications sur la présentation matérielle et l'illustration des manuels, ainsi qu'une petite prosopographie de leurs principaux auteurs. Parmi eux, le personnage de Jean-Henri Fabre se démarque nettement. En fait, c'est à la suite de l'analyse raisonnée de l'œuvre de Fabre — qu'il avait donnée en 1999 — qu'Y. Cambefort a été amené à effectuer ce travail sur les manuels scolaires. En s'appuyant sur des lettres de Fabre à ses éditeurs, qu'il publie pour la première fois (voir ci-dessous, **point 10**), Y. Cambefort a pu préciser les raisons et les circonstances qui ont conduit le célèbre entomologiste à entamer sa carrière d'auteur ; il a pu également en dégager de nombreuses indications sur les pratiques éditoriales de l'époque, notamment dans le domaine des manuels scolaires et de petite vulgarisation scientifique (présentation matérielle des ouvrages, contenu, illustrations, tirages, droits d'auteur, etc.) [Cambefort 2003d].

Y. Cambefort s'est plus généralement intéressé à Fabre et à ses écrits. Il a tiré parti de lettres inédites de Fabre (ci-dessous) pour rédiger un petit ouvrage biographique, publié à l'occasion de l'exposition qu'il a contribué à organiser sur cet auteur à Millau [Cambefort 2002b]. Une autre exposition sur le même auteur, organisée à Paris, a fait l'objet d'un catalogue dans un chapitre duquel Y. Cambefort a tenté de décrire l'œuvre entomologique de

Fabre et la façon dont elle se situe dans le cadre général de l'étude scientifique des insectes [Cambefort 2003c]. Certains aspects de cette œuvre — notamment son rejet par Darwin — ont fait l'objet de débats récents. Y. Cambefort y a pris part en avançant la thèse qu'on ne peut interpréter l'œuvre de Fabre sans prendre en compte sa dimension artistique [Cambefort 2003a]. Fabre était d'ailleurs un artiste complet ; il a laissé, entre autres textes, de remarquables aquarelles, auxquelles Yves Cambefort a consacré une notice dans un répertoire général des peintres et dessinateurs en cours de parution [Cambefort 2003e].

Y. Cambefort s'est penché plus généralement sur les formes de textes zoologiques du XIXe siècle, en cherchant à en établir une typologie exhaustive (séminaire de décembre 2001). Il a répertorié, à côté des textes de nature clairement scientifique, d'autres formes de textes à caractère pré- ou para-scientifique, auxquels il s'intéresse plus particulièrement (les *Souvenirs entomologiques* de Fabre en constituent un bon exemple). Dans des publications préliminaires, qui font suite à sa thèse de lettres (Université de Caen, 1996), Y. Cambefort a étudié des textes du XVIe siècle, notamment d'Erasme et de Rabelais, ainsi que des « contes et légendes », qui illustrent deux types de textes para-scientifiques sur les insectes : savants et parfois « ésotériques » d'une part, populaires et « folkloriques » de l'autre [Cambefort 2001b, 2002c].

Y. Cambefort entend poursuivre ses recherches sur les textes produits par les entomologistes. Ces derniers ont le plus souvent été des scientifiques « marginaux » (médecins, marchands, artistes et autres « curieux »), et ce dès le début de leur histoire [Cambefort 2003f] comme beaucoup plus tard. Il se propose d'examiner notamment les formes — relativement fixes — adoptées par leurs publications (descriptions, tableaux dichotomiques, etc.). Dans cet ordre d'idées et à titre de premier projet, il travaille aujourd'hui sur les collections d'insectes et leurs rapports avec les illustrations et les textes. Y. Cambefort entend décrire la collection comme texte, en se penchant sur les conditions concrètes de sa production. Le premier travail sur ce thème, actuellement en cours de réalisation, porte sur l'histoire de la collection de coléoptères du Muséum national d'Histoire naturelle. Après avoir montré que ce corpus est le produit de la réunion par achats, dons et legs, de collections formées à partir de 1750 par plus de trois cents entomologistes le plus souvent « amateurs », Yves Cambefort projette de donner une prosopographie de ces collectionneurs et de décrire leurs pratiques et réseaux [Cambefort, en préparation].

Dans ses recherches sur le développement de la topologie algébrique, A. Herreman a, quant à lui, cherché à déterminer des critères permettant de décrire de façon systématique la permanence d'une forme de texte ou, au contraire, ses transformations. Il a opté pour une méthode sémiotique en vue d'aborder, plus généralement, la question sous l'angle de la transmission et de l'évolution des caractéristiques sémiotiques des textes mathématiques. Il a par exemple montré que les caractéristiques sémiotiques des mémoires de Poincaré ne changeaient pas au cours de la dizaine d'années sur laquelle s'étend leur rédaction et se retrouvaient chez d'autres mathématiciens qui ont repris ses travaux. Cela n'est cependant pas pour autant la règle générale : A. Herreman a également détaillé comment, dans d'autres cas, les articles qu'un même mathématicien consacre à un sujet sont parfois très contrastés sous un rapport sémiotique. Plus largement, toujours dans le contexte des publications de topologie algébrique, des travaux qui se citent peuvent présenter des caractéristiques sémiotiques différentes non seulement de celles des mémoires de Poincaré dont ils reprennent les concepts, mais aussi entre eux, alors qu'ils émanent d'auteurs qui, pour certains, se côtoient quotidiennement, comme Veblen et Alexander. Ayant ainsi précisé les

permanences et les évolutions sémiotiques, il s'attache à en examiner la valeur et la signification.

A. Herreman s'est aussi intéressé à la manière dont concepts ou théories peuvent dépendre des supports sur lesquels les mathématiques sont pratiquées et transmises. Le recours à des principes communs d'analyse, en l'occurrence sémiotiques, rend possible la comparaison de textes d'époques antérieures et de cultures différentes. Il a donc pu examiner, en suivant les mêmes principes, les manuscrits latins du XII^e siècle présentant les algorithmes qui utilisent pour la première fois en Europe les chiffres arabes. Ces recherches ont permis de dégager certains effets de l'évolution de la composition des textes mathématiques. La connaissance des isotopies et de leur organisation montre en effet sur comment coexistent différentes substances d'expression, du parchemin et du sable ou de la poussière. Il est dès lors possible d'étudier certaines conséquences des changements dans la composition des textes et de montrer que l'évolution de celle des textes d'arithmétique transparaît dans les différences repérables entre un texte, en l'occurrence l'« Algorithme de Frankenthal », et celui de sa traduction savante en français réalisée à la fin du XX^e siècle. [Herreman 2001b].

7.3 Description linguistique des textes scientifiques

Le séminaire « Histoire des sciences, histoire du texte » s'est transformé depuis 2002 en groupe de travail au sein duquel collaborent Jacques Virbel (linguiste, IRIT, Toulouse), d'une part, et F. Bretelle-Establet, Y. Cambefort, K. Chemla, A. Keller, C. Proust, A. Robadey, pour REHSEIS, d'autre part. Du point de vue de la thématique, il ouvre un champ de recherche en histoire des sciences, sur le plan international.

L'idée de départ consistait à tenter de mettre à profit, pour analyser certains types d'écrits scientifiques du passé comme les textes d'algorithmes, sur lesquels REHSEIS mène une recherche spécifique (voir **point 2.1**), les travaux que des équipes toulousaines impliquant linguistes, informaticiens et psychologues de la cognition ont mené pour décrire les textes de consignes. Les algorithmes peuvent en effet être lus comme consignes. Or de nombreuses traditions mathématiques anciennes (Babylone, Egypte, Chine, Inde) se sont exprimées par algorithmes et attestent d'un travail à caractère mathématique sur le texte même des listes d'opérations en tant que telles. Nous formons le pari que dans chaque contexte, ces textes ont fait l'objet d'une élaboration visant à les rendre aptes à servir de support à l'activité mathématique. Le projet consiste à chercher à mettre au jour ce travail d'élaboration, par le biais des propriétés linguistiques dont il a muni les textes et de trouver les critères qui permettent de dégager le travail propre à chaque tradition. Ce projet a pris de l'ampleur au sein de l'équipe grâce au fait que des chercheurs de l'équipe travaillant sur des textes de nature tout autre ont résolu de tenter eux aussi de mettre à profit ces outils dans leur recherche.

Au cours de la première année, J. Virbel a exposé les grandes lignes des principales théories linguistiques permettant de mettre sur pied cette description des consignes, tandis que des chercheurs de REHSEIS ont présenté de premiers travaux d'approche des formulations et des structures d'écrits scientifiques. Déjà à ce niveau général, l'échange a permis de dégager des résultats intéressants.

Les outils de description des textes anciens de procédures, en cours d'élaboration dans ce groupe de travail, ont d'ores et déjà permis à C. Proust d'entreprendre une analyse renouvelée de textes scolaires mésopotamiens qui se présentent sous la forme de listes, et de dégager les procédés visuels et syntaxiques qu'ils mettent en œuvre pour énumérer ou comprimer des grands ensembles d'énoncés. C. Proust a pu mettre en évidence que le sens d'un tel texte vient de son architecture globale aussi bien que des informations ponctuelles et pratiques que la liste fournit ligne par ligne. La forme des listes est une façon d'exprimer la généralité, et C. Proust tente de préciser les ressources mobilisées à cette fin : principe logique ou combinatoire, arborescences, paradigmes, associations d'idées, de sonorités ou de formes. Pour analyser ce type de texte, souvent parvenu jusqu'à nous à l'état de débris, des méthodes spécifiques sont nécessaires. C. Proust cherche également, dans l'étude des textes mathématiques de Nippur, à mettre à profit l'expérience des archéologues en matière de conception de bases de données [thèse en cours de rédaction].

De même, le travail mené dans le séminaire a permis à A. Robadey d'affiner sa lecture d'une démonstration de Poincaré sur les géodésiques du sphéroïde, et d'avancer ainsi dans la compréhension de la topologie chez Poincaré. L'analyse linguistique met en effet en évidence le lien entre l'utilisation d'un résultat topologique et la reformulation préalable du problème en termes géométriques. Ce travail a été l'objet d'une communication au mini-workshop « Poincaré et la topologie » à Oberwolfach.

A. Keller, A. Robadey et F. Bretelle-Establet travaillent à dégager comment mettre à profit la théorie des actes de langage pour décrire leurs sources de façon plus fine. Le travail du séminaire sur ce plan a permis à K. Chemla de préciser la description de la langue des *Neuf chapitres* et de leurs commentaires, qui constitue le sujet de son chapitre D dans [Chemla, Guo, à paraître-a 2004]. Elle entend, plus largement, reprendre, dans le cadre de ce travail collectif, la description diachronique de la langue mathématique de la Chine ancienne, en s'appuyant sur le travail terminologique qu'elle a mené produire le premier glossaire de la langue mathématique de la Chine ancienne (inclus dans [Chemla, Guo, à paraître-a 2004]). De premiers résultats sur ce point ont été présentés dans l'exposé intitulé « *China's artificial languages and the formation of a modern scientific language* », Leyden, 2002, et sont en voie de publication.

Prospective de la sous-équipe « Histoire des sciences, histoire du texte »

— *Ouvrage collectif sur les figures mathématiques.* Pour tirer les conclusions du travail qui s'est mené dans le cadre du séminaire, REHSEIS entend conduire une publication collective sur ce thème dans les années à venir.

— *Ouvrage sur des aspects de la description linguistique des textes scientifiques.* De même, le collectif qui s'est formé autour de J. Virbel se propose de viser, dans les années à venir, la production d'un livre commun basé sur les recherches menées au sein du groupe de travail.

En particulier, c'est également dans ce cadre que nous poursuivrons l'étude des commentaires mathématiques en langue sanskrite comme chinoise, pour étudier, à l'aide d'outils linguistiques, les formulations qu'ils proposent de procédures ainsi que la mise en espace de leur texte.

— *Travail sur les commentaires.* Les commentaires demeureront également l'objet d'une enquête plus large, visant à poursuivre leur inscription dans le paysage des commentaires en langue sanskrite du sous-continent indien ou des commentaires en chinois. C'est sur ce thème des canons et des commentaires scientifiques que K. Chemla compte répondre à l'invitation, émise par les organisateurs du prochain Congrès international d'histoire des sciences (Pékin, 2005), de mettre sur pied un symposium. Les travaux qu'A. Keller et K. Chemla mèneront sur les commentaires s'inscriront dans les années à venir dans le projet de F. Bretelle-Establet (voir la prospective de la **section 6**). A. Keller compte poursuivre son travail sur ce thème par la traduction et l'étude de nouveaux commentaires en langue sanskrite. L'étude des pratiques mathématiques indiennes devrait bénéficier des méthodes anthropologiques et d'observations de terrain, qu'A. Keller a l'intention de mener en collaboration avec des chercheurs du Laboratoire d'Ethnologie et Sociologie Comparative de Nanterre (UMR 7535), de l'équipe Milieux, Sociétés et Cultures en Himalaya (UPR 299) et du CEIAS (UMR 8564).

8. TRAVAUX DE PHILOSOPHIE DES SCIENCES

L'activité philosophique est présente dans les programmes de travail de REHSEIS, mais elle est plus ou moins développée et plus ou moins explicite.

L'histoire des sciences telle qu'elle se pratique dans les diverses composantes de l'équipe, qu'elle porte sur des dimensions sociales, institutionnelles, politiques voire textuelles, sait le parti qu'il y a à tirer d'une activité philosophique. Les choix d'approches pour lesquelles les uns ou les autres optent se veulent à tout le moins justifiés, voire fondés. C'est le seul moyen d'échapper partiellement aux préjugés, surtout s'ils se révèlent être de nature philosophique. Par ailleurs, l'activité historique met en évidence à l'œuvre dans les pratiques scientifiques elles-mêmes, mais aussi à leur périphérie, des concepts philosophiques.

Inversement la pratique philosophique que REHSEIS souhaite abriter cherche systématiquement à se confronter aux pratiques historiquement situées, car elle se trouve de ce fait amenée à s'approfondir, voire à se transformer. Ce sont par ce biais — c'est notre pari — de nouvelles pratiques ou même de nouveaux concepts philosophiques qui sont induits par ces nouveaux points d'application. C'est ainsi qu'il faut comprendre l'exposé donné à une réunion d'équipe par E Renaut sur la chimie de Hegel, ou les discussions critiques de livres comme celui de Fereiros sur la théorie des ensembles ou de Shapiro sur sa philosophie structuraliste des mathématiques.

Cette double orientation est plus particulièrement en acte dans les projets aussi bien d'histoire des mathématiques que de la physique ou de la biologie. Mais elle a été thématisée, sous cette forme, dans le séminaire de philosophie des sciences et de méthodologie animé par Michel Paty et Jean-Jacques Szczeciniarz, ainsi que dans les travaux d'histoire des mathématiques de Marco Panza, de Dominique Flament et Jean-Jacques Szczeciniarz.

M. Paty et J.-J. Szczeciniarz ont analysé les travaux de Jacques Merleau-Ponty (disparu en 2002), notamment ses recherches sur la possibilité d'une science cosmologique (Paty & Szczeciniarz [2002t, 2003d,p, q,t]). Ils animent la collection « Penser avec les sciences », laquelle vient de publier un ouvrage de J. Merleau-Ponty et un de Gilles Granger. Plus généralement, la collection se propose de publier des livres de réflexion et d'analyse animés par un esprit de dialogue, permanent et exigeant, de la philosophie avec les sciences, appuyé sur l'histoire des sciences. Dans ce même esprit, ils animent la revue internationale *Epistémologiques (Philosophie, sciences, histoire)*, publiée en collaboration avec l'Université de São Paulo (Brésil).

Dans ses travaux, M. Paty s'est intéressé à des questions de philosophie de la connaissance, en considérant en particulier les effets qui résultent de la prise en considération des données de l'histoire des sciences. Ces questions portent notamment sur les rapports entre la philosophie et la physique [Paty 1998b], sur les « opérations épistémiques » et l'« épistémologie formalisée » [Paty 1999j, 2002o], sur les rapports entre les contenus conceptuels rationnels et leur caractère historiquement construit [Paty 2002f], sur les incidences de cet état de choses concernant les « interprétations » [Paty 2002v], sur la genèse et la signification de la « causalité physique », sur les limites du « déterminisme physique », sur la signification du concept méta-théorique de « complétude » d'une théorie physique [Paty 2003g, 2004g, à paraître,q].

La question de la causalité a fait plus largement l'objet de travaux au sein de l'équipe et de l'école doctorale à laquelle elle est rattachée sur le site de Paris 7. Ils ont abouti à la publication collective [Debru, en collaboration avec L. Viennot 2003a]. Par ailleurs, A. Mayrargue a mené une recherche sur les « Approches historiques et didactiques de la causalité en chimie », en rapport avec des notions de cause physique (tels le calorique et l'éther lumineux en leurs temps). Il s'est agi d'une part d'analyser les formes de causalité utilisées dans leurs raisonnements par les chimistes d'aujourd'hui; d'autre part d'étudier, dans l'histoire de la chimie et dans son enseignement, le type de problèmes et les formes de causalité mises en jeu dans leur résolution [Mayrargue à paraître c]. C'est enfin une des principales questions autour de laquelle tourne le travail de V. Le Ru (voir **point 5.2**).

Il a analysé, en tenant compte de l'élargissement du champ de l'histoire des sciences aux divers continents et aux diverses cultures et en s'appuyant sur des travaux qui en témoignent, la notion philosophique d'« universalité de la science », en montrant comment les leçons de l'histoire permettent une critique de son acception courante et une meilleure compréhension de ses exigences. [Paty 1999c, 1999d]. Il a examiné un certain nombre de leçons méthodologiques que l'histoire et la philosophie des sciences peuvent tirer des études comparatives sur l'histoire des sciences modernes et le contexte de dépendance [Paty 1999^e, 2001f]), ainsi que de la problématique de la « diversité culturelle » en histoire des sciences [Paty 2001b].

Michel Paty a fait récemment porter — et fait désormais porter de façon prioritaire — ses recherches sur les problèmes de la nouveauté, de l'invention, de la découverte et de la création scientifique, en les examinant du point de vue philosophique du « rationnel ». Ce point de vue est le suivant : quelle est la structure de la rationalité qui fait que les changements dans la connaissance soient possibles, et même, qui rend la création scientifique possible. Il a abordé dans cette perspective divers problèmes tels que : la création scientifique selon les savants et les philosophes ; la question de l'esthétique en épistémologie ; création artistique et création scientifique ; le mytique et le rationnel dans les « théories limites » de la science contemporaine ; la question de la rationalité face à la diversité des pratiques de connaissance ; les vérités scientifiques et le sens commun ; intelligibilité et historicité ; rationalité et fondements des mathématiques et des sciences formalisées (des « fondements vers l'avant ») ; rationalités comparées des contenus mathématiques, etc. [Paty 1999i, 1999p, 2001a, 2001c, 2001i, 2001k, 2002z, 2003m, à paraître,d,e,h, k,p, r,y,w].

Michel Paty s'est enfin exprimé sur des problèmes d'éthique, de politique scientifique, de responsabilité sociale des scientifiques [Paty 1998f, 1998g, 1999a, 1999k, 1999q, 1999v, 2000e, 2001m].

La réflexion philosophique de M. Panza trouve son point de départ dans une conception de la philosophie comme entreprise visant à comprendre des phénomènes réels, donnés en dehors d'elle et à élaborer des structures catégorielles permettant de penser ces phénomènes, d'organiser leur explication, plutôt que de reproduire l'idée d'une dynamique interne, réglée par un idéal de vérité ne répondant qu'à des exigences intrinsèques. Dans ce cadre, M. Panza pense les mathématiques comme un phénomène réel qui s'est développé au cours de l'histoire. Une philosophie des mathématiques n'est pour lui rien d'autre que l'analyse et la compréhension, voire l'explication, d'un phénomène historique, l'identification des caractères spécifiques que font qu'il soit reconnu comme tel. Il insiste néanmoins sur la nécessité de doter l'effort de compréhension du phénomène historique que sont les

mathématiques d'un système catégoriel susceptible de permettre une organisation et une interprétation des données. Niée en tant que distinction disciplinaire, la distinction entre philosophie et histoire des sciences réapparaît donc en tant que distinction méthodologique entre deux aspects du même processus de compréhension. La philosophie des mathématiques vise la constitution d'un système de catégories générales qui fixe la structure des phénomènes possibles et établit les critères de classification : pour une part, une classification externe capable de caractériser les mathématiques en tant qu'activité et comme phénomène historique doté d'une spécificité propre ; pour une autre part, une classification interne, capable d'ordonner les moments successifs dans la constitution d'une théorie mathématique et de définir ses formes d'organisation. L'histoire des mathématiques, quant à elle, vise à reconstruire les phénomènes réels, à établir leurs connexions et leur structure, et à montrer leurs raisons d'être.

D'après Kant, dans les mathématiques, l'universel se présente *in concreto*. Ce *concreto* est donné, d'après M. Panza, par une structure d'objets que le mathématicien constitue de différentes manières. La compréhension d'une théorie mathématique en tant que produit historique consiste pour l'essentiel à dégager cette structure d'objets, et à reconstruire la succession d'actes qui ont conduit à leur constitution et des motivations qui, en justifiant ces actes, montrent les raisons d'être de cette théorie et rendent compte de sa forme. C'est par l'accomplissement de cette reconstruction que l'on remonte à l'origine d'une théorie mathématique et que l'on montre comment elle participe à une connaissance. La reconstruction de cette origine, et la compréhension de ses modalités ont été l'objet de plusieurs travaux que M. Panza a mené au cours des dernières années (voir **point 2.4.1**).

Jean-Jacques Szczeciniarz anime avec M. Paty un Séminaire de philosophie et méthodologie des sciences, selon cette double production ou ce double enveloppement philosophie—histoire des mathématiques, voire également, pour ce qui le concerne, en relation avec une activité mathématique. Le séminaire s'est tenu à raison de 4 conférences en 2000, 2001, 2002.

Son premier objectif a été, en approfondissant des textes, de mettre en évidence, à partir de la matérialité historique même des textes, des problèmes de philosophie des sciences, puis de les confronter à un corpus classique de problématiques de philosophie des sciences, y compris certaines qui apparaissent à première vue comme « décontextualisées ». Le séminaire porte essentiellement sur des thèmes de philosophie des mathématiques et de philosophie de la physique. Même si le point de départ peut être une question de méthodologie, celle-ci se trouve transformée par le fait d'être immergée dans l'histoire et la philosophie vivantes des textes.

Son second objectif est de constituer pour tous les membres de l'équipe qui le veulent un lieu d'élaboration de questions de philosophie de l'histoire des sciences.

Les travaux de Jean-Jacques Szczeciniarz dans le domaine de la philosophie des mathématiques et de la physique mathématique porte sur les domaines récents de la géométrie complexe et pluridimensionnelle et de ses rapports avec la physique (voir **point 2.4.2**). Etant donné l'extraordinaire richesse du domaine et sa grande complexité, le centre de ce travail consiste à laisser émerger les pratiques philosophiques, implicitement, ou parfois explicitement, à l'œuvre dans les grandes constructions conceptuelles qui ont permis la mise en place des domaines de recherche de la géométrie complexe (construction des concepts

d'espace complexe ou d'ensembles analytiques et de transformation, examen du programme twistorien sous cet angle, par exemple).

Outre ces travaux à caractère plus proprement philosophique, plusieurs projets collectifs articulant histoire et philosophie des sciences sont parvenus à publication dans les dernières années, et nous les présenterons succinctement ci-dessous.

8.1 Ouvrage collectif sur l'analogie dans les pratique scientifiques

Cet ouvrage marque l'aboutissement d'un long travail collectif, transdisciplinaire, mené au sein de l'équipe, qui a voulu se situer au croisement de la philosophie de la connaissance et de l'histoire des sciences [Durand-Richard à paraître 2004b]. Le projet initial était de reprendre à nouveaux frais l'analyse du rapport entre « analogie » et « science », au-delà de la fonction heuristique dans laquelle on cantonne traditionnellement l'une, et des représentations idéales qu'on donne généralement de l'autre (idéal de pure déductivité, de transparence sur le monde). Les travaux qu'il réunit s'assignaient comme objectif d'observer les théories scientifiques plutôt dans leurs modes d'élaboration que dans leur état d'achèvement, puisque c'est à ce stade que les catégories et les classifications sur lesquelles elles semblent s'appuyer peuvent précisément être d'abord déconstruites avant d'être recomposées.

La problématique des auteurs a d'abord consisté à envisager le discours scientifique comme un discours signifiant, au même titre que tout autre discours de la langue naturelle, et à lui appliquer le même type d'analyse. Les articles rassemblés se sont alors attachés à témoigner du fait que l'analogie intervient à trois niveaux dans le processus de transformation des significations du discours scientifique : niveau lexical, niveau de l'énoncé, et niveau du texte. Toute transgression nominale se répercute en effet sur la structure logique des énoncés et sur la référence du texte tout entier, et touche à la visée ontologique du discours. Cette analyse permet, d'une part, de dégager l'analogie du soupçon de subjectivité dans laquelle elle se trouve habituellement cantonnée, pour l'envisager en tant que processus cognitif, et, d'autre part, de garder présente à l'esprit le caractère socialement signifiant du discours scientifique, au-delà de sa communauté d'origine. Dans cette perspective, la démarche scientifique ne se trouve plus observée dans l'isolement de son édifice théorique. Elle est appréhendée, d'un point de vue historique et philosophique, comme processus de construction de sens, et donc ressaisie dans la fonction symbolisante qu'elle supporte du fait même de son inscription dans la langue.

Ceci dit, repérer les différents niveaux où l'analogie intervient ne suffit pas à rendre compte des attitudes qu'adoptent les scientifiques à son propos. On constate en effet que les discours se font l'écho d'un écart entre le rôle effectif de l'analogie et le statut qui lui est accordé, lui aussi historiquement situé. L'explicitation de cette distorsion constitue le deuxième angle d'analyse de cet ouvrage. Elle s'articule sur une analyse plus systématique du rôle de l'analogie en mathématiques, qui reste souvent le point aveugle des justifications de ce type, alors même qu'elle offre un éventail de possibilités qui dépasse de très loin le seul recours à « l'analogie de proportion ».

8.2 Ouvrage collectif sur la notion de preuve

En collaboration avec Carlos Alvarez (de l'Université Nationale Autonome de Mexique), Marco Panza a édité un numéro spécial de la revue *Synthese — Logic and Mathematical Reasoning, Synthese*, **134**, 1-2, 2003 — consacré à l'étude de la nature propre d'un raisonnement mathématique. Le terme « logique », dans le titre de ce recueil collectif, ne renvoie pas tant à la logique formelle ou mathématique qu'à l'étude de la logique interne d'un tel raisonnement et des caractères distinctifs qui font de lui un raisonnement mathématique. Cette question peut être abordée de deux manières distinctes : de façon normative, ou de façon descriptive, et donc historique. En affinité avec l'approche pour laquelle REHSEIS a opté dans son étude de la démonstration mathématique (voir **point 2.2**), M. Panza et C. Alvarez ont choisi la voie de conjuguer ces deux approches, en cherchant à développer une analyse logique des raisonnements mathématiques réels, tels que les sources de l'histoire des mathématiques nous les donnent à lire. Parmi les treize articles formant le recueil, huit abordent des exemples historiques particuliers. C'est les cas des contributions de : J. L. Gardies (Univ. de Nantes), consacrée à la notion de construction chez Euclide ; de C. Alvarez, portant sur le rôle des figures dans la géométrie d'Euclide ; de M. Muntersbjorn (Univ. de Toledo, USA), qui traite de la théorie des indivisibles ; de M. Finocchiaro (Univ. de Las Vegas), qui étudie la mécanique de Galilée ; des contributions de L. C. Arboleda et L. C. Ricalde (Univ. del Valle, Cali, Colombie), consacrée à l'introduction de la notion d'espace abstrait chez Fréchet ; de J. Lacki (Univ. de Genève), qui analyse la notion d'entropie chez Clausius et à la mécanique matricielle de Heisenberg ; de G. Longo (ENS, Paris), qui étudie la théorie de la démonstration ; et de R. Lutz et L. G. Albuquerque, consacrée à l'analyse non standard.

Cinq autres articles visent, eux, à appréhender des aspects généraux d'un raisonnement mathématique : A. Aliseda (Université Nationale Autonome de Mexique) compare la structure d'un raisonnement mathématique à celle d'un raisonnement abductif ; Don Fallis (Univ. of Arizona) introduit la notion de lacune intentionnelle et montre son usage dans l'étude des raisonnements mathématiques ; C. Womach (Bridgewater State College, Mariland) et M. Farach (Univ. of Rutgers) proposent une étude de la longueur et de la complexité des preuves mathématiques à l'aide de notions importées de l'informatique ; M. Otte (Univ. of Bielefeld) présente une conception de l'objectivité mathématique fondée sur la conception des mathématiques comme une activité humaine, plutôt que comme un système théorique ; en suivant un approche similaire, M. Panza aborde l'étude de la notion de preuve mathématique.

Le but de son article [Panza 2003b] est de décrire quelques aspects généraux d'une preuve mathématique, en l'abordant comme un argument servant à justifier des énoncés non tautologiques affirmant, de certains objets mathématiques, qu'ils jouissent de certaines propriétés. La nature d'une preuve mathématique dépend, de ce point de vue, de la nature des objets sur lesquels portent les énoncés qu'elle justifie. Si ces objets sont pensés comme des entités qui « existent » d'elles mêmes, indépendamment de nous et de nos constructions intellectuelles, et qui jouissent, ou pas, d'elles mêmes, de certaines propriétés, alors une preuve vise à justifier un énoncé qui affirme qu'un certain fait a lieu indépendamment de nous. Mais si nous admettons aussi qu'une preuve est un argument qui se déroule à l'intérieur

d'une théorie mathématique, laquelle, elle, ne saurait être pensée autrement que comme une construction intellectuelle qui nous est propre, alors il est difficile de comprendre comment ceci est possible. C'est le contenu essentiel du dilemme évoqué en 1973 par P. Benacerraf en un article devenu ensuite célèbre. L'article de M. Panza vise à dépasser ce dilemme, en élaborant une notion d'objet mathématique telle que ce dernier apparaît à son tour comme une construction théorique. Cette construction dépendrait de l'introduction de deux critères liés, l'un et l'autre, à une définition ou une caractérisation de l'objet dont il est question : un critère d'identité et un critère d'exhibition. Le premier établit les conditions sous lesquelles deux énoncés portant sur des objets, qu'on a définis ou caractérisés d'une certaine manière, portent sur un même objet ; le second établit les conditions sous lesquelles on peut se représenter l'argument d'une définition ou d'une caractérisation indépendamment de leur évocation, mais d'une façon telle qu'il soit possible d'opérer sur cette représentation pour établir des propriétés de cet objet qui ne soient pas des conséquences logiques de celle-ci. M. Panza avance qu'une preuve d'existence n'est rien d'autre qu'un argument justifiant la possibilité de cette représentation ou tout simplement la réalisant, alors qu'une preuve prédicative est un argument justifiant l'assignation de propriétés à un objet dont on a prouvé l'existence. M. Panza pense qu'autant les preuves d'existence que les preuves prédicatives ne sont possibles qu'au sein d'un jeu réglé dans lequel le mathématicien réagit à la présentation d'une évidence, constituée par un système de signes, en élaborant un nouveau système de signes satisfaisant à des normes établies. Le couple formé par un domaine d'objets et un ensemble des normes réglant les preuves qui portent sur ces objets est ce que M. Panza qualifie de théorie mathématique. Conclure une preuve signifie produire un système de signes qui est reconnu comme la condition qui permet, en conformité avec ces normes, d'avancer l'énoncé que la preuve est censée établir, lequel consiste donc soit en l'affirmation de l'existence d'un ou plusieurs objets, soit en l'assignation à ces objets d'une propriété. Il s'ensuit qu'une preuve est toujours intérieure à une théorie, et que l'existence d'un objet aussi bien que le fait qu'il jouisse de certaines propriétés ne sont que des circonstances propres à la théorie dans le cadre de laquelle les preuves justifiant les énoncés correspondants sont développées.

8.3 Des lois de la pensée au constructivisme

M.-J. Durand-Richard a également coordonné un travail collectif sur ce thème, lequel aboutit aujourd'hui à un numéro spécial de la revue *Intellectica* [Durand-Richard à paraître 2004a]. Le point de départ du travail procède d'un premier constat. L'existence de machines susceptibles de simuler des actions ou des processus habituellement attribués au seul être humain est un motif récurrent d'inquiétude en même temps que de fascination. Depuis la Seconde Guerre Mondiale, la cybernétique dans les années 1950, l'intelligence artificielle et les sciences cognitives depuis les années 1960, suscitent des réactions qui hésitent entre des attitudes antinomiques allant du rejet au triomphalisme. L'une et l'autre de ces deux attitudes extrêmes constituent une réponse spécifique à l'effacement de frontière que ces nouvelles conceptions semblent signifier entre l'humain et la machine. Les différents ouvrages qui se proposent habituellement d'introduire à la cybernétique, à l'intelligence artificielle ou aux sciences cognitives, examinent bien souvent les événements à partir des bouleversements

provoqués par les nouveaux concepts et les nouvelles technologies qui les matérialisent, et tendent à projeter sur le passé une vision quelque peu finaliste de leur développement, rejetant comme passéiste tout ce qui semble les contredire. Ce regard macro-historique rétrospectif conduit à ignorer l'analyse des conditions de possibilité, tant épistémologiques que sociales, économiques ou politiques, de leur élaboration, et à masquer le fait que les représentations de l'humain et de la machine qui les sous-tendent sont elles aussi inscrites dans un temps donné.

La collection de textes rassemblés dans le volume, sans se prétendre exhaustive, ambitionne de restituer ces productions, tant philosophiques que scientifiques et techniques à leur historicité, et de dégager certains des enjeux qui leur sont attachés. Ils soulignent d'abord les tensions qu'elles ont fait naître au sein même du paradigme mécaniciste sous-jacent à la science classique, qui fonde en partie son objectivité sur l'affirmation du réalisme des lois de la nature. Telle qu'elle se donne à entendre, par exemple dans le discours cartésien, la science classique présuppose un sujet rationnel, radicalement séparé de la nature, et qui se consacre à la connaissance d'une matière inerte, soumise aux lois du mouvement. L'autonomie, attribuée à l'esprit, est le propre du sujet, mais ce sujet n'y est envisagé que comme découvrant un monde pré-existant.

Or, les développements issus de la mathématisation de la logique depuis le XIX^e siècle et les énormes besoins en calcul suscités par la Seconde Guerre Mondiale ont débouché sur la formulation logique d'une certaine forme d'autonomie, sans déplacer fondamentalement ces présupposés de la science classique. Bien que le théorème d'incomplétude de Gödel(1931) ait imposé un démenti radical au mythe d'une langue syntaxique parfaite, celui d'une « intelligence artificielle » (1956) a d'abord persisté à confondre puissance du calculable et richesse du pensable, une confusion soutenue par le présupposé des « opérations de l'esprit » de Locke, identifiées par Boole avec les « lois de la pensée ». Face aux limitations internes des formalismes, et partant des ordinateurs, et grâce au refus philosophique d'identifier l'autonomie de la pensée à celle de ces machines, d'autres recherches, inspirées par les travaux sur les réseaux neuronaux, ont dégagé une conception de la connaissance pour laquelle le sujet et sa représentation du monde se constituent dans la dynamique de leurs relations mutuelles. Le paradigme constructiviste s'offre ainsi comme alternative au paradigme computationnel. Il permet d'appréhender aussi bien l'intelligence que le langage en tant que phénomènes d'émergence. Leur signification apparaît ainsi non plus comme strictement déterminée à partir d'une correspondance biunivoque avec un système formel calculant, mais comme situations provisoires d'équilibre se constituant au prix d'ajustements dans un contexte donné. Un tel paradigme rejoint certaines conceptions récentes de l'histoire des sciences, plus soucieuses d'analyses locales que de fresques généralisantes, et qui tendent à resituer, non seulement la vie, mais l'œuvre des savants, dans un contexte qui éclaire les présupposés et les enjeux philosophiques d'apports scientifiques trop souvent envisagés en tant que tels. Comme toute modélisation, ce nouveau paradigme demeure cependant questionnable, et plusieurs des articles présentés ici en interrogent les limites.

Prospective sur la philosophie des sciences

— *Programme sur la valeur de généralité en mathématiques et dans les autres sciences.* La généralité est apparue comme une valeur clef pour rendre compte d'aspects théoriques fondamentaux des mathématiques de l'Inde et de la Chine ancienne. C'est également dans le contexte d'une réflexion systématique sur la nature de la généralité propre à la géométrie que des mathématiciens français du début du XIXe siècle ont créé la géométrie projective et la théorie des transversales. Ces quelques exemples suffisent à apercevoir que nombre de concepts et de théories mathématiques portent la marque d'un intérêt spécifique pour la valeur de généralité. Il en va de même pour la formation d'un autre type de produit comme les principes physiques.

Sur un autre plan, nos recherches ont montré que diverses traditions de travail ont recouru, en mathématiques, à une écriture de la généralité par opposition à une écriture abstraite. Quels en sont les enjeux ?

Tenter une typologie des énoncés généraux, identifier les motivations qui conduisent à travailler dans le contexte de paradigmes, dégager les concepts et théories scientifiques qui trahissent un travail sur la généralité en tant que telle, élucider la nature des relations entre généralité et abstraction, tels sont quelques-uns des objectifs que compte s'assigner le sous-groupe de travail de REHSEIS formé autour de ces questions pour les années à venir.

— *Projet « cultures épistémologiques ».* A titre de projet transversal au sein de l'équipe, REHSEIS se propose de reprendre avec Evelyn Fox-Keller (MIT) une analyse du concept de « cultures épistémologiques » qu'elle met en œuvre dans son dernier ouvrage pour décrire les différentes communautés présentes dans la biologie contemporaine et les problèmes de leur interaction. L'enjeu serait de mettre à l'épreuve ce concept sur d'autres situations historiques et, partant, d'en analyser de façon critique la teneur. Un projet, coordonné pour la partie française par S. Schmitt, a été déposé auprès de MIT-France.

— *Projet sur l'objectivité mathématique.* Lors d'une séance célèbre de la *Société française de philosophie* qui s'est tenue le 4 février 1939, Jean Cavaillès reconnaissait que « les mathématiques sont un devenir », et non pas, simplement, en devenir. Et il ajoutait : « Tout ce que nous pouvons faire, c'est essayer d'en comprendre l'histoire, c'est-à-dire, pour situer les Mathématiques parmi d'autres activités intellectuelles, de trouver certaines caractéristiques de ce devenir ». Il insistait de surcroît sur le fait que ce devenir est « autonome » et « imprévisible », quoiqu'il réponde à une nécessité à caractère singulier, dans la mesure où elle ne concerne que les besoins internes de l'évolution des théories mathématiques déterminées. [cf. *Bulletin de la Société française de philosophie*, 40, 1946, p. 8].

Il s'agit ici de l'énoncé d'un programme de recherche sur lequel il nous semblerait intéressant de revenir. Nous souhaiterions cependant, en le reprenant à notre compte, ne pas réduire les théories mathématiques à leur dimension de constructions conceptuelles, mais tenir compte du rôle qu'y jouent des techniques qui permettent d'établir des enchaînements. C'est l'aspect des mathématiques auquel on a coutume de renvoyer, en disant d'elles qu'elle relèvent d'une *objectivité*. Cette objectivité ne saurait pourtant pas être conçue comme une pure extériorité. Elle est bel et bien, d'après nous, un produit de l'histoire, et le devenir historique des mathématiques pourrait être conçu d'emblée comme un processus de

constitution de cette objectivité, ou, pour être plus précis, des objets des mathématiques. C'est cette constitution que nous nous proposons d'étudier. L'étude en comprendra deux volets : un volet ouvertement historique, d'études de cas historiques particuliers, révélateurs de modes spécifiques de ce processus de constitution ; un volet plutôt méthodologique, voire expressément philosophique, portant sur la recherche d'un cadre catégoriel adéquat permettant de penser en général l'objectivité mathématique comme un phénomène historique.

La conjonction de ces volets appelle à une réécriture d'une histoire générale des mathématiques à laquelle nous souhaitons contribuer et qui, pour pouvoir être au service d'un programme philosophique visant à l'élucidation de la nature de l'objectivité mathématique, devra tenir ensemble, dans une même perspective historique, mathématiques, mathématisation, et philosophie des mathématiques. Nous aurons, à cette fin, à susciter des collaborations non pas seulement au sein de REHSEIS, où nous pourrons nous appuyer sur les acquis relatifs à la notion de démonstration, au rôle des procédures algorithmiques dans la pratique mathématique, ou à l'émergence de l'analyse en tant que théorie mathématique autonome, mais également en dehors de l'équipe. Promouvoir ce programme, en particulier par le biais d'un séminaire qui lui sera consacré, c'est un des projets que nous développerons au sein du groupe d'histoire des mathématiques pour les années à venir.

9. HISTOIRE DES SCIENCES EN ASIE

REHSEIS s'est progressivement étoffée, au fil des dernières années, en chercheurs travaillant sur l'histoire des sciences en Asie. En particulier, depuis le dernier contrat quadriennal, ce groupe de chercheurs a accueilli F. Bretelle-Establet, entrée au CNRS en 2002, C. Proust, détachée au CNRS depuis 2002, et M. Teboul, CNRS, qui s'est vu affecter à REHSEIS pour mener des recherches sur le sujet. L'équipe a considéré qu'il y avait là une opportunité pour relancer un groupe de recherche sur ce champ à Paris.

En effet, la France s'avère être, sur l'histoire des sciences en Asie de l'Est, un des pays hors de Chine et du Japon, voire le pays, où les recherches en la matière sont les plus développées. La visibilité de ce milieu a cependant été mise en péril par le démantèlement il y a plusieurs années du GDR « Histoire des sciences et des techniques en Chine, au Japon et en Corée » qui avait permis de rendre ce potentiel perceptible à l'échelle internationale. REHSEIS souhaite contribuer à la reconstitution d'un milieu de recherche en France, qui offre aux chercheurs un cadre pour travailler ensemble et qui restitue à la communauté sa visibilité. Le rayonnement international dont jouit cependant dès à présent REHSEIS en ce domaine sera manifeste dans les paragraphes qui suivent.

Nous avons, en 2002, lancé un séminaire, alternant séances et journées, en vue de cimenter le groupe de chercheurs attachés à l'équipe et menant des travaux sur ce secteur. Et nous avons tenté de renforcer la dimension collective de nos recherches. Au terme de cette année, nous avons identifié des problématiques communes, susceptibles de nous permettre de poursuivre nos recherches de façon mieux intégrée.

Soulignons ici que, si les chercheurs travaillant dans l'équipe sur ce domaine éprouvent le besoin d'activités plus spécialisées, ils ont également à cœur de contribuer à développer et à promouvoir une histoire générale des sciences qui puisse tenir compte de toutes les régions de la planète. Ils s'y emploient en cherchant systématiquement à dégager, de leurs travaux, des problématiques générales et en contribuant aux recherches communes de l'équipe. Cet axe est donc par nature également transversal à d'autres directions de recherches et les recoupe.

9.1 Histoire des sciences anciennes

Un premier ensemble de chercheurs de l'équipe REHSEIS se sont retrouvés autour des périodes anciennes, et plus spécifiquement autour des mathématiques.

9.1.1 Contributions à l'étude des pratiques mathématiques et des circulations de connaissances dans les traditions anciennes de l'Asie

Dans les travaux communs sur les algorithmes, les démonstrations, et la description des textes mathématiques (voir respectivement **points 2.1, 2.2 et 7**), qui se sont menés dans le cadre de projets plus larges de l'équipe, les chercheurs spécialistes de l'Asie ancienne ont, plus particulièrement, travaillé ensemble à décrire les pratiques mathématiques des traditions

de la Mésopotamie, la Chine et l'Inde ainsi qu'à déceler les circulations de connaissances entre les différentes régions de ce continent.

Il s'agit en effet là d'un des enjeux majeurs pour une histoire générale des sciences : les sources qui nous permettent aujourd'hui de les appréhender témoignent de ce que ces différentes traditions anciennes avaient élaboré des manières singulières de travailler les mathématiques, et qu'elles ont toutefois produit des résultats qui, de fait, ont bel et bien circulé. Décrire l'un comme l'autre de ces phénomènes nous paraît une des façons de tirer au mieux parti de cet héritage.

Par la traduction et l'analyse détaillée d'un commentaire mathématique en langue sanskrite, celui que Bhâskara I écrivit en 628 après notre ère sur le chapitre mathématique d'un traité d'astronomie, l'*Âryabhatîya*, A. Keller offre un véritable panorama des mathématiques du VIIe siècle en Inde [Keller soumis]. Son étude s'attache, plus particulièrement, à dégager de nombreux aspects originaux de la pratique mathématique dont témoigne ce commentaire : existence d'une arithmétique tabulaire dont la numération positionnelle décimale ne serait qu'un exemple ; utilisation d'une figure matricielle pour la trigonométrie, celle de « l'arc et des flèches », qui donne un rôle central au sinus (*ardha-jyâ*) ; nombreuses applications à l'astronomie, dans le cadre d'une cosmologie hindoue, de l'« équation de Pell », connue en Inde sous le nom de « *kuttâka* », etc.

Dans la même veine, K. Chemla a fait porter son effort sur la pratique singulière des problèmes qui s'est développée en Chine ancienne [Chemla 2000a, 2002a], et sur les lectures qu'en menaient les acteurs de la Chine ancienne. Ce sont ces études qui lui ont en particulier permis d'établir que les mathématiciens de la tradition savante chinoise ont valorisé la généralité plus que l'abstraction (voir **point 2.3**). Ses introductions aux différents chapitres de [Chemla & Guo à paraître-a 2004] donnent également une vision d'ensemble des caractéristiques du travail sur les algorithmes en Chine ancienne et des modalités de démonstration de leur correction, en vue d'aborder un travail comparatif avec les sources arabes et indiennes analogues.

A. Bréard, K. Chemla et A. Keller ont par ailleurs mené de premières recherches collectives sur la transmission de connaissances mathématiques, à l'invitation d'une équipe internationale de collègues qui en a tiré un recueil de travaux. Dans ce contexte, A. Bréard s'est penchée sur la circulation de problèmes de poursuite, qu'on a souvent décrit de façon anachronique comme récréatifs alors qu'ils étaient en fait liés étroitement à l'astronomie. Elle a abordé, par ce biais, la question historique de la traductibilité à travers différentes cultures d'un même type de problème [Bréard 2002a], une problématique sur laquelle elle est revenue dans un autre domaine (voir **point 9.2.1**). Dans le cadre de l'étude comparative des pratiques mathématiques chinoises et indiennes, qu'elles ont entamée sur la base de leurs recherches sur des commentaires, K. Chemla et A. Keller ont établi que des textes chinois du III^e siècle aussi bien que des écrits indiens du VIIe siècle introduisaient et manipulaient des quantités irrationnelles (les *mians* en Chine, les *karanîs* en Inde). Elles ont travaillé ensemble à comparer ces sources et sont parvenues à la conclusion est que non seulement elles présentent de fortes similarités, par-delà des différences de traitements, mais que, de plus, les points communs dont ces documents témoignent se retrouvent également dans les premiers textes arabes introduisant des quantités irrationnelles [Chemla & Keller 2002e]. Ces résultats donnent à entendre que l'histoire de l'irrationalité est plus internationale qu'il pouvait paraître jusqu'à présent. K. Chemla et A. Keller entendent poursuivre, dans le futur, l'exploration de ce chantier.

9.1.2 Mathématiques et Etat en Asie

Deux des traditions mathématiques anciennes étudiées à REHSEIS se sont manifestement développées en lien étroit avec les institutions d'Etat. Cette dimension de leur histoire a fait l'objet d'un intérêt spécifique, et il s'est avéré qu'il y avait là plus largement un thème fédérateur des recherches de l'équipe sur l'Asie (voir le **point 9.2.3** et la **prospective**).

C. Proust s'est, dans ce contexte, intéressée au rôle des écoles de scribes en Mésopotamie. Son étude du corpus de Nippur l'a confrontée à un phénomène déjà noté dans des études antérieures : le décalage important entre les savoirs scolaires et les connaissances nécessaires à l'exercice des professions de scribes. L'école apparaît avoir été en priorité tournée vers la conservation de l'héritage culturel sumérien et peu vers les applications pratiques. Il se forge dans le milieu des scribes une sorte d'idéologie, dont la virtuosité mathématique est l'un des aspects. Par ailleurs, les écoles sont un vecteur de diffusion de la culture sumérienne en Mésopotamie, en particulier par la circulation des maîtres scribes, et on trouve en conséquence à Mari (Nord de la Mésopotamie) d'intéressants témoignages de confrontation entre les traditions sumérienne et sémitique au niveau des systèmes de numération [Proust 2002 b]. Le rôle des écoles dans la constitution de la caste des scribes, dans la diffusion des mathématiques, dans la normalisation et la canonisation des textes scientifiques au sein de sociétés anciennes fortement centralisées et bureaucratiques sera un axe du groupe « Sciences en Asie ».

C'est à d'autres pans de la bureaucratie d'état que le travail de K. Chemla sur *Les neuf chapitres* l'a menée. Dans ses introductions pour l'ouvrage sur *Les neuf chapitres*, elle avance la thèse selon laquelle les connaissances mathématiques qu'on y trouve résultent d'une synthèse entre les mathématiques élaborées en relation avec l'astronomie (introduction au chapitre 9, in [Chemla & Guo à paraître 2004]) et celles qu'ont dû mettre au point les milieux de l'administration des finances de l'Etat (introductions aux chapitres 2 et 6, in [Chemla & Guo à paraître 2004]). En particulier, la confrontation des *Neuf chapitres* avec le document mathématique excavé par les archéologues en 1984 et publié en 2001, le *Livre de procédures mathématiques*, permet d'identifier celles des parties des *Neuf chapitres* liées à l'administration des finances et d'argumenter une nouvelle datation de l'ouvrage. *Les neuf chapitres* trahissent une grande proximité aux préoccupations de ce secteur de la bureaucratie, un rapprochement que les biographies des individus connus en Chine ancienne pour leur excellence en mathématiques confirment.

K. Chemla dégage également des *Neuf chapitres* des témoignages, qui n'avaient pas été repérés, sur les pratiques économiques de cette administration.

Les recherches que K. Chemla a menées sur les dimensions cosmologiques à l'œuvre dans le travail mathématique en Chine ancienne [Chemla à paraître-d] s'avèrent illustrer un autre aspect des relations entre sciences et Etat. Le travail réalisé dans le contexte de la *Storia della scienza* (voir **point 9.1.3**) a montré l'impact, sur toutes les sciences dont les textes fondateurs furent compilés au moment de la formation de l'Empire chinois, d'idées cosmologiques du type de celles qui furent mises à profit pour charpenter le discours de sa légitimité [Chemla 2001f]. Si les mathématiques n'échappent pas à la règle et attestent également de problématiques inspirées d'idées cosmologiques, elles permettent, en revanche, de battre en brèche l'idée reçue selon laquelle seule la cosmologie corrélative aurait eu un impact sur l'ensemble des disciplines. Ce fait appelle à reprendre l'histoire des idées

cosmologiques dans la Chine des débuts de l'Empire pour mieux apprécier les différents courants, les milieux qui les ont véhiculés et leur histoire. Il s'agit là d'un chantier sur lequel nous avons amorcé un travail collectif l'an dernier, aux cours de journées organisées avec C. Despeux, dans le contexte des écoles doctorales de l'INALCO et de Paris 7 (Histoire des sciences et épistémologie).

9.1.3 Une synthèse internationale sur l'état aujourd'hui de l'histoire des sciences en Chine

Entre 1996 et 2001, sous la double égide de l'Enciclopedia Italiana et de l'Académie Internationale d'Histoire des Sciences, K. Chemla a dirigé l'édition de la section portant sur la Chine dans le contexte du projet international de rédaction d'une nouvelle histoire générale des sciences.

L'objectif qu'elle s'est assignée, avec une équipe éditoriale composée de F. Bray (University of California at Santa Barbara), Fu Daiwie et Huang Yi-Long (Université de Tsing-Hua, Taiwan) et Georges Métailié (CNRS), consistait à proposer une vision d'ensemble de l'histoire des sciences en Chine jusqu'à la fin de la dynastie Ming, basée sur les travaux les plus récents [Chemla 2001a].

Cette tâche a mobilisé plus de soixante auteurs basés partout dans le monde, en Europe et aux Etats-Unis, en Chine, au Japon et à Taiwan, bien entendu choisis parmi les meilleurs chercheurs du domaine. A. Bréard et K. Chemla y contribuent à dresser un aperçu des traits essentiels des mathématiques de la Chine ancienne [Bréard 2001a ; Chemla 2001b, c, d, e].

K. Chemla [2001i] y esquisse, avec F. Bray et G. Métailié, un tableau de l'historiographie des sciences en Chine et y propose une liste des questions ouvertes à ses yeux les plus significatives pour le futur de la discipline.

La revue sinologique publiée en chinois par l'Ecole française d'Extrême-Orient, *Faguo hanxue* (Sinologie française) s'est intéressée à ce projet qui s'appuyait sur une collaboration de grande échelle entre la Chine et la France. Et, en 2002, elle a consacré un numéro à l'histoire des sciences en Chine qui comportait pour l'essentiel une traduction en chinois des articles d'auteurs français et chinois du volume italien.

Parmi les articles choisis pour figurer également dans ce volume, on relève [Jami 2001f]. C'est dire que l'équipe REHSEIS figurait en bonne part dans un recueil publié récemment en chinois et visant à proposer aux lecteurs sinophones les travaux français récents les plus importants en matière d'histoire des sciences en Chine.

9.2 Sciences et médecine en Chine, XVIIe–XXe siècles : contextes locaux et circulations globales

Les travaux menés à REHSEIS sur les sciences et la médecine en Chine du XVIIe au XXe siècle ont en commun de replacer celles-ci dans un contexte mondial, en prenant en compte les « importations », tout en situant, dans leur contexte régional, politique et culturel, la multiplicité des acteurs qui ont contribué, dans la société chinoise, à l'élaboration de savoirs et de pratiques nouveaux.

9.2.1 Traduction et réception de savoirs importés

C. Jami a donné une synthèse sur la réception en Chine des connaissances scientifiques et techniques introduites par les jésuites à partir de la fin du XVI^e siècle [Jami 2001c]. Elle s'est penchée plus particulièrement sur le cas des mathématiques [Jami 2001d], étudiant la manière dont les jésuites se sont construit une identité de professeurs dans la société chinoise [Jami 2002c], et dont leur enseignement en Chine a évolué comme celui des collèges de la Compagnie de Jésus en Europe [Jami à paraître a]. Elle a aussi montré que les horloges, objet technique, furent davantage reçues en Chine comme un produit de luxe que comme un instrument de mesure du temps [Jami 2001e].

Dans le cadre de son projet post-doctoral, portant sur l'introduction des mathématiques occidentales en Chine à la fin de l'époque impériale, A. Bréard a analysé les points de vue et méthodes de deux traducteurs qui collaboraient à des traductions scientifiques à la fin du XIX^e siècle [Bréard à paraître b]. Dans le cadre d'une réflexion sur l'historiographie des sciences en Chine, elle a donné un résumé des travaux faits en mathématiques [Bréard et al. à paraître en 2003 a].

9.2.2 Lettrés et « études occidentales » (xixue)

C. Jami a également mené à bien la publication d'un ouvrage collectif consacré à Xu Guangqi (1562-1633), lettré et haut fonctionnaire de la fin de la dynastie Ming. Il s'agit d'un travail transdisciplinaire (histoire, histoire des sciences et des techniques, histoire des religions), fruit d'une collaboration internationale. Converti au catholicisme, Xu Guangqi traduisit notamment les *Eléments de géométrie* d'Euclide, en collaboration avec Matteo Ricci (1552-1610, le fondateur de la mission jésuite de Chine), fut l'auteur d'une œuvre agronomique majeure et l'artisan d'une réforme du calendrier [Jami 2001k]. Les enjeux historiographiques sont ici aussi centraux : ce livre est la première tentative pour comprendre globalement un savant chinois du XVII^e siècle dans son contexte tant local qu'international, et pour interpréter de manière cohérente l'ensemble de ses choix et de son œuvre [Jami 2001a].

9.2.3 L'État et les sciences mathématiques

Sur cette période comme sur la précédente, un certain nombre des travaux menés convergent plus particulièrement vers la question de l'action de l'État, et des limites de celles-ci, dans la mise en circulation des savoirs importés et leur mise à profit pour l'administration du pays.

C. Jami a poursuivi ses travaux sur les sciences mathématiques sous le règne de Kangxi (1662-1722), montrant notamment comment cet empereur exerçait un contrôle de la compétence de ses fonctionnaires et de la circulation des savoirs dans ces disciplines [Jami 2002 a]. Elle a réfléchi plus largement au rôle du patronage des États dans la production d'écrits scientifiques dans l'Asie orientale de la première modernité [Jami 2003 a]. Dans le cas de la Chine, son travail en collaboration avec Han Qi (Académie des Sciences de Chine, Pékin) montre comment l'enseignement des jésuites à Kangxi, et plus particulièrement celui dispensé par Antoine Thomas (1644-1709) en arithmétique et en algèbre, a été à la base de la définition de « mathématiques impériales » que l'empereur souhaitait voir étudiées par tous les lettrés et fonctionnaires [Jami 2003 b et c]. Elle a également poursuivi des recherches sur

Mei Wending (1633-1721), le plus grand mathématicien et astronome de l'époque, montrant comment celui-ci articule dans son œuvre ses travaux mathématiques et une réflexion sur l'histoire des sciences [Jami soumis b], dont se dégage notamment une conception originale de l'astronomie comme science intrinsèquement historique [Jami, conférence au Needham Research Institute, 30 mai 2003]. Cette articulation révèle aussi la manière dont Mei cherche à se situer comme spécialiste reconnu par l'État mais autonome par rapport à celui-ci. Tous ces travaux seront approfondis pour faire l'objet d'un livre.

Pour la préparation d'une habilitation à diriger des recherches A. Bréard a entrepris depuis 2001 des recherches sur l'histoire sociale et politique des statistiques en Chine aux XIX^e et XX^e siècles. Dans un premier temps elle étudie l'histoire institutionnelle de la création d'un premier réseau de bureaux des statistiques dans le cadre des réformes constitutionnelles à la fin de la période impériale (1904-1911). Ce travail nécessite avant tout l'utilisation des documents des archives d'État à Pékin et Taipei. Ils témoignent des influences de modèles étrangers sur la réforme administrative, et des problèmes rencontrés lors de la mise en place d'un système de collection de données à travers l'Empire. Malgré l'importance des archives chinoises pour l'histoire des sciences en Asie, peu nombreux sont les spécialistes qui témoignent d'une prise de conscience de ce fait. C'est ce diagnostic qui a conduit A. Bréard à organiser une journée d'études en juin 2003 sur la signification de ce type de sources pour l'historiographie des sciences, des techniques et de la médecine de la Chine moderne.

9.2.4 Histoire locale de la santé en Chine du Sud

C'est sur une problématique symétrique et inverse que portent les recherches de F. Bretelle-Establet, puisqu'elle appréhende les limites de l'impact du pouvoir impérial en matière de savoirs, du point de vue du contrôle que ce dernier parvient à exercer sur les pratiques médicales dans certains des régions les plus périphériques.

Son ouvrage sur l'histoire de la santé en Chine à la fin de l'Empire et au début de la République cerne une région précise : les trois provinces du Yunnan, du Guangxi et du Guangdong qui forment un ensemble nettement individualisé, sinon uni, par le climat tropical, le relief accidenté, le dénuement et l'éloignement des centres du pouvoir. S'appuyant sur les chroniques locales rédigées entre 1875 et 1949, et sur des rapports et observations faites par des médecins français postés dans ces provinces par le gouvernement général de l'Indochine depuis 1898, l'ouvrage montre notamment la conscience qu'ont les Chinois d'une rupture de l'équilibre pathologique dans la région. Il repère et étudie l'ensemble des institutions chinoises impliquées dans la lutte contre les maladies et l'assistance médicale, analyse leur fonctionnement et leurs liens avec le gouvernement central. Il met au jour les différents acteurs qui jouent un rôle dans la santé — religieux, shaman et médecins — et offre une étude approfondie sur les médecins grâce aux nombreuses biographies (422) des chroniques locales. La confrontation des sources a enfin permis d'étudier les modalités de réception de la médecine occidentale et des idées qu'elle véhicule alors tant en matière d'hygiène, de santé publique que de professionnalisation [Bretelle-Establet 2002].

Prospective de la sous-équipe « Sciences en Asie ».

— *Savoirs d'Etat et savoirs périphériques*. La confrontation de leurs travaux au cours de la première année de séminaire a mis en évidence que les chercheurs de REHSEIS partageaient une même problématique autour du rôle de l'Etat dans la pratique des sciences dans diverses régions et à diverses époques. Ils souhaitent se focaliser collectivement sur cette question au cours des années à venir sous une double perspective. D'un côté, il s'agira de comprendre comment les institutions de l'Etat ont pu œuvrer à la définition et la promotion de savoirs normalisés. Mais, d'un autre côté, il s'agira de s'interroger plus largement sur la capacité des Etats à réguler la production et la circulation des savoirs et des pratiques, face à une multitude de localités, elles aussi « lieux de science ».

Le second colloque organisé en relation avec le Needham Research Institute, à Paris, fin 2006, portera sur ce thème de « Savoirs d'Etat, savoirs périphériques ».

La contribution que REHSEIS compte apporter au projet défini par Christian Lamouroux (Centre Chine) sur « Savoirs techniques et organisations bureaucratiques en Chine (XIe-XXe siècles » est liée à cette problématique.

— « *Corpus de textes scientifiques : histoires et perspectives théoriques* (Asie, Afrique, Mésopotamie) ». La sous-équipe « Histoire des sciences en Asie » est particulièrement engagée dans ce projet qui se situe à cheval entre les questions d'historiographie étudiées à REHSEIS et les recherches qui s'y développent sur l'Asie (voir **prospective de la section 6**).

— *Circulations de connaissances scientifiques en Asie*. Ce thème restera prépondérant dans les recherches qui se mènent sur l'Asie à REHSEIS. En particulier, A. Keller et K. Chemla comptent continuer à documenter les similitudes et différences de pratiques mathématiques de l'Inde et de la Chine, notamment sur ce qui touche à la règle de trois, aux pratiques démonstratives ou aux commentaires. Avec C. Proust, elles comptent aborder le second volet de l'histoire comparée des irrationnels en Asie.

10. CONTRIBUTIONS A L'ELABORATION D'OUTILS DE TRAVAIL AU SERVICE DE LA COMMUNAUTE

On l'aura vu au fil des sections précédentes : REHSEIS a défini un certain nombre de chantiers et de problèmes sur lesquels des sous-groupes de ses chercheurs travaillent collectivement, que ce soit dans le contexte des équipes disciplinaires, ou dans le cadre d'axes transversaux aux disciplines.

Nous avons insisté jusqu'à ce point du rapport sur les avancées réalisées par l'équipe dans les différentes directions qu'elle s'est assignées pour objectifs de travail.

Nous tenons en conclusion à revenir sur un aspect essentiel de nos recherches et, partant, de nos contributions.

Les membres de REHSEIS partagent une conscience aiguë de ce que leurs travaux exigent un labeur documentaire sans lequel il ne peut être question ni de rigueur, ni de pérennité, en matière d'histoire ou de philosophie des sciences. Cependant, mises en ordre de fonds d'archives, éditions critiques, traductions de sources ou constitution de bases de données ne constituent pas seulement les conditions *sine qua non* de leurs recherches. Les chercheurs de REHSEIS ont à cœur de pousser ces investissements en matière d'érudition lourde jusqu'à l'élaboration, à titre de sous-produits de leur activité, d'outils de travail utiles à l'ensemble de la communauté et à caractère pérenne.

Nous souhaiterions, à titre de conclusion, ressaisir, sous cet angle, la production de l'équipe, pour mettre en évidence à quel point REHSEIS contribue aujourd'hui aux travaux de fond qui se réalisent à l'échelle internationale dans notre discipline.

10.1 Editions critiques et traductions de sources

Après avoir donné le « reprint » d'un ouvrage de Fabre datant de 1867, en le présentant aux lecteurs [Cambefort 2001c], Yves Cambefort a publié (avec introduction, notes et illustrations) un recueil de lettres du même auteur à son éditeur Charles Delagrave et aux prédécesseurs de ce dernier [Cambefort 2002a].

Karine Chemla a réalisé avec Guo Shuchun (Académie des sciences, Pékin), dans le cadre de l'accord d'échange CNRS-Académie des sciences, une édition critique et une traduction du classique mathématique le plus important de la tradition chinoise, *Les neuf chapitres sur les procédures mathématiques* ainsi que des commentaires de Liu Hui (263) et de Li Chunfeng (656) [Chemla & Guo à paraître-a 2004].

Elle a, par ailleurs, réalisé, à titre d'accompagnement de ce volume, le premier glossaire de la terminologie mathématique de la Chine ancienne jamais élaboré à ce jour. Une version anglaise est en cours de préparation pour inclusion dans le *Thesaurus Linguae Sericae* (TLS), sous la direction de C. Harbsmeier (Université d'Oslo).

A.-M. Décaillot prépare une édition et une traduction annotée des lettres, conservées à Goettingen, que Georg Cantor a échangées avec les mathématiciens français, en particulier avec les membres de sociétés savantes, de la seconde moitié du XIXe siècle. Il s'agit là de

l'unique ensemble de textes témoignant de l'intérêt du mathématicien allemand pour la théorie des nombres, et elles en révèlent donc un visage tout à fait inédit.

A. Keller a effectué la première traduction en langue occidentale jamais réalisée du traité mathématique le plus ancien à nous avoir été transmis, l'*Āryabhatīya* (6^e siècle), ainsi que du commentaire de Bhâskara (7^e siècle) [Keller soumis-a].

M. Paty et J.-J. Szczeciniarz ont créé la collection « Penser avec les sciences », EDP-Sciences, afin, en particulier, de mettre à la disposition des chercheurs des rééditions commentées de grands textes de philosophie des sciences.

S. Schmitt a traduit en français, commenté et annoté des textes importants de l'histoire de l'embryologie rédigés au début du 19^e siècle en latin et en allemand [Schmitt 2003]. Un travail équivalent sur des textes en allemand de la même époque et concernant la systématique et l'évolution est sur le point d'être soumis à l'éditeur.

Par ailleurs S. Schmitt a participé à l'édition critique des cours donnés par Daubenton à l'École Normale Supérieure de l'An III [Schmitt à paraître c].

En collaboration avec la Bibliothèque Inter-Universitaire de Médecine de Paris, il a participé à la mise en ligne de textes majeurs de l'histoire de l'anatomie comparée, pour lesquels il a rédigé des notices introductives.

Enfin, un ouvrage réalisé par S. Schmitt sur l'histoire de la comparaison anatomique, destiné aux étudiants et aux enseignants, dans lequel figure une cinquantaine de textes commentés (certains traduits pour la première fois en français) est actuellement soumis aux éditions Belin, qui ont commandé ce travail.

[Barberousse 2002] constitue le même type d'outil de travail pour la mécanique statistique.

L'équipe REHSEIS est enfin collectivement impliquée dans les projets d'édition des œuvres complètes de Condorcet et de d'Alembert. Ce point a déjà fait l'objet d'un traitement spécifique dans la **section 5.2** de ce rapport.

A titre de prospective, Christine Proust projette de poursuivre sa collaboration avec le Musée Archéologique d'Istanbul et l'Institut Français d'Etudes Anatoliennes en vue de l'édition critique des tablettes mathématiques provenant non seulement de Nippur, mais aussi d'autres sites du cœur de l'ancien Pays de Sumer au sud (Lagash et Uruk) et de régions périphériques au nord (Sippar et Kish).

10.2 Constitution de fonds d'archives

M. C. Bustamante est une des chevilles ouvrières du projet de classement, de catalogage et de mise à disposition des chercheurs des archives de la Société Française de Physique (voir **prospective de la section 3**).

Dans le cadre de son travail sur la formation de la collection de coléoptères du Museum d'histoire naturelle, Y. Cambefort identifie la liste des collections privées sur la base desquelles elle fut formée, retrace leur histoire et la biographie de leurs propriétaires.

Il a par ailleurs publié un ouvrage donnant un catalogue des manuels pour le secondaire de zoologie du XIXe siècle.

Pour l'histoire de la psychologie, F. Parot a entrepris une « campagne » d'archivage de sources de première main : après s'être formée aux techniques nécessaires auprès de Th. Charmasson, conservateur aux Archives nationales (AN) déléguée au Centre de Recherches, elle a entrepris avec elle le classement des archives de H. Piéron, H. Wallon, I. Meyerson, R. Zazzo (en cours d'achèvement), de l'Institut de Psychologie et de l'Institut National d'Orientation Professionnelle ; ces fonds ont fait l'objet de contrats de don aux AN et sont désormais à la disposition des chercheurs.

Dans le même cadre, elle a entrepris de sauvegarder le très important fonds d'appareils anciens de psychologie qui périlcliaient dans divers locaux de l'Institut Henri Piéron aujourd'hui conservé au Musée de la Médecine de Paris V.

De même, il lui a fallu se préoccuper de fonds de bibliothèques privées de savants ; grâce à l'action de F. Parot, la bibliothèque privée de I. Meyerson, qui compte plus de 15 000 volumes, est inventoriée et désormais accessible au sein de la Bibliothèque Universitaire de Paris XII-Val de Marne, dans un local spécifique.

Pour l'histoire des sciences en général, lorsque la nécessité de procéder au désamiantage du campus universitaire Jussieu a été arrêtée, F. Parot a contribué à attirer l'attention des pouvoirs publics sur la nécessité de traiter les archives institutionnelles et scientifiques qui y étaient entreposées. En collaboration avec Thérèse Charmasson et Stéphanie Méchine (Conservateur aux Archives du Rectorat de Paris), elle a participé au chantier de tri des documents entreposés sur le campus, de désamiantage, d'inventaire. La collecte des documents, dont le déroulement doit se caler sur celui du désamiantage, durera au moins jusqu'en 2010 et leur inventaire ne fait que commencer. Il se révèle d'une grande richesse puisque, par exemple, F. Parot a découvert, à côté d'archives de grands savants, tous les documents concernant la fondation des Universités Paris VI et VII. Cependant, Françoise Parot est aujourd'hui confrontée à la nécessité de mettre fin à son travail sur les archives du campus ; non seulement sa délégation a pris fin, mais aucune des institutions concernées par la richesse de ce fonds n'a donné de signes positifs pour la suite du financement. Les crédits qu'elle a obtenus du Ministère de la Recherche sont épuisés à la fin novembre 2003 et la sauvegarde des documents relégués dans les placards et les gaines techniques ne dépendra plus de son dévouement.

C. Rigal a trié et classé les archives de l'Institut Universitaire d'Hématologie de l'Université Paris 7, créé en 1957 par Jean Bernard. Ce fonds d'archives, de 60 mètres linéaires, comprend principalement les archives de la direction de l'Institut pour la période correspondant aux mandats de Jean Bernard (1957-1980) et de Michel Boiron (1980-1993), les archives du directeur du service d'hématologie de l'Hôpital Saint-Louis et des archives des directeurs relatives à leurs fonctions au sein de divers organismes (ministères, universités, organismes de recherche, Assistance publique, associations, revues, etc.). Le fonds comprend en outre les archives du Groupe d'étude des greffes de moelle osseuse allogéniques, quelques cahiers de laboratoire, des documents de Paul Chevallier concernant

la Société internationale d'hématologie, des documents de Georges Marchal relatifs au certificat d'études spéciales d'hématologie, ainsi que des archives de la Société française d'hématologie et de sa revue *Le sang* [Rigal C. S., *Répertoire des archives de l'Institut universitaire d'hématologie (1927-1993)*, Archives nationales, versements 20020192 et 20020193, 162 p., 2002].

10.3 Méthodes de travail sur base de données et avec logiciels

C. Proust met en œuvre le logiciel Mathematica, acquis par l'équipe qui a organisé une formation à son emploi, pour étudier ce que les erreurs des tablettes babyloniennes permettent de déduire sur les modes de calcul anciens.

Elle prépare également, à titre de fondement de son travail, une base de données pour intégrer l'ensemble des textes de son corpus, y compris certains types de textes fragmentaires. La base comporte une description du lot de tablettes mathématiques cunéiformes (à peu près 800 fragments) des musées de Philadelphie et d'Istanbul, ainsi que leur photographie. Trois modes d'utilisation se présentent aujourd'hui :

- a. l'édition (description homogénéisée),
- b. la recherche (le contenu),
- c. le recollage des fragments dispersés (doit contenir les informations en conséquence, l'épaisseur de la tablette par ex.)

I. Passeron et F. Dougnac mettent également en œuvre les nouvelles possibilités qu'offre l'informatique pour l'étude des correspondances. Elles préparent une base de données de la correspondance active et passive de D'Alembert (à peu près 2200 lettres dispersées dans le monde) : on retrouve les trois niveaux d'utilisation décrits par Christine avec d'autres modalités :

- a. l'édition (une vingtaine de rubriques de description),
- b. la recherche (le contenu),
- c. l'identification des doublons ou des extraits