

QUELQUES REMARQUES SUR LES MATHÉMATIQUES EUROPÉENNES AU XIX^{ème} SIÈCLE : LE CAS DE L'ITALIE¹

Rossana TAZZIOLI

Université de Sciences
et Technologie de Lille

1. — Introduction

L'expression « mathématiques européennes » pose déjà plusieurs questions : premièrement les frontières en Europe sont changeantes ; de plus, les pays *faibles* au point de vue mathématique sont insuffisamment étudiés par les historiens et on manque donc d'une connaissance précise et détaillée du statut des mathématiques dans des pays comme, par exemple, la Grèce, les pays tchèques, la Hongrie. En effet, on a une historiographie assez large pour ce qui concerne les mathématiques modernes en France, Allemagne, Angleterre et Italie, tandis que les informations sur l'histoire des mathématiques dans d'autres pays sont fragmentaires et ne couvrent que quelques périodes.

Il faudrait aussi envisager des questions méthodologiques. En effet, analyser la recherche et l'enseignement mathématique en Europe – notamment pendant le XIX^{ème} siècle – demande de faire une comparaison entre les mathématiques dans les divers pays européens. Il serait donc nécessaire de comparer non seulement les livres et les articles, mais aussi les divers systèmes éducatifs, les échanges d'étudiants et d'enseignants, les journaux mathématiques, les sociétés scientifiques et les correspondances entre mathématiciens de pays différents.

Le but de cet article n'est pas évidemment d'analyser de manière exhaustive les mathématiques européennes au XIX^{ème} siècle, mais de se concentrer sur quelques questions concernant les mathématiques italiennes pendant cette époque en les insérant dans le contex-

¹ Cet article est issu d'une version remaniée d'une présentation réalisée lors du colloque « Mathématiques et interculturalité » organisé à l'Irem de Lille en 2009. Je remercie Anne-Marie Marmier et Marc Moyon pour la révision de mon texte.

 QUELQUES REMARQUES SUR LES
 MATHÉMATIQUES EUROPEENNES AU XIX^e

te européen et en utilisant quelques fois du matériel inédit.

Le contenu de l'article se déroule ainsi : le paragraphe 2 qui donne un panorama très large des mathématiques en Europe, en particulier en France et en Allemagne, servira de point de repère pour les paragraphes suivants ; dans le paragraphe 3 on aborde la situation des mathématiques en Italie pendant la première partie du XIX^e siècle au moment où l'Italie, comme la plupart des pays européens, est beaucoup influencée par les mathématiques françaises. Le paragraphe 4 est le cœur de l'article : il porte sur la période qui suit l'unification du pays, quand l'Italie devient un pays *relativement* « fort » au point de vue mathématique et commence à préférer l'Allemagne comme partenaire mathématique. Le paragraphe 5 donne des éléments complémentaires pour mieux comprendre les changements dans les mathématiques des deux périodes (avant et après l'unification de l'Italie).

2. — Quelques remarques sur le panorama mathématique européen au XIX^e siècle²

Les études mathématiques étaient plus avancées en France et en Allemagne. L'Angleterre, bien qu'elle fût une puissance militaire, économique et politique, ne pouvait rivaliser en ce domaine avec ces deux pays. Au début du XIX^e siècle, Charles Babbage (1791-1871), John Frederick William Herschel (1792-1871) et George Peacock (1791-1858) ont fondé à Cambridge l'*Analytical Society* dans le but d'introduire la notation leibnizienne et de réinterroger les fondements du calcul infinitésimal, de façon à fortifier les mathématiques anglaises très faibles au XVIII^e siècle³. Au cours du XIX^e siècle, l'Angleterre a pu sortir de son provincialisme mathématique grâce au remarquable travail de mathématiciens qui ont

contribué au développement des mathématiques, et parfois à la naissance de nouvelles disciplines. On peut mentionner quelques mathématiciens qui ont apporté des regards innovants dans des domaines variés : George Boole (1815-1864) pour la logique mathématique, Andrew Russell Forsyth (1858-1942) pour l'analyse, William Rowan Hamilton (1805-1865), William Kingdon Clifford (1845-1879), Arthur Cayley (1821-1895) et James Joseph Sylvester (1814-1897) pour les théories algébriques.

Revenons à l'Europe continentale. Au début du XIX^e siècle les victoires de Napoléon en Europe furent aussi attribuées à l'organisation des études universitaires en France. En effet, après la Révolution française un nouveau système d'écoles universitaires – appelées les Grandes Écoles – a été créé à Paris : ces écoles avaient pour mission de former les nouvelles élites politiques et intellectuelles et ici l'enseignement des mathématiques avait un rôle prioritaire. Les Grandes Écoles de Paris – notamment l'École Polytechnique – représentaient un véritable modèle pour l'étranger. Ce modèle était sans doute intéressant pour l'organisation universitaire, mais aussi pour la présence des mathématiques pures et appliquées dans l'enseignement. De plus, la haute valeur scientifique des mathématiciens qui enseignaient dans ces écoles rendait ce modèle encore plus attractif⁴.

Pendant la première partie du XIX^e siècle le français et le latin étaient les langues des savants et plusieurs mathématiciens étrangers venaient à Paris parfaire leur formation. Le modèle d'enseignement français a inspiré l'organisation des études supérieures dans divers

2 Une étude intéressante et large sur les mathématiques européennes au cours des siècles et auquel je me réfère plusieurs fois est (Goldstein, Gray, Ritter 1996).

3 (Durand-Richard 1996), (Gray 1996).

4 Sur l'histoire de l'École Polytechnique voir par exemple le livre (Belhoste 1994).

pays. Plusieurs exemples en témoignent. Je mentionne ici les cas de la Grèce, où Ioannis Carandinos (1784-1834) avait contribué à développer les mathématiques grecques en créant à Corfou une École Polytechnique sur le modèle de l'école parisienne où il avait fait ses études. Les livres utilisés étaient les traités classiques de Sylvestre François Lacroix (1765-1843), Joseph Louis Lagrange (1736-1813), Adrien Marie Legendre (1752-1833), Gaspard Monge (1746-1818) et d'autres mathématiciens français qu'il avait étudiés quand il était à Paris⁵. D'autres pays européens avaient également créé des Écoles Polytechniques qui suivaient le modèle parisien : en 1806 la réorganisation de l'École Polytechnique de Prague fut basée sur celle de Paris⁶, en 1820 une École Polytechnique à Madrid fut fondée sur le modèle français et au Portugal l'École Navale devint une Escola Polytechnica⁷. Ces Écoles suivaient l'organisation des cours des Grandes Écoles et souvent elles adoptaient les mêmes traités pour l'enseignement.

La France représentait aussi un modèle par rapport à la production scientifique : les journaux spécialisés en mathématiques (comme le *Journal de mathématiques pures et appliquées* et les *Annales Scientifiques de l'École Normale Supérieure*) étaient réputés à l'étranger ; les livres de mathématiques publiés en France étaient très souvent un point de repère pour tous les scientifiques tant pour la recherche que pour l'enseignement.

De manière très générale et schématique, on peut dire qu'autour de la moitié du XIX^e siècle plusieurs mathématiciens allemands – comme Johann Peter Gustav Lejeune Dirichlet (1805-1859), Carl Friedrich Gauss (1777-1855), Carl Gustav Jacob Jacobi (1804-1851), Ernst Eduard Kummer (1810-1893), Bernhard Riemann (1826-1866), Karl Theodor Wilhelm Weierstrass (1815-1897) – commen-

cent à figurer au premier rang dans le panorama mathématique européen ; ceci a contribué à rehausser la renommée des écoles mathématiques de Göttingen et de Berlin. Notre but ici n'est pas d'analyser les raisons qui ont amené l'Allemagne à devenir une *puissance* mathématique⁸. Nous pouvons remarquer qu'à côté du modèle français, un autre modèle d'organisation des études supérieures et de recherche mathématique se développe en Allemagne pendant la deuxième moitié du XIX^e siècle.

Le système éducatif allemand s'oriente dans la direction opposée à celle qui prévaut dans les Grandes Écoles françaises, où on s'efforce de concilier les mathématiques pures et leurs applications. En revanche, les principaux réformateurs de l'éducation en Allemagne, Wilhelm von Humboldt (1767-1835) et le philosophe Johann Gottlieb Fichte (1762-1814), ont pour idéal une science pure, libérée des contraintes matérielles, la seule science qui, à côté des sciences humaines, élève l'esprit humain. Alors qu'en France les mathématiciens – comme Augustin Louis Cauchy (1789-1857), Simon Denis Poisson (1781-1840), Lagrange, Legendre – ont donné des contributions importantes tant aux mathématiques pures qu'à la mécanique et à la physique mathématique, en Allemagne on veut donner naissance à un nouveau type d'élève, et donc d'homme, en suivant le courant idéaliste, opposé au modèle éducatif des Lumières. Pour ce qui concerne les mathématiques, ces idées ont conduit à préférer les mathématiques pures aux mathématiques appliquées ; par exemple, la théorie des nombres était considérée comme la véritable reine des mathématiques. Cependant, plusieurs mathématiciens allemands – et Gauss en est l'exemple emblématique – s'inté-

5 Sur le sujet voir (Phili 1996).

6 Voir (Novy 1996).

7 Voir (Ortiz 1996).

8 Pour les mathématiques allemandes au XIX^e siècle, voir (Rowe 1989), (Begehr and others 1998), (Tazzioli 2009).

QUELQUES REMARQUES SUR LES
MATHÉMATIQUES EUROPEENNES AU XIX^e

ressent aussi aux applications des mathématiques et à la physique, alors que leurs collègues, comme Weierstrass, se consacrent seulement aux mathématiques pures.

3. — L’Italie avant l’Unification

Au début du XIX^e siècle l’Italie était un pays partagé en plusieurs états qui étaient très différents du point de vue politique, économique et culturel. L’unification italienne fut un processus très long (qu’on appelle le *Risorgimento*) : après la proclamation du Royaume d’Italie (1861), une autre guerre d’indépendance fut nécessaire pour la conquête de Rome qui a été déclarée capitale en 1870. Quelques historiens considèrent la première guerre mondiale comme la quatrième guerre d’indépendance, où l’Italie pouvait s’annexer les « terre irredente » (les régions comme Trentino et Fiume qui faisaient encore partie de l’Autriche-Hongrie) en complétant son territoire.

Cependant, il existait déjà un sentiment patriotique au début du XIX^e siècle et les savants italiens tendaient à unir leurs efforts pour créer des institutions où ils pouvaient se reconnaître comme faisant partie de la même nation. En 1839 le premier Congrès de mathématiciens italiens eut lieu à Pise suivi par d’autres congrès les années suivantes. Le nombre de savants participants aux Congrès scientifiques des Italiens augmentait chaque année, de 421 (à Pise en 1839) à 1478 au congrès de Venise en 1847⁹.

En 1782 le mathématicien Antonio Maria Lorgna (1730-1796) fonda la *Società Italiana di Scienze* à Modena et le journal scientifique de la Société, *Memorie della Società Italiana di*

Scienze. Il commença ses publications dans le but de collecter les contributions des scientifiques italiens dans la même revue. Ces volumes contiennent les travaux des mathématiciens italiens les plus importants de l’époque, comme Antonio Bordini (1788-1860), Vincenzo Brunacci (1768-1818), Pietro Paoli (1759-1839), Gabrio Piola (1791-1850), Giovanni Plana (1781-1864), Ottaviano Mossotti (1791-1863) et Paolo Ruffini (1765-1822).

Sans doute, ces travaux étaient-ils influencés par Lagrange, qui était reconnu comme le meilleur parmi les mathématiciens italiens. Dans sa *Théorie des fonctions analytiques* (1797) Lagrange décrivait ses principes du calcul infinitésimal : son but était d’éliminer les quantités infinitésimales en considérant l’analyse algébrique des quantités finies uniquement. Selon Lagrange, chaque fonction pouvait toujours être développée en série ; ce fait représentait le point de départ de son analyse. En langage mathématique, Lagrange affirmait l’exactitude de la formule suivante lorsque f est une fonction :

$$f(x + i) = f(x) + pi + qi^2 + ri^3 + \dots$$

Il déduisait algébriquement que $p = \frac{f'(x)}{1!}$,

$$q = \frac{f''(x)}{2!}, r = \frac{f'''(x)}{3!}, \dots \text{ où } f'(x), f''(x), f'''(x),$$

sont les dérivées de différents ordres de la fonction f .

Cette procédure évitait les quantités *infinitement petites* seulement formellement, l’idée de limite était cachée mais bien présente dans le calcul des dérivées. De plus, on ne peut pas affirmer que toutes les fonctions sont développables en série de Taylor (nom actuel de ce procédé). De telles critiques furent avan-

⁹ Pour un panorama des mathématiques italiennes entre 1800 et 1950 voir (Giusti, Pepe 2001).

cées par plusieurs mathématiciens dès le début du XIX^e siècle.

Par rapport aux collègues français, les recherches des mathématiciens italiens – à l'exclusion de Lagrange qui était considéré italien en Italie et français en France – étaient en général de niveau assez faible avant l'Unité. Ce constat était partagé par les membres de l'Académie des Sciences de Paris et par plusieurs mathématiciens italiens. Les exceptions ne manquaient pas.

Pour ce qui concerne la période à cheval sur le XVIII^e et le XIX^e siècle, Jean Baptiste Joseph Delambre (1749-1822) a fait devant l'Empereur en 1810 son *Rapport historique sur le progrès des sciences mathématiques*, où il mentionnait à maintes reprises les noms des mathématiciens italiens qui à l'époque étaient bien connus en France : Paoli, Lorenzo Mascheroni (1750-1800) et Ruffini¹⁰.

En 1797 Mascheroni a publié son œuvre *Geometria del compasso*, qui contient l'idée – très originale à l'époque – de réduire au seul usage du compas la résolution de tous les problèmes de la géométrie élémentaire. Ce travail a été rapidement traduit et publié en français. Son nom est aussi lié à une constante (la constante d'Euler-Mascheroni) introduite dans la formule mathématique qui donne la somme des inverses des n premiers entiers. Ce mathématicien a été membre de la Commission des poids et mesures à Paris ; à partir de 1786 il enseigna à l'Université de Pavie, où il y avait une tradition mathématique remarquable, bien représentée par les noms de Saccheri et Boscovich. Paoli avait également enseigné à l'Université de Pavie avant de s'établir à Pise. Delambre écrit que Paoli était « l'un des hommes les plus distingués parmi ceux qui cultivent les mathématiques en Italie »¹¹. Il fut l'auteur de divers ouvrages d'analyse et d'algèbre. Son traité

d'analyse – que Delambre décrit comme un « excellent abrégé » – présente les recherches les plus récentes dans un ordre bien méthodique. Son traité d'algèbre, *Elementi di algebra finita e infinitesimale* (1794) est remarquable, bien que les résultats les plus intéressants sur la théorie des équations algébriques aient été obtenus par Ruffini.

Les idées révolutionnaires de Ruffini, publiées dans un ouvrage de 1799, concernent l'impossibilité de trouver une solution algébrique pour l'équation générale de degré supérieur à quatre. Cette question avait déjà été envisagée par Lagrange, mais c'est seulement après les travaux de Galois sur la théorie des groupes qu'elle a été expliquée de manière claire et rigoureuse. La démonstration de Ruffini s'appuyait sur le concept de permutation des racines : un concept qui a un rôle fondamental dans la théorie de Galois. Malheureusement cette démonstration était très longue et compliquée à suivre et la plupart des mathématiciens de l'époque ne la comprirent pas. Par conséquent, l'ouvrage de Ruffini n'a pas eu une grande influence sur les mathématiques postérieures.

On va se concentrer maintenant sur les mathématiques, et notamment sur les écoles mathématiques, en Italie à la veille de l'unification nationale afin de comparer facilement les deux périodes précédant et suivant l'unification du pays. Pendant la première partie du XIX^e siècle plusieurs mathématiciens italiens firent une partie de leurs études à Paris, en particulier à l'École Polytechnique qui était considérée comme le temple des mathématiques. Les idées de Lagrange et ses méthodes en algèbre et en analyse ont donc énormément influencé les ouvrages des mathématiciens italiens. Sa manière de manipuler les séries infinies fut adoptée

10 (Delambre 1989).

11 (Delambre 1989, p. 104).

 QUELQUES REMARQUES SUR LES
 MATHÉMATIQUES EUROPÉENNES AU XIX^e

par exemple par Brunacci dans son ouvrage en quatre volumes qui collectait son cours d'analyse (1804-1808), et par son élève Bordoni dans son propre cours d'analyse publié en 1831. Bordoni aurait créé une véritable école mathématique à l'Université de Pavie, où se sont formés plusieurs mathématiciens de la génération du *Risorgimento*, comme Gaspare Mainardi (1800-1879) et Delfino Codazzi (1824-1873) qui utilisaient les méthodes modernes de Gauss dans la théorie des surfaces, et d'autres mathématiciens dont on parlera après. Giuliano Frullani (1795-1834), professeur à Pise et ami personnel de Poisson, suivait lui aussi des méthodes analytiques inspirées des idées de Lagrange.

Pendant la période antérieure à l'Unité d'Italie, la France représentait un idéal politique pour les mathématiciens italiens qui combattaient pour l'unification nationale. Cet attrait renforça les liens entre les deux pays. La fondation de l'École Normale Supérieure de Pise en 1813 par décret de Napoléon est une conséquence importante de l'influence de la domination française en Italie. L'École Normale de Pise représenta un des centres universitaires d'excellence en Italie pendant les XIX^e et XX^e siècles. Le Comte Guglielmo Libri (1803-1869), professeur à l'École Normale de Pise, mathématicien et érudit réputé à l'étranger, en 1831 quitta l'Italie à cause de ses idées libérales contraires au *Granduca*. Il vécut longtemps à Paris où il écrivit un célèbre ouvrage en quatre volumes sur l'histoire des mathématiques en Italie, *Storia delle Scienze Matematiche in Italia dal Rinascimento al XVII secolo* (1838-1941), et devint professeur au Collège de France où il eut d'autres charges prestigieuses. En 1848 il finit sa carrière scientifique sans gloire, en effet, il fut accusé de nombreux vols de livres rares.

À remarquer qu'en 1846, après divers événements historiques, parmi lesquels la ferme-

ture de l'École, le *Granduca di Toscana* Leopoldo re-inaugurait, à Pise, l'École Normale ayant comme but la formation des enseignants de collège et de lycée. Mossotti, protagoniste du *Risorgimento*, enseigna à Pise à partir de 1840. Étudiant de Brunacci et spécialiste de physique mathématique, il fut à l'étranger en 1813 – Suisse, Londres, Buenos Aires, Corfou – à cause de ses idées politiques en faveur de l'unification de l'Italie. Pendant les mouvements populaires du *Risorgimento*, qui ont conduit à l'unification du pays, Mossotti fut à la tête du bataillon de l'université de Pise (1848) dans lequel son élève Enrico Betti (1823-1892) combattait avec les autres étudiants.

Francesco Fàa di Bruno (1825-1888) quitta l'Italie à cause de ses idées libérales, après avoir combattu dans la première guerre d'indépendance (1848). En 1849, il alla étudier les mathématiques à Paris lors d'un séjour qui dura deux années et qu'il renouvela de 1854 à 1856. Il fit son doctorat avec Cauchy et travailla aussi à l'Observatoire sous Urbain Le Verrier (1811-1877). Il publia d'intéressants ouvrages en français sur la théorie de l'élimination, la théorie des invariants et les fonctions elliptiques. Dans sont traité *Théorie générale de l'élimination* (Paris, 1859), qui fut une référence dans ce domaine pendant plusieurs années, il donnait la formule (dite de Fàa di Bruno) de la dérivée d'ordre n d'une fonction composée¹². Son rapport avec Cauchy devait être très fort: outre les intérêts pour les mathématiques, ils partageaient une foi catholique très profonde¹³. Revenu à Turin Fàa di Bruno collabora avec Plana, le Directeur de l'Observatoire, puis il devint professeur à l'Université de Turin.

12 Sur l'œuvre mathématique de Fàa di Bruno voir (Briaglia 2004).

13 Fàa di Bruno devint en effet prêtre; il fut béatifié en 1988.

Cauchy, conservateur en politique, avait justement passé quelques années à Turin à partir de 1830, en suivant le roi Charles X. Les idées de Cauchy étaient en désaccord avec celles de Lagrange pour ce qui concerne la manipulation des séries divergentes. En fait Cauchy était convaincu de l'importance de la rigueur en analyse et, par conséquent, il souhaitait l'élimination des méthodes peu rigoureuses, *in primis* les procédures mathématiques qui impliquaient l'usage des séries divergentes. En 1833, il avait publié son cours d'analyse à l'Université de Turin dans les *Résumés analytiques*. L'influence de Cauchy en Italie fut remarquable en partie grâce à ce séjour.

Le débat entre lagrangiens et disciples de Cauchy fut assez acerbé non seulement en France, mais également en Italie. Par exemple, Felice Chiò (1813-1871) et Luigi Federico Menabrea (1809-1896), tous deux étudiants de Plana à Turin, avaient des idées très différentes sur la manière d'aborder les problèmes d'analyse, Chiò étant disciple de Cauchy et Menabrea suivant les méthodes de Lagrange. Je précise que Ruffini et les mathématiciens proches du Directeur de l'Observatoire de Milan, Piola, aimaient la manière d'envisager les mathématiques *à la Cauchy*; ils partageaient aussi les idées politiques et religieuses du mathématicien français.

Dans le panorama *mathématique* italien avant l'Unité, le système français et les nouvelles méthodes de l'analyse française représentent donc le principal repère. Cependant il y a quelques exceptions, parmi lesquelles Giusto Bellavitis (1803-1880), un mathématicien autodidacte mais génial de Padoue. Ses travaux les plus intéressants portent sur un calcul géométrique qu'il appelait *calcul des équipollences* et qui est semblable au calcul vectoriel moderne. Son livre sur le sujet a été publié en 1835 bien avant les œuvres de Hermann Günther Grassmann

(1809-1877) et Giuseppe Peano (1858-1932). Bellavitis, professeur à l'Université de Padoue à partir de 1845, était proche des théories géométriques développées en France par Michel Chasles (1793-1880) et Jean Victor Poncelet (1788-1867), mais ses idées sont aussi inspirées des travaux des allemands August Ferdinand Möbius (1790-1868), Jakob Steiner (1796-1863) et Julius Plücker (1801-1868).

Pendant la première partie du XIX^e siècle, les mathématiques italiennes, plus faibles que les mathématiques allemandes et françaises, avaient donné des contributions intéressantes. L'absence de journaux scientifiques de bon niveau explique, au moins partiellement, la méconnaissance de ces résultats par les mathématiciens étrangers. Les scientifiques – et en particulier les mathématiciens – ont donc tenté de corriger ce défaut de diffusion en créant des journaux sur les modèles des revues spécialisées françaises et allemandes : Barnaba Tortolini (1808-1874), professeur à l'Université de Rome, a pris comme modèles le *Journal des mathématiques pures et appliquées* (dit *Journal de Liouville*), le journal anglais *Quarterly Journal* et le *Journal für die reine und angewandte Mathematik* (dit *Journal de Crelle*) pour fonder en 1850 les *Annali di Scienze matematiche e fisiche*. Ce journal, le premier en Italie ne publiait que des articles de mathématiques et de physique, a contribué à faire connaître les résultats des mathématiciens italiens à l'étranger.

À partir des années cinquante une nouvelle génération de mathématiciens a commencé à se former en Italie : il s'agit de mathématiciens comme Betti, Brioschi, Casorati, Cremona et Beltrami. Betti fut un des mathématiciens italiens les plus influents ; il fut directeur de l'Ecole Normale pendant 25 années et parmi ses étudiants on trouve des mathématiciens comme Ulisse Dini (1845-1918), Gregorio

 QUELQUES REMARQUES SUR LES
 MATHÉMATIQUES EUROPÉENNES AU XIX^e

Ricci Curbastro (1853-1925), Luigi Bianchi (1859-1928), Vito Volterra (1860-1940). De plus, comme d'autres mathématiciens italiens, Betti a continué son engagement social et politique pendant la période post unitaire (voir le paragraphe 4). Les recherches de Betti portent sur divers domaines des mathématiques. Il est bien connu pour ses contributions à la topologie (*les nombres de Betti* sont liés à la connexion des variétés) ; il a écrit plusieurs travaux concernant la théorie des fonctions elliptiques en suivant l'approche riemannienne ; il a repris la théorie de Galois qui était encore peu connue, également en France, et il l'a utilisée pour aborder de manière rigoureuse le problème qui consiste à trouver si les racines d'une équation algébrique s'expriment ou non par des radicaux. Il a aussi apporté des contributions remarquables à la théorie du potentiel et à la théorie de l'élasticité. Déjà avant 1850 Betti publia ses travaux sur la théorie des équations algébriques, mais la plupart de sa production scientifique n'apparut qu'après l'unification italienne¹⁴.

D'autres mathématiciens qui, comme Betti, savaient ce qui se passait à l'étranger, lisaient les articles parus dans les journaux les plus prestigieux et intervenaient dans des débats d'intérêt international. Parmi eux Francesco Brioschi (1824-1897) fut un étudiant de Bordoni à Pavie, mais également un mathématicien du *Risorgimento* ayant combattu à Milan contre les Autrichiens. Brioschi a travaillé sur la théorie des invariants en suivant les recherches de Jacobi, Sylvester et Cayley. En 1852 il devint professeur à l'Université de Pavie et en 1854 il publia un traité sur la théorie des déterminants qui fut très tôt considéré comme un classique et traduit en plusieurs langues. Dans la même génération de mathématiciens, Angelo Genocchi (1817-1889), futur professeur de Peano à Turin et analyste et théoricien des nombres, entretenait des relations d'amitié avec Charles Hermite (1822-1901) et Hermann Amandus Schwarz

(1843-1921). Betti, Brioschi et Genocchi sont les protagonistes d'une polémique intéressante qui concerne les *Annali* de Tortolini¹⁵.

En 1857 Brioschi écrivit à Betti (28 Avril 1857) une lettre qui contenait des remarques à propos du niveau assez faible des articles publiés dans le journal de Tortolini¹⁶. Les objectifs du journal, selon Brioschi, devaient être : 1. de publier de bons articles de mathématiciens italiens afin que leurs homologues étrangers puissent apprécier leurs travaux ; 2. de permettre aux mathématiciens italiens l'accès aux articles les plus importants publiés dans les autres pays européens. Comme l'écrivait Brioschi, si les *Annali* de Tortolini parvenait à satisfaire partiellement le premier objectif, ils n'ont pas du tout atteint le deuxième.

En 1858 les *Annali* étaient encore publiés sous la direction de Tortolini qui accepta, bien que sans enthousiasme, la nouvelle rédaction de Betti, Brioschi et Genocchi. Le nom de la revue devint *Annali di matematica pura ed applicata*. Betti et Brioschi étaient très engagés dans cette entreprise et, grâce à leurs articles et à leurs relations personnelles, le journal obtint l'appui des mathématiciens étrangers qui parfois collaboraient à la revue.

Pendant la même année Betti et Brioschi furent les acteurs principaux d'un autre épisode de la vie scientifique nationale. Il s'agit d'un voyage d'études à l'étranger que les deux mathématiciens auraient du entreprendre avec Placido Tardy (1816-1914) (professeur à Gênes) et Genocchi. Le but du voyage était de rentrer en contact personnellement avec les mathé-

14 Sur Betti voir l'Introduction du livre (Capecchi, Ruta, Tazzioli 2006).

15 Sur les détails sur cette polémique et, plus en général, sur l'histoire des *Annali di Matematica* voir (Bottazzini 2000).

16 Les lettres de Brioschi à Betti sont contenues dans les *Archives de la Bibliothèque de l'Ecole Normale de Pise*.

maticiens français et allemands les plus réputés et avec lesquels ils avaient été parfois en relations épistolaires. Finalement Genocchi et Tardy, pour des raisons différentes, ne sont pas partis et Felice Casorati (1835-1890), le jeune assistant de Brioschi à Pavie, s'est joint aux deux autres. Ils ont fait la connaissance de Riemann et Dirichlet à Göttingen, de Kronecker, Kummer et Weierstrass à Berlin, et de Joseph Louis François Bertrand (1822-1900) et Hermite à Paris.

4. — La nouvelle Italie

Le voyage de Betti, Brioschi et Casorati est emblématique de la nouvelle période qui va commencer : vers la fin du XIX^e siècle l'Italie deviendra une nation où les recherches mathématiques sont de plus en plus appréciées et plusieurs mathématiciens italiens acquièrent une certaine réputation à l'étranger. Le voyage en Europe a permis aux trois mathématiciens de faire la connaissance de collègues étrangers parmi les plus célèbres de l'époque, et de voir l'organisation des études et de la recherche universitaires. L'influence de Riemann sur Betti et Casorati a été énorme et sa manière d'envisager l'analyse complexe a marqué leurs futures carrières scientifiques. En revenant à Pise, Betti a traduit et publié l'*Inauguraldissertation* de Riemann sur la théorie des fonctions d'une variable complexe ; ensuite, il s'est beaucoup engagé dans la diffusion des idées de Riemann en Italie.

Dans les années suivant l'Unité de l'Italie, Betti, Brioschi et Casorati étaient en première ligne pour construire le nouveau pays du point de vue politique, social et culturel. À leurs côtés, on trouve d'autres mathématiciens de haute valeur scientifique, engagés auparavant comme soldats contre les ennemis communs et ensuite comme hommes politiques. Je me réfère en particulier à Luigi Cremona (1830-1903)

et Eugenio Beltrami (1835-1900), qui avaient étudié à Pavie et étaient amis de Brioschi.

Cremona était un géomètre qui suivait les recherches de Chasles, Niels Henrik Abel (1802-1829) et Jacobi. Il a apporté des contributions remarquables à la théorie des courbes gauches et il a introduit des transformations géométriques nouvelles qui, après lui, sont dites *crémoniennes*. Parmi ses élèves je mentionne Riccardo De Paolis (1854-1892), Eugenio Bertini (1846-1933) et Giuseppe Veronese (1854-1917). Beltrami était un géomètre différentiel qui s'est intéressé aussi à la physique mathématique, notamment à la théorie du potentiel et à l'élasticité. En 1868 il a donné le premier modèle euclidien du plan hyperbolique, qui s'appelle *modèle de Beltrami*.

Les mathématiciens du *Risorgimento* voulaient améliorer le niveau des mathématiques en réalisant les projets suivants :

1. Donner un rôle fondamental aux mathématiques dans l'organisation des études au lycée et à l'université.
2. Inciter les mathématiciens italiens à s'engager à publier livres et traités universitaires.
3. Améliorer les journaux mathématiques italiens pour atteindre un niveau international.
4. Organiser des séjours scientifiques des étudiants italiens à l'étranger pour améliorer le niveau scientifique du nouveau pays.

Ils pouvaient poursuivre ces projets grâce aussi à leur engagement politique : les mathématiciens mentionnés ci-dessus furent tous sénateurs du Royaume d'Italie ; Brioschi fut aussi secrétaire du Ministère de l'Education Publique pendant une brève période après l'unification du pays, Cremona Ministre de l'Education Nationale en 1898 (pour un mois seulement) et

plusieurs étaient membres de commissions chargées de formuler les nouveaux programmes pour l'enseignement.

Dans la suite je me concentre sur les quatre points énoncés, en donnant descriptions et exemples. L'efficacité de la politique scientifique de ces mathématiciens est bien mise en évidence au moment d'une polémique concernant l'adoption des manuels scolaires au lycée. D'une part Cremona et ses amis (*in primis* Beltrami, Betti et Brioschi) pensaient que les *Éléments* d'Euclide était le texte mathématique idéal pour le lycée, puisque la rigueur géométrique est à la base de chaque raisonnement mathématique, et d'autre part d'autres mathématiciens (Raffaele Rubini (1871-1890) en Italie, J.M. Wilson en Angleterre, Jules Hoüel (1823-1886) en France) jugeaient le livre d'Euclide désuet et artificiel, et donc inadapté aux élèves des lycées. Ils auraient préféré introduire des manuels scolaires respectant le point de vue de Legendre, qui mélangeait géométrie et algèbre en remplaçant les grandeurs géométriques par des nombres et les opérations géométriques par des opérations algébriques. Finalement Cremona, membre de la commission chargée de prendre cette décision, réussit à imposer sa volonté et en 1867 parut à Florence un ouvrage, connu comme le *Betti-Brioschi*, qui était essentiellement une réédition des *Éléments* avec des notes supplémentaires et des ajouts pour les enseignements dans les lycées. En effet, Betti et Brioschi furent engagés par Cremona – qui ne pouvait pas faire partie des auteurs pour des raisons institutionnelles – à écrire cet ouvrage. Le *Betti-Brioschi* a été adopté dans les lycées pendant au moins une cinquantaine d'années et a connu plusieurs rééditions¹⁷.

Le dynamisme des mathématiciens a montré son efficacité aussi dans l'enseignement supérieur : en 1863 Brioschi – en prenant comme modèle la France et l'Allemagne – a fondé l'*Istituto Tecnico Superiore* (l'actuel *Polytechnique*) à Milan avec des capitaux publics et privés. Dans les années soixante-dix, Cremona a été chargé par le Ministre de l'Éducation Publique de réorganiser l'École des Ingénieurs de Rome dont il fut le directeur.

Pour améliorer les études universitaires on avait besoin de bons enseignants mais aussi de bons traités; à côté des traductions des classiques de mathématiques français, anglais et allemands, commence une véritable production italienne. Ainsi les mathématiciens italiens publient des traités sur des sujets différents : algèbre, statique graphique, théorie des déterminants, analyse complexe et réelle, géométrie analytique, mécanique rationnelle, théorie de l'élasticité, théorie du potentiel. À partir des années soixante-dix quelques-uns de ces traités ont été traduits (notamment en allemand) et appréciés à l'étranger. Les auteurs (Betti, Casorati, Brioschi, Cremona) étaient bien conscients de l'importance des manuels pour les étudiants de mathématiques mais aussi pour les futurs ingénieurs.

Pour dynamiser la recherche, les mathématiciens du *Risorgimento* se sont efforcés d'améliorer les journaux italiens et de former de bons étudiants. On a déjà parlé des *Annali* de Tortolini et de la nouvelle rédaction de Brioschi, Betti et Genocchi commencée en 1858. Le journal était partagé en deux parties : la première partie contenait des articles originaux et la deuxième partie des traductions ou des résumés des articles étrangers considérés comme remarquables. Après son voyage en France et en Allemagne, Betti publia la traduction du mémoire de Riemann sur les fonctions d'une variable complexe dans les *Annali* et Brioschi com-

17 Sur le *Betti-Brioschi* voir (Boi, Giacardi, Tazzioli 1998) (Giacardi, Tazzioli 2012).

mença à travailler sur l'équation algébrique du cinquième degré en suivant des méthodes de Kronecker et Hermite, avec lesquels il avait pu discuter pendant le voyage. Brioschi reçut une lettre d'Hermite sur le sujet qu'il publia dans les *Annali*. Dans le premier volume de 1858, Brioschi publia sept mémoires originaux et deux dans le deuxième ; Betti publia aussi une monographie sur les fonctions elliptiques et Cremona fut l'auteur de cinq articles dans les deux premiers tomes des *Annali*. Les mathématiciens étrangers commencèrent à lire et à apprécier le nouveau journal italien.

Malgré cet élan initial, les *Annali* ne tardèrent pas à devenir un journal de plus en plus provincial. En effet, en 1866 Brioschi devint le directeur de *Il Politecnico*, une revue très célèbre en Italie qui avait comme principaux lecteurs des ingénieurs et des entrepreneurs. Betti et Cremona étaient de plus en plus engagés en politique. Tortolini n'ayant ni le talent mathématique ni l'esprit d'un bon directeur de journal, les *Annali* ont commencé à publier des articles moins intéressants et l'état du journal devint de plus en plus piteux, au moins aux yeux de Cremona, Betti et Brioschi.

Le dénouement est le suivant: bientôt Brioschi et Cremona décident de faire imprimer le journal à Milan, dans le but principal de se débarrasser de Tortolini et de sa mauvaise direction. Brioschi, Cremona, mais aussi Betti et Genocchi sont d'accord et poussent le projet qui, finalement, aboutit. Au printemps 1866 les *Annali* publient la nouvelle série ; les premiers tomes contiennent des articles de Brioschi, Betti, Cremona, Beltrami et Dini, un étudiant de Betti à l'université de Pise qui apportera des contributions remarquables à l'analyse réelle. De bons mathématiciens étrangers, comme Clebsch, Hermite, Jordan, Christoffel, Gordan, publient également dans ce journal qui, en quelques années,

devient un point de repère *international* de la recherche mathématique.

En plus des *Annali* on trouve un autre journal mathématique, *Giornale di Matematiche*, qui a été fondé en 1863 par Giuseppe Battaglini (1826-1892), professeur à l'université de Naples. Le but du *Giornale* est la diffusion du savoir mathématique auprès des enseignants. Ce journal contient plusieurs traductions de mémoires considérés comme des éléments importants de l'histoire des mathématiques ; en particulier, il a joué un rôle remarquable dans la diffusion de la géométrie non euclidienne en Italie en publiant les traductions des mémoires classiques sur ce sujet.

Le dernier point que j'ai promis de développer ici concerne les séjours des étudiants de mathématiques à l'étranger. À partir de l'unification de l'Italie, l'Allemagne était le pays que les étudiants italiens préféraient et Berlin la ville la plus choisie. Entre 1861 et 1894, l'Etat italien a donné 204 bourses pour l'étranger : 78 à la Faculté de Médecine ; 38 à la Faculté de Droit ; 44 à la Faculté de Philosophie ; 44 à la faculté de Sciences mathématiques et naturelles. Trois étudiants sur quatre choisissaient l'Allemagne ; un sur deux Berlin¹⁸. Les étudiants venaient surtout des universités de Rome et Pise, mais il y avait aussi des étudiants de Padoue, Turin, Naples, Pavie, Palerme et Bologne. Brioschi devait sans doute s'intéresser beaucoup à la question des bourses car il écrivait ravi à Betti (le 6 juillet vers 1860) que "le ministère a pris la décision d'envoyer à l'étranger huit ou dix jeunes licenciés en mathématiques pour se consacrer à l'étude de la chimie, de la physique, de la minéralogie et de la mécanique appliquées aux mathématiques..."

18 Une analyse détaillée sur les savants italiens en Allemagne pendant les XIX^e et XX^e siècles se trouve dans le livre (Comi, Dipper 2006).

 QUELQUES REMARQUES SUR LES
 MATHÉMATIQUES EUROPEENNES AU XIX^e

L'Allemagne était le pays préféré des mathématiciens pour diverses raisons : les mathématiciens du *Risorgimento* appréciaient beaucoup les nouvelles recherches mathématiques de Riemann, Klein, Weierstrass et d'autres, et aussi l'organisation des universités allemandes. Par exemple, ils admiraient l'efficacité des séminaires de recherche mathématique à destination des étudiants mis en place pour la première fois par Jacobi à l'université de Königsberg. Les autres universités allemandes ont rapidement adopté son modèle qui constituait un outil essentiel pour la formation des jeunes à la recherche. L'Allemagne est donc devenue une destination privilégiée pour des mathématiciens de valeur comme Salvatore Pincherle (1853-1936), analyste à l'université de Bologne, qui a passé une année à Berlin avec Weierstrass (1877-78) ; Bianchi, géomètre différentiel à l'université de Pise, qui a été à l'université de Munich avec Klein (1879-80) ; Ricci Curbastro, le fondateur du calcul tensoriel, qui a été à Munich aussi avec Klein et Brill (1877-78). Ces trois mathématiciens ont été étudiants de Betti à l'*École Normale Supérieure* de Pise.

Les séjours des jeunes mathématiciens italiens en Allemagne ont continué pendant les années suivantes. Beltrami écrivait à Klein le 5 Janvier 1885 : "Je saisis cette occasion pour

vous remercier aussi de la bienveillance que vous avez bien voulu témoigner à M.r Morera¹⁹, ainsi qu'aux autres jeunes gens italiens qui l'ont précédé à Leipzig." Et quelques années plus tard (le 17 Avril 1888) : "La nouvelle que Vous me donnez de la présence chez Vous d'un des fils du regretté Sella²⁰ m'a beaucoup intéressée : j'avais probablement connu ce jeune homme lorsqu'il était encore enfant, car j'allais souvent, à Rome, chez son père, un homme éminent dont je garde un souvenir des plus chers et dont la perte a été un véritable malheur pour notre pays. Je fais des vœux sincères pour que ce fils fasse honneur à sa naissance."²¹

Dans ses lettres à Bianchi Klein parlait aussi des jeunes boursiers italiens qui étaient chez lui à Leipzig et en particulier de Veronese, Francesco Gerbaldi (1858-1934) et Morera (lettre du 18 Août 1888)²². Le 13 Octobre 1890, Klein écrivait encore à Bianchi à propos du "talent" de Pascal²³ qui était à Göttingen pour un séjour d'étude²⁴. Je mentionne encore Gino Fano (1871-1952) qui, après un séjour à Göttingen avec Klein, a traduit en italien le célèbre programme d'Erlangen et l'a publié dans les *Annali* (1899).

Vers la fin du XIX^eème les séjours des jeunes mathématiciens italiens en Allemagne étaient déjà une tradition assez consolidée; une tradition commencée juste après l'unification de l'Italie et qui s'arrêtera seulement à cause de la première guerre mondiale.

5. — Conclusions

Les efforts des mathématiciens du *Risorgimento* ont beaucoup amélioré le niveau des mathématiques italiennes en l'espace d'une vingtaine d'années. Cet article n'est pas le lieu pour analyser en détail les différentes écoles italiennes et les recherches mathématiques d'excel-

19 Giacinto Morera (1856-1909) fut professeur de mécanique aux universités de Gênes et Turin.

20 Il s'agit de Alfonso Sella (1865-1907). Son père, Quintino Sella, était géologue et homme politique (ancien élève de l'École de Mines de Paris).

21 Les lettres de Beltrami à Klein sont contenues dans les *Archives de la Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek* de Göttingen et publiées in (Tazzioli 2012).

22 Les lettres de Klein à Bianchi ont été publiées dans le volume XI des *Oeuvres* de Bianchi; voir (Bianchi 1959, p. 119).

23 Ernesto Pascal (1865-1940) fut professeur à l'université de Naples.

24 (Bianchi 1959, p. 120).

lence développées en Italie de l'unification du pays à la fin du XIX^e siècle²⁵. Je me contente d'exhiber ici quelques exemples qui soulignent bien les changements par rapport à la période précédente.

Autour de Betti, à l'Université de Pise, plusieurs recherches mathématiques ont été développées : analyse, géométrie différentielle et physique mathématique. Dini a publié des traités intéressants sur les fonctions de la variable réelle et sur les séries de Fourier qui s'intègrent dans le processus visant à introduire la rigueur en analyse. Ce mouvement, commencé par Cauchy dans les années vingt du XIX^e siècle, a abouti à l'école de Weierstrass à Berlin pendant les années soixante-dix. Dini a démontré le théorème des fonctions implicites et de nouveaux résultats sur les critères de convergence des séries. Son étudiant Cesare Arzelà (1847-1912) a également travaillé sur le sujet et a introduit les notions de convergence quasi-uniforme pour les séries et d'équi-continuité pour les courbes – sur ce dernier concept il a repris les travaux de Guido Ascoli (1843-1896) et les ouvrages de Volterra sur “les fonctions qui dépendent de lignes”.

Volterra, qui était un étudiant de Betti et Dini à Pise, deviendra un des mathématiciens et savants les plus influents du XX^e siècle et contribuera à la naissance et au développement de l'analyse fonctionnelle. Il sera appelé à l'étranger “Mister science italienne” pour souligner l'importance de sa politique scientifique dans l'Italie du XX^e siècle. Pincherle, un autre représentant de l'école d'analyse de Pise, a donné des contributions importantes à l'analyse complexe et a diffusé les idées de Weierstrass

en Italie en publiant en 1880 un essai sur le cours de Weierstrass qu'il avait suivi à Berlin pendant sa période d'études (1877-1878).

Les mathématiciens italiens se sont beaucoup consacrés à la géométrie différentielle : à partir de Bordoni à Pavie, ce sujet est devenu une véritable tradition italienne avec les travaux de Beltrami, Bianchi, Ricci Curbastro et Levi-Civita. Bianchi a publié un traité sur la géométrie différentielle en plusieurs volumes qui était considéré comme un classique sur le sujet et qui a eu en Italie le même rôle que le traité de Darboux en France. Bianchi s'était aussi beaucoup intéressé à la théorie des nombres, à la théorie des équations algébriques, à l'analyse complexe et aux fonctions elliptiques. Il a publié des livres remarquables sur plusieurs de ces sujets qu'il a traités en utilisant les méthodes les plus modernes inspirées par Riemann, Weierstrass et l'école allemande en général.

Ricci Curbastro, le fondateur du calcul tensoriel, étudia à Pise où il rédigea sa thèse avec Betti sur une question de physique mathématique. Il devint professeur à l'université de Padoue où il eut Tullio Levi-Civita (1873-1941) parmi ses étudiants. Levi-Civita développa des aspects fondamentaux du calcul tensoriel – comme le transport parallèle et la notion de connexion – et se consacra aussi aux problèmes des trois corps, à l'hydrodynamique et à la relativité en publiant sur ces sujets des travaux importants.

Veronese, étudiant de Cremona, devint professeur de géométrie à l'université de Padoue à la mort de Bellavitis, où il a eu Levi-Civita parmi ses étudiants. Il a développé de nouvelles recherches en géométrie des hyperspaces au point de vue projectif en publiant en 1891 le livre célèbre *Fondamenti di geometria a più dimensioni e a più specie di unità retti-*

25 Sur le sujet voir le livre (Bottazzini, Nastasi, 2013). Une analyse de l'engagement des mathématiciens italiens dans la construction de l'identité nationale est détaillée dans la thèse. (Durand 2015)

linee. On trouve ici une discussion intéressante sur les axiomes de la géométrie et des considérations révolutionnaires sur la géométrie non archimédienne.

Une vision plus analytique des hyperspaces, qui s'opposait à la vision projective de Veronese, a été développée par Corrado Segre (1863-1924) à l'université de Turin. Segre a eu un rôle très important en Italie, puisqu'il fut un des fondateurs de l'école italienne de géométrie algébrique qui a parmi ses représentants Francesco Severi (1879-1961), Guido Castelnuovo (1865-1952), Federico Enriques (1871-1946). Severi et Castelnuovo étaient des étudiants directs de Segre à Turin, tandis que Enriques s'est familiarisé avec la géométrie algébrique grâce à Castelnuovo, avec lequel il avait d'étroites relations personnelles et scientifiques.

Giuseppe Peano (1858-1932), un savant avec des intérêts variés en analyse, logique, philosophie et aussi philologie, avait fondé une école à l'université de Turin. A partir des notes du cours de son professeur Genocchi, Peano publia un traité (*Calcolo differenziale e principi di calcolo integrale...*, 1884) qui devint vite un texte de base en analyse connu comme le *Peano-Genocchi*. Peano a aussi développé le calcul des vecteurs et il a introduit la première formulation axiomatique du calcul vectoriel (*Calcolo geometrico*, 1889). La même année il publia le livre contenant le célèbre système d'axiomes pour les nombres entiers et un autre opuscule sur les axiomes de la géométrie. À partir de 1895 il a démarré un travail collectif, le *Formulario Mathematico*, ayant pour but de produire un ouvrage qui permettrait de traiter les mathématiques de manière très rigoureuse à partir de la logique, de ses lois et de ses symboles. Autour de ce projet on trouve ses étudiants et des collaborateurs comme Cesare Burali-Forti (1861-1931), Giovanni Vailati (1863-1909), Giuseppe Vivanti (1859-1949), Fano, Alessandro Padoa (1886-

1937), Mario Pieri (1860-1913), Giovanni Vacca (1872-1953).

Donc, bien que ce panorama soit général et rapide, il montre que pendant la deuxième partie du XIX^e siècle il y a en Italie une activité de recherche mathématique variée et très riche. Les mathématiciens italiens étaient bien réputés à l'étranger, ils étaient invités aux congrès internationaux pour y donner des conférences, leurs étudiants étaient bien accueillis dans les universités étrangères. Le journal *Annali*, considéré de niveau international, publiait des articles intéressants rédigés par des mathématiciens italiens ou étrangers.

De plus, les nombreuses traductions de livres et traités italiens parus en allemand, français et anglais montrent la bonne réputation des mathématiques italiennes : le livre de Cremona sur la statique graphique a été traduit en plusieurs langues, le livre sur la théorie des déterminants de Brioschi (*La teorica dei determinanti e le loro principali applicazioni*, 1854) en français et en allemand, les articles de Beltrami sur la géométrie non euclidienne qui contiennent son modèle euclidien du plan hyperbolique ont été traduits en français et publiés sur les *Annales de l'École Normale supérieure* (1869) ; parmi les livres traduits en allemand je mentionne le livre de Betti sur la théorie du potentiel (*Teorica delle forze newtoniane e sue applicazioni all'elettrostatica e al magnetismo*, 1879), le *Peano-Genocchi*, le traité d'analyse de Dini (*Fondamenti per la teorica delle funzioni di variabili reali*, 1878) et les volumes de Bianchi sur la géométrie différentielle (*Lezioni di geometria differenziale*, 3 vols., 1902-1909).

Je voudrais encore mentionner un autre étudiant de Cremona à l'université de Rome, Giovanni Battista Guccia (1855-1914) qui a fondé en 1884 à Palerme, sa ville natale, le *Circolo Mate-*

matico di Palermo. Cette institution fut très importante en Italie et à l'étranger. Poincaré, Klein, Hilbert, Enriques faisaient partie de son conseil scientifique. La revue du *Circolo*, les *Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo*, fut un véritable journal international qui a accueilli des articles rédigés par les plus importants mathématiciens de l'époque (italiens et étrangers). Jusqu'à la première guerre mondiale le *Circolo* a représenté une des sociétés mathématiques les plus vivantes et riches du monde²⁶.

En conclusion, au début du XX^e siècle la recherche mathématique est représentée en

Italie par plusieurs écoles et sociétés remarquables et par des journaux de niveau international. Le panorama est donc très différent de celui du siècle précédent. On peut expliquer le faible rayonnement des mathématiques italiennes avant l'unification par une certaine inertie dans la production mathématique et par la méconnaissance des publications des mathématiciens italiens à l'étranger. L'efficacité du travail accompli durant toute la période du *Risorgimento* a permis de soulever ces obstacles, élevant les mathématiques italiennes à une place centrale dans l'Europe de la fin du XIX^e siècle.

26 Sur le *Circolo Matematico di Palermo* voir (Brigaglia, Masotto 1982).

Références

- Bartocci, C., Odifreddi, P. (sous la direction de) 2009. *La Mathématique I*. Paris : Editions CNRS.
- Begehr, H.G.W., Koch, H., Kramer, J., Schappacher, N., Thiele E.J. (ed. by) 1998. *Mathematics in Berlin*, Berlin/Basel/Boston: Birkhäuser.
- Belhoste, B. (sous la direction de) 1994. *La formation polytechnicienne, 1794-1994*. Paris: Dunod.
- Bianchi, L. 1959. *Opere*, vol. 11 (Corrispondenza). Ed. par l'UMI. Roma: Edizioni Cremonese.
- Boi, L., Giacardi, L., Tazzioli, R. 1998. *La découverte de la géométrie non euclidienne sur la pseudosphère. Les lettres d'Eugenio Beltrami à Jules Hoüel (1868-1881)*. Paris : Blanchard.
- Bottazzini, U. 2000. "Brioschi e gli *Annali di Matematica*". In (Lacaita, Silvestri 2000): 71-84.
- Bottazzini, U., Nastasi, P. 2013. *La patria ci vuole eroi. Matematici e vita politica nell'Italia del Risorgimento*. Bologna: Zanichelli.
- Brigaglia, A. 2004. "L'opera matematica". In (Giacardi 2004): 111-172.
- Brigaglia, A., Masoto, G. 1982. *Il Circolo Matematico di Palermo*. Bari: Edizioni Dedalo.
- Capecchi, D., Ruta, G., Tazzioli, R. 2006. *Enrico Betti: Teoria dell'elasticità. Il testo che ha definito gli standard della teoria matematica dell'elasticità*. Benevento: Hevelius.
- Coen, S. 2012. *Mathematicians in Bologna, 1861-1960*. Birkhäuser.
- Corni, G., Dipper, C., 2006. *Italiani in Germania tra Ottocento e Novecento*. Bologna: il Mulino.
- Delambre, J.B. 1989. *Rapport à L'Empereur sur le progrès des sciences, des lettres et des arts depuis 1789. I: Sciences mathématiques*. Ed. par J. Dhombres. Paris: Belin.
- Durand-Richard, M.J. 1996. "L'école algébrique anglaise et les conditions conceptuelles et institutionnelles d'un calcul symbolique comme fondement de la connaissance". In (Goldstein, Durand, A. 2001). *Le mathématicien et le politique : science et vie politique en Italie de 1839 à la veille de la Grande Guerre*. Thèse, Paris.
- Gray, Ritter 1996: 447-480.
- Giacardi, L. (sous la direction de) 2004. *Francesco Faà di Bruno. Ricerca scientifica, insegnamento e divulgazione*. Cuneo: Tipografia Saste.
- Giacardi, L., Tazzioli, R. 2012. *Le lettere di Eugenio Beltrami a Betti, Tardy e Gherardi. Pel lustro della Scienza italiana e pel progresso dell'alto insegnamento*, Milano: Mimesis.
- Giusti, E., Pepe, L. 2001. *La matematica in Italia, 1800-1950*. Firenze: Edizioni Polistampa.
- Goldstein, C., Gray, J., Ritter, J. (sous la direction de) 1996. *L'Europe mathématique. Mathematical Europe*. Paris: Edition de la Maison des sciences de l'homme.
- Gray, J. 1996. "Nineteenth-century Mathematical Europe(s)". In (Goldstein, Gray, Ritter 1996): 347-362.
- Lacaita, C.G., Silvestri, A. 2000. *Francesco Brioschi e il suo tempo (1824-1897)*. Milano: Franco Angeli.
- Novy, L. "Les mathématiques et l'évolution de la nation tchèque (1860-1918)". In (Goldstein, Gray, Ritter 1996): 501-518.
- Ortiz, E. 1996. "The Nineteenth-century International Mathematical Community and its Connection with those on the Iberian Periphery". In (Goldstein, Gray, Ritter 1996): 323-343.
- Phili, C. 1996. "La reconstruction des mathématiques en Grèce: l'apport de Ioannis Carandinos (1784-1834)". In (Goldstein, Gray, Ritter 1996): 305-322.
- Rowe, D.E. 1989. "Klein, Hilbert, and the Göttingen mathematical tradition", *Osiris* vol. 5, p. 189-213.
- Tazzioli, R. 2009. "Göttingen et Berlin au XIX^e siècle". In (Bartocci, Odifreddi 2009): 501-524.
- Tazzioli, R. 2012. "New Perspectives in Beltrami's Life and Work – Considerations Based on his Correspondence". In (Coen, 2012): 465-517.