

L'ENSEIGNEMENT DE LA GÉOMÉTRIE AU *COLEGIO MILITAR* DE BOGOTA (1848-1884): Un exemple de circulation, d'appropriation et de production de savoirs mathématiques

Bertrand Eychenne¹

RÉSUMÉ

Le *Colegio Militar* de Bogota dans la deuxième moitié du XIXe siècle, une école destinée à former des officiers et des ingénieurs militaires et civils, offre un exemple d'un établissement sud-américain confronté, après l'indépendance, au déficit de mettre en place un enseignement secondaire et supérieur des sciences. La mise en œuvre d'études adaptées soulève alors la question du transfert de connaissances depuis les grands centres de production scientifique. Au travers de l'étude de trois cours de géométrie (euclidienne, analytique et pratique) du *Colegio Militar*, nous souhaitons, d'une part, mettre en évidence les processus de transfert des savoirs associés à l'élaboration de ces enseignements, et d'autre part, montrer comment ces mécanismes de circulation, d'adaptation au contexte et de transformation en vue d'une transmission participent à leur tour à une production des savoirs.

Mots-clés: Colegio Militar de Bogota. Enseignement secondaire et supérieur. Géométrie. XIXe siècle.

ABSTRACT

The *Colegio Militar* (Military School) in Bogotá during the second half of the 19th century, a school whose purpose was to educate officers and army and civil engineers, provides the example of a South American institution faced with the challenges of establishing secondary and higher science education in post-independence Colombia. The implementation of adapted studies thus raises the question of transfer of knowledge from the main centres of scientific production. Through the study of three geometry courses (Euclidian, analytical and practical) from the *Colegio Militar*, we intend, on the one hand, to identify the processes of knowledge transfer associated with the development of these teachings, and on the other hand, to show how these mechanisms of circulation, of adaptation to the context and of transformation with a view to transmission, are in their turn part of knowledge production.

Keywords: Colegio Militar de Bogota. Secondary and superior education. Geometry. XIX Century.

INTRODUCTION

L'étude d'un établissement d'enseignement supérieur des sciences tel que le *Colegio Militar* de Bogota dans la deuxième moitié du XIXe siècle, fait surgir deux

¹ Doctorant en Histoire des sciences de l'Université Paris Saclay conduisant actuellement des recherches sur le *Colegio Militar* de Bogota (1848-1885). E-mail: beychenne@hotmail.com

questions récurrentes de l'histoire des sciences. D'une part, la position géographique « périphérique » de la Colombie par rapport aux grands centres de production scientifique du XIXe siècle, tels que l'Europe ou l'Amérique du Nord, pose la question des influences étrangères et du transfert des connaissances scientifiques. D'autre part, son statut d'institution d'enseignement des sciences soulève le problème de la transformation des savoirs en vue de leur diffusion sous une forme didactique adaptée, ou pour le formuler plus généralement, le problème de la production des savoirs associée à leur reproduction (Belhoste, 1998).

Dans ce qui suit, nous souhaitons par l'étude de l'enseignement de la géométrie au *Colegio Militar*, faire ressortir des éléments révélant comment ses deux questions peuvent se replier sur cet exemple d'un établissement sud-américain d'enseignement des sciences. Nous allons pour cela, nous attarder sur trois cours portant sur des domaines différents de la géométrie, élaborés et mis en place dans le cadre de l'école, et ayant pu, pour certains, donner lieu à la publication de manuels. Au travers de ces exemples, nous souhaitons faire ressortir certains mécanismes ayant contribué au transfert de savoirs mathématiques vers ce pays d'Amérique du Sud. Ces savoirs sont-ils alors modifiés et adaptés à l'enseignement de l'école et de quelle façon ? Mais aussi, nous tenterons, par ailleurs, de voir dans quelle mesure cette transformation du savoir en vue de sa transmission correspond à une production mathématique.

LA GEOMETRIE AU *COLEGIO MILITAR*

Le *Colegio Militar* de Bogota est fondé par le gouvernement du Général Tomas Cipriano de Mosquera (1798-1878) en 1847 et ouvre ses portes l'année suivante avec comme objectif de former « des officiers scientifiques d'état-major, du génie, d'artillerie, de cavalerie, d'infanterie et des ingénieurs civils. »². L'école répond, tout d'abord, à une demande récurrente et ancienne des chefs de l'armée néo-grenadine³ de créer une académie militaire destinée à instruire les cadres de l'armée. Mais elle traduit aussi la volonté du gouvernement de mettre en place une formation d'ingénieurs civils nécessaires au soutien d'une politique de grands travaux qu'il souhaite entreprendre. L'étude que nous menons

² Loi 1776 du 1^{er} juin 1847, *sobre establecimiento de un colegio militar*, *Codificación Nacional*, *Imprenta Nacional*, Bogota, 1828, tome XII, p. 111-113.

³ Sur la période de cette étude de 1848 à 1884, le pays change plusieurs fois de nom : *República de la Nueva Granada* (République de Nouvelle Grenade) de 1823 à 1858, *Confederación Granadina* (Confédération Grenadine) de 1858 à 1863, *Estados Unidos de Colombia* (États-Unis de Colombie) de 1861 à 1886. Nous adoptons à chaque fois, le nom correspondant à l'époque évoquée.

actuellement⁴, montre que l'école possède quatre périodes d'existence durant lesquelles, elle change de nom et parfois de statut : le *Colegio Militar* de 1848 à 1854, le *Colegio Militar i Escuela politécnica* de 1866 à 1867, la *Escuela de Ingeniería* intégrée à la *Universidad Nacional* de 1868 à 1880 et enfin, la *Escuela de Ingeniería Civil y Militar* de 1880 à 1884. Le nom de *Colegio Militar* est toutefois régulièrement utilisé, notamment par les Secrétaire d'État, durant toute cette période, pour désigner l'école.

Le programme d'enseignement largement dominé par les mathématiques, comprend en 1848, pour le domaine de la géométrie, en 1^{er} année : « la géométrie spéculative, la géométrie pratique, la trigonométrie rectiligne et la trigonométrie sphérique », et en 2^e année : « la géométrie analytique, les sections coniques, la géométrie descriptive avec ses applications et les principes optiques applicables à la perspective et à la théorie des ombres. »⁵. Par ailleurs, pour chaque année d'étude, une classe de dessin s'adapte à l'enseignement de mathématiques suivi par les élèves. Malgré les nombreux changements apportés au *Colegio Militar* jusqu'en 1885, ce programme d'enseignement de la géométrie n'évolue pratiquement pas : les applications de la géométrie descriptive à la coupe de pierres et du bois et à la machinerie sont ajoutés et certaines matières comme la géométrie pratique ou l'étude des sections coniques sont étudiées à différentes années du cursus dont la durée varie de quatre à sept années.

Nous avons voulu pour cette étude, nous arrêter plus particulièrement sur trois cours du *Colegio Militar* associés au programme de géométrie : le cours de géométrie analytique de Lino de Pombo (1897-1862), celui de géométrie élémentaire de Luis Lleras Triana (1842-1885) et Ruperto Ferreira (1845-1912), et enfin, le cours géométrie pratique de Manuel H. Peña (1836-1900). Pour chacun d'eux, nous nous poserons les questions liées aux sources utilisées et à l'apport des enseignants qui les ont conçus.

LES LEÇONS DE GEOMETRIE ANALYTIQUE DE LINO DE POMBO

Lino de Pombo incarne parfaitement cette élite colombienne du XIX^e siècle, qui s'implique à la fois dans la vie publique et politique et qui se caractérise par son éclectisme : ingénieur militaire, diplomate, sénateur, Secrétaire d'État, professeur de mathématiques, etc. Il intervient de différentes manières dans la destinée du *Colegio Militar*, comme

⁴ Eychenne, Bertrand, *Le Colegio Militar de Bogota (1848-1885) : la mise en place d'un enseignement scientifique supérieur et la constitution d'un corps d'ingénieurs après l'indépendance de la Colombie*. Thèse de doctorat de l'Université Paris Saclay en préparation.

⁵ Décret n°1797 o du 20 juillet 1847 : *orgánico del colegio militar*. Codificación Nacional, Imprenta Nacional, Bogota, 1828, tome XII, p. 326-336.

sénateur tout d'abord, en participant au vote de la loi du 1^{er} juin 1847 qui fonde l'école, mais aussi en collaborant à la commission parlementaire qui détaille le programme d'enseignement voulu pour l'établissement. À l'ouverture de l'école en janvier 1848, Pombo est aussi nommé enseignant chargé du cours de mathématiques.

Pombo enseigne alors le 1^{er} cours de mathématique de l'école qui comprend la géométrie spéculative⁶, la géométrie pratique⁷ et la trigonométrie en 1848, 1851, et 1854. Son cours de géométrie analytique est mis en place en 1849 et Pombo l'enseigne à nouveau en 1850 et de 1852 à 1854. Tenter de retracer le processus d'élaboration de ce cours pose diverses questions et soulève plusieurs difficultés dont certaines renvoient à la problématique des influences et du transfert des connaissances.

Dans la publication de son cours en 1850 intitulée *Lecciones de geometria analítica* (Leçons de géométrie analytique), Pombo ne donne en effet, dans sa courte introduction, que peu d'informations sur les sources utilisées. Il justifie sa rédaction par le manque en *Nueva Granada*, « de textes adéquats pour l'enseignement ou l'apprentissage solitaire de plusieurs domaines des mathématiques pures dans leur état actuel d'avancement » (Pombo, 1850, première page de l'introduction). Pombo affiche ainsi son ambition de bâtir un cours tenant compte des connaissances de l'époque dans le domaine de la géométrie analytique. Mais, il n'évoque que de manière évasive des références à des mathématiciens contemporains européens :

On ne trouvera pas de vides notables, ni de différences avec les méthodes modernes, justement réputées comme les plus parfaites, celles de l'école française, qui est celle de grands maîtres pour les sciences auxquelles s'applique l'ingénieuse et féconde intervention de l'analyse.

(Pombo, 1850, première page de l'introduction).

Par ailleurs, Pombo cite Sylvestre-François Lacroix (1765-1843) pour justifier l'importance de la géométrie analytique dans un programme de formation scientifique tel que celui du *Colegio Militar*:

Reconnue comme une découverte des modernes, la géométrie analytique, ou l'application de l'algèbre à la géométrie, qui bientôt comme l'exprime le savant Lacroix, leur donna une immense supériorité sur les anciens, en tant que chaînon reliant les deux grands domaines généraux des

⁶ La *géométrie spéculative* ou *géométrie théorique* désigne la géométrie orientée vers l'établissement de propriétés et de théorèmes. Elle s'oppose à la géométrie pratique et désigne souvent la géométrie euclidienne pratiquée avant le XVII^e siècle (voir *Encyclopédie méthodique ou par ordre de matières*, ouvrage collectif comprenant ALEMBERT Jean le Rond d', DIDEROT Denis, BOUSSUT Charles, Librairie Hôtel de Thou, Paris, 1782, tome I, p. 127).

⁷ En 1853 et 1854 la géométrie pratique est intégrée au cours de deuxième année.

mathématiques qui ont besoin l'un de l'autre pour éclairer et élargir leurs doctrines, on ne peut s'empêcher d'inclure son étude dans tout plan d'enseignement quelque peu élevé de cette science.

(Pombo, 1850, première page de l'introduction).

À défaut d'indications précises de Pombo, nous pouvons, avec la prudence nécessaire, tenter de faire émerger des éléments ayant pu alimenter l'élaboration de son cours de géométrie analytique.

Tout d'abord Lino de Pombo impliqué très jeune dans la lutte pour l'indépendance de la *Nueva Granada*, est déporté en Espagne après avoir été fait prisonnier au siège de Cartagena en 1815. Grâce à ses relations familiales, il parvient à intégrer la *Academia del Real Cuerpo de Ingenieros* (Académie du Corps Royal du Génie) de l'Alcalá de Henares (Mier, 2003, p. 18) où il étudie pendant deux ans et obtient le diplôme d'ingénieur militaire en juillet 1820⁸. Dans cette école, Pombo étudie la géométrie analytique qui figure au programme de la première année. Or cette même année de 1819, le capitaine Mariano de Zorraquín (vers 1779-1823), qui enseigne la géométrie descriptive à l'Alcalá de Henares, publie *Geometría analítica – descriptiva* (Géométrie analytique – descriptive) (Zorraquín, 1819). Ce texte est immédiatement adopté comme manuel de l'école, toutefois il est peu probable, compte tenu de la date de publication, que Pombo l'ait utilisé en classe. En revanche, Zorraquín affirme avoir basé son traité sur les leçons données à l'académie que Pombo a sans doute suivies l'année précédente, et précise avoir consulté, les ouvrages de Monge, Lacroix, Biot, Puissant, Hachette, Garnier et Boucharlat (Zorraquín, 1819, p. IX).

S'il est possible d'envisagé une influence du cours de Zorraquín, il est par contre difficile de parler d'un transfert direct des savoirs de l'académie espagnole vers le *Colegio Militar* de Bogota par l'intermédiaire de Pombo, comme pourrait le constituer, par exemple, l'adoption du manuel espagnol par l'enseignant néo-grenadin. Pourtant d'autres éléments ajoutent à l'idée d'un certain poids exercé par la formation suivie par Pombo à l'Alcalá de Henares dans l'élaboration de son cours. En effet, en 1827, Pombo revenu en *Nueva Granada*, envoie au Secrétaire de Guerre, le Général Soublette, un projet pour la création d'une académie militaire à Bogota, auquel il joint une liste de livres devant figurer dans la bibliothèque d'un tel établissement. Dans cette liste figurent pour la géométrie

⁸ Biblioteca Luis-Ángel Arango, Bogotá, *Manuscritos* n°672 pieza 6 et 7.

analytique, les ouvrages de Vallejo, Zorraquín, Francoeur et Lacroix⁹. Ces mêmes ouvrages apparaissent de nouveau en compagnie de Page, Puissant et Garcia¹⁰ en 1849, lorsque le *Colegio Militar* commande en Europe 63 livres portant essentiellement sur les mathématiques et l'art militaire. Mais surtout, entre 1830 et 1832, Pombo enseigne à la *Universidad del Cauca* de Popayán, un cours de mathématiques où figure la géométrie analytique. La comparaison de son programme¹¹ avec l'ouvrage de Zorraquín révèle de nombreuses similitudes et pour seule différence majeure, le fait que l'Espagnol généralise les notions abordées à l'espace, alors que Pombo se limite au plan. Ce rapprochement ressort d'autant plus que Pombo modifie ce plan lorsqu'il écrit son cours pour le *Colegio Militar*, quelques années plus tard, en accordant moins d'importance à la notion de coniques et en présentant les théories des tangentes et des diamètres avant l'étude des courbes d'ordre deux.

Pour poursuivre cette recherche d'influences possibles et mettre en évidence le travail de sélection, d'organisation et d'adaptation effectué par Pombo en vue de sa transmission, il nous faut étudier le contenu de son cours. Son analyse que nous avons menée (Eychenne, 2013), en le comparant à un corpus restreint de 13 traités de géométrie analytique espagnols et français parus avant 1850, nous a permis de dégager deux éléments qui nous semblent caractéristiques de ce texte. Tout d'abord, en décrivant la méthode analytique, Pombo fait une distinction claire entre l'analyse déterminée et l'analyse indéterminée. De plus, avant d'aborder le cœur de l'ouvrage que constitue l'étude des courbes d'ordre deux, il prend soin de mettre en place des méthodes générales qu'il applique ensuite aux équations du deuxième degré. Ces notions sont bien évidemment présentes dans d'autres ouvrages de géométrie analytique, mais il ressort de notre étude comparative que leur présence conjointe et la place que Pombo leur accorde constituent des éléments qui méritent d'être soulignés.

Pour mieux comprendre l'importance de ces notions, il faut revenir au texte de Pombo. En introduction, l'auteur définit la géométrie analytique comme l'« application du calcul, ou des règles et procédés de l'algèbre à la résolution des problèmes de géométrie, ou à la recherche analytique de propriétés géométriques ». Puis, il poursuit, « la méthode synthétique ou purement géométrique, est de ressources limitées pour la recherche de

9 Pompo, Lino de, *Proyecto de reglamento orgánico para una Escuela General Militar en Bogotá*. Archivo General de la Nación, sección : Republica, fondo : Instrucción Publica, tomo 115, folios de 693 à 700.

10 Archivo General de la Nación, tomo 763, folio 561, sans date accompagne un courrier du 26 février 1849.

11 *Colección de programas para los certámenes públicos que las clases de la Universidad del Cauca presentaran en el mes de Julio de 1833*, Biblioteca Nacional, fondo Pineda n°887, pieza 32.

vérités géométriques. La méthode analytique est plus générale et rigoureuse, plus simple dans sa marche, et plus féconde en résultats. »

Pombo distingue ainsi, dès les premières lignes de son ouvrage, les méthodes synthétique et analytique, et souligne l'intérêt de cette dernière par quatre adjectifs : « générale », « rigoureuse », « simple » et « féconde ». Il rappelle alors en faisant référence à Descartes que cette méthode, appliquée à la géométrie, peut prendre deux directions ; d'une part, un mode de résoudre de problèmes géométriques, basé sur les relations entre des éléments de la figure appelé *l'analyse déterminée* et, d'autre part, *l'analyse indéterminée* qui considère les équations des courbes dans un système de coordonnées.

Tout d'abord, Pombo reprend les explications de Descartes (Descartes, 1886, p. 3), pour présenter les trois étapes de l'analyse déterminée. Elle consiste :

1° à supposer connu ce que l'on cherche, et ébaucher les données et les résultats graphiquement.

2° à tirer de la figure, convenablement préparée, en se rappelant des théorèmes de géométrie, les proportions et les équations en relation entre les données ou quantités connues et celles qui se prennent pour inconnues, toutes celles qui désignées par des lettres, pour obtenir des formules de solution en fonction des données.

3° à examiner ces formules analytiquement, pour former un jugement juste des résultats, et construire géométriquement les valeurs algébriques.

(Pombo, 1850, p. 1).

Mais Pombo indique que cette méthode est « moins importante » que l'analyse indéterminée qui établit un lien entre les courbes et les équations :

On doit à Descartes la grande pensée de la représentation des lignes par des équations, desquelles on peut déduire leurs propriétés. Étant donnée la loi de génération d'une ligne ou d'une surface, on peut établir son équation, la discuter isolément et la combiner avec d'autres, et en déduire par cette méthode la théorie complète de la ligne ou de la surface analysée.

(Pombo, 1850, p. 1).

Zorraquín bâtit son livre sur cette distinction entre analyse déterminée et indéterminée, mais il ne discute guère de leurs principes et mérites respectifs. Par contre Lacroix considère la première comme une « combinaison des théorèmes de Géométrie dans la résolution des questions déterminées » et insiste comme Pombo sur l'importance de la seconde qui constitue la « véritable méthode d'invention en Géométrie et en Mécanique » (Lacroix, 1838, p. 329-330). D'ailleurs, Lacroix affirme que cette distinction

doit apparaître dans un cours de géométrie analytique (Lacroix, 1838, p. 335-336), mais nous constatons que pour notre corpus, elle n'est pas toujours commentée comme le font Lacroix et Pombo.

L'autre élément du cours de Pombo que nous voulons relever, est la place qu'il réserve à la présentation de méthodes générales, avant d'étudier les équations et leurs courbes associées. Il s'agit en particulier des théories des centres, des diamètres, des tangentes, des normales et des asymptotes. Cette organisation n'est pas toujours suivie par les auteurs de cette époque, qui souvent, préfèrent en premier lieu, définir les sections coniques, pour ensuite présenter ces notions en les appliquant aux courbes obtenues.

Pourtant, le choix que fait Pombo de les présenter comme des méthodes générales est très clairement défendu par Auguste Comte (1798-1857) qui justifie une telle approche :

La géométrie analytique, telle que Descartes l'a fondée, est essentiellement destinée à généraliser le plus possible les diverses théories géométriques, d'après leur intime subordination à des conceptions analytiques, en soumettant les différentes questions à autant de méthodes uniformes, nécessairement applicables à toutes les figures convenablement définies.

(Comte, 1843, p. 1).

Il rappelle d'ailleurs qu'il a proposé dans son *Système de philosophie positive* de renommer la géométrie analytique en « géométrie générale » (Comte, 1843, p. 4) et expose plus loin, ce qu'il appelle « les théories générales de géométrie plane, suffisamment accessibles à l'analyse ordinaire ». Elles sont au nombre de sept : la théorie du nombre de points nécessaires à la détermination de chaque espèce de courbes, celle des tangentes, des asymptotes, des diamètres, des centres, de la similitude des courbes, et pour finir, celle des quadratures, des rectifications et des cubatures (Comte, 1843, p. 103).

Nous ne savons pas si Pombo a eu connaissance du texte de géométrie analytique de Comte, mais les commentaires de ce dernier nous apportent un éclairage sur les choix effectués par Pombo : mettre en place des principes généraux pour l'étude des équations des courbes par la méthode analytique.

Tous ces éléments soutiennent l'impression d'une construction élaborée avec soin par Pombo, à partir d'une connaissance approfondie de la géométrie analytique, mais aussi de divers textes publiés sur le thème. L'auteur semble bien être parvenu, comme il

l'annonçait dans son introduction, à une production pédagogique originale adaptée à son enseignement et embrassant l'ensemble des connaissances accessibles dans ce domaine.

L'étude du cours de Pombo rappelle tout d'abord les difficultés que représente la mise en évidence de sources d'influence. Elle pose régulièrement le problème du manque d'informations précises, de la tentation de faire des rapprochements hâtifs ou d'exagérer leur ampleur.

Malgré ces obstacles, en poursuivant l'étude, nous pouvons parfois établir des liens probables, ou du moins, à défaut, donner des cadres délimitant les influences possibles. De plus, cette recherche peut apporter des éléments heuristiques permettant de mieux saisir les caractéristiques d'un texte et le parti pris de son auteur. Dans le cas particulier du cours de géométrie analytique de Pombo, nous voyons ainsi apparaître un schéma correspondant à des influences multiples et partielles. Il semble en effet, que Pombo ait pu puiser dans sa formation à l'académie de l'Alcalá de Henares, notamment dans l'enseignement de professeurs tels que Zorraquín, mais aussi dans des auteurs de « l'école française » comme Lacroix et d'autres, probablement directement, mais aussi indirectement, au travers du traité de Zorraquín qui s'en inspire. De plus, cette influence a pu évoluer au cours du temps, comme le montre les changements apportés par Pombo à son cours entre l'université de Popayán et le *Colegio Militar* de Bogota qui suggèrent la prise en compte de nouveaux traités. Ce point nous amène à l'autre élément que nous voulons souligner : le travail d'appropriation, de transformation et d'adaptation réalisé par Pombo. La construction de son cours et la mise en avant de notions telles que la distinction entre l'analyse déterminée et l'analyse indéterminée ou les théories générales pour l'études des courbes, montrent les choix et le travail de transposition effectués par l'auteur. Ce travail traduit notamment une démarche adaptation à un contexte, qui cherche à répondre à une pénurie de textes pour l'enseignement, mais aussi, à transmettre la méthode analytique dans un contenu accessible aux élèves du *Colegio Militar* qui puisse souffrir la comparaison avec les enseignements dispensés dans les établissements d'Europe ou d'Amérique du nord et rester aussi proche que possible de l'état des connaissances de l'époque dans le domaine considéré.

LE COURS DE GEOMETRIE ELEMENTAIRE DE RUPERTO FERREIRA ET DE LUIS LLERAS

Dans le programme d'études du *Colegio Militar*, l'enseignement de la géométrie débute, de manière classique, par la géométrie euclidienne. À l'ouverture de l'école en 1848, ce cours est assuré par Lino de Pombo qui établit un programme dont les grandes lignes sont présentées à l'annonce de l'examen public de fin d'année¹². Il s'agit d'un cours de géométrie euclidienne qui abordent les notions relatives au plan et à l'espace.

Lorsqu'en 1868, la *Universidad Nacional* est créée, elle se compose de cinq *Écoles supérieures* parmi lesquelles figure la *Escuela de Ingenieria* (l'École d'Ingénieurs) qui n'est en fait que l'intégration du *Colegio Militar* à l'université. Pour accéder à cette école supérieure, les élèves doivent d'abord acquérir un enseignement secondaire dispensé par la *Escuela de Literatura y Filosofia* (l'École de Littérature et Philosophie) ou, en dehors de l'université, par un établissement privé. Le cours de géométrie du plan et de l'espace se trouve alors en quelque sorte dupliqué. Il devient d'une part, un enseignement obligatoire de la *Escuela de Literatura y Filosofia* s'adressant à tous les élèves entrant à l'université, et d'autre part, un cours intégré à la première année de la *Escuela de Ingenieria* destiné à renforcer les notions apprises précédemment.

En 1868, le cours de géométrie de la *Escuela de Literatura y Filosofia* est assuré par Ruperto Ferreira, un élève inscrit en deuxième année de la *Escuela de Ingenieria*, tandis que l'autre cours, à l'école d'ingénieurs, est pour sa part, confié à Tomas Cuenca (1840-1870) un ancien élève du *Colegio Militar* et à Luis Lléras (comme substitut). Ce dernier qui devient le professeur titulaire, dès l'année suivante, est le fils de Maria Lorenzo Lléras (1811-1868), un ancien directeur du *Colegio Militar* de 1866 à 1867 qui a beaucoup œuvré pour le développement d'un enseignement secondaire des sciences en Colombie. Nous n'avons pu déterminer où Luis Lléras a étudié, mais sans doute pas au *Colegio Militar*, qui est fermé durant ses années de formation entre 1854 et 1865.

Les programmes publiés par Ferreira et Lléras dans le journal de l'université, montrent qu'ils reprennent la progression de Pombo et les détails qu'ils donnent (9 pages pour Ferreira et 6 pages pour Lléras) nous ont permis de rechercher un lien éventuel avec un traité de géométrie euclidienne de l'époque. Après avoir écarté plusieurs ouvrages, un document non daté des archives de la *Escuela de Ingenieria* de la *Universidad Nacional*,

¹² Programa jeneral para el certamen publico, Biblioteca Nacional de Colombia, fondo Pineda n. 803, folio 402.

nous a finalement mis sur la voie du *Cours de Géométrie élémentaire* d'Alexandre Joseph Hidulphe Vincent (1797-1868), dont nous avons pu vérifier la correspondance point par point avec les programmes précédents. Ce document d'archive ne donne pas de précisions sur la version du manuel utilisée, mais une traduction espagnole du texte, réalisée par D. Lope Gisbert, professeur de mathématiques à l'*Instituto de Murcia* existait alors, sous le titre de *Curso de Geometria elemental*¹³.

Vincent est un auteur français, agrégé de mathématiques, formé à l'École normale. Il enseigne les mathématiques à Reims, puis dans des lycées parisiens tels que les collèges Rollin ou Saint-Louis et se passionne pour l'histoire des mathématiques grecques. Après avoir participé aux journaux de Gergonne et de Liouville, il publie en 1826 une *Géométrie élémentaire* qui selon son biographe « fit longtemps concurrence à celle de Legendre » (Wallon, 1869, p. 3)

Curieusement, c'est précisément ce qui se produit pour l'enseignement de la géométrie à la *Universidad Nacional de Los Estados Unidos de Colombia*. En effet, Lléras qui enseigne en 1868 selon l'ouvrage de Vincent, avait publié à Bogota, deux ans plus tôt, dans des circonstances que nous n'avons pu éclaircir, une traduction en castillan des *Éléments de géométrie* de Adrien Marie Legendre (1752-1833) (Legendre, 1866)). Mais ce texte, malgré sa notoriété, peine à s'imposer comme nous le verrons, malgré l'accessibilité que lui donne une traduction locale. Legendre est un mathématicien français qui apporta sa contribution à différents domaines des mathématiques tels que la théorie de potentiel, l'analyse, ou la théorie des nombres, mais il passe à la postérité surtout comme auteur de textes pour l'enseignement et en particulier, les *Éléments de géométrie* dont la première édition date de 1794.

Lléras choisit la 10e édition du texte comportant les modifications apportées par Marie Parfait Alphonse Blanchet (1813- ?) publiée en 1861 ou 1862¹⁴ et qu'il traduit avec une grande fidélité, sans apporter de modifications, ni de commentaires. Ce texte de Legendre constitue alors en France une référence majeure pour l'enseignement de la géométrie euclidienne. Entre sa parution en 1794 et 1823, on compte, en effet, 12 éditions de ce livre (Azcarate, 2004, p. 361) qui est adopté par de nombreux établissements et en particulier, par les classes préparatoires au concours d'entrée à l'École Polytechnique. L'ouvrage, basé sur les *Éléments* d'Euclide, met en avant la rigueur des raisonnements et

¹³ D'autres versions sont publiées en 1862 et en 1871 par le même éditeur madrilène, mais aussi, par la Librairie de Rosa et Bouret à Paris en 1870 et en 1875. Il est possible qu'il existe d'autres éditions de cette traduction.

¹⁴ Nous avons consulté pour cette étude : Vincent, Alexandre Josphel Hidulphe, *Cours de Géométrie élémentaire*, 5e édition, Bachelier, Paris, 1844.

l'enchaînement logique des propriétés permettant, comme le souligne Jean-Baptiste Joseph Delambre (1749-1822) de « faire revivre (...) le goût des démonstrations rigoureuses » (Delambre, 1810, p. 34). Mais Legendre veille également à la clarté de l'ouvrage et aux éléments facilitant la compréhension du lecteur. La méthode synthétique est celle d'Euclide ou d'Archimède, mais l'auteur simplifie certaines notions en assimilant, par exemple, les grandeurs à des nombres ou en faisant intervenir la symétrie.

Dans les premières éditions, Legendre complète son ouvrage par des notes où il présente des résultats traduisant les dernières avancées dans les domaines abordés. Ainsi la note IV expose la démonstration de l'irrationalité de π par Johann Heinrich Lambert (1728-1777) en 1761, puis Legendre la généralise en établissant celle de son carré. L'édition de 1802 donne quant à elle, dans une note en bas de page, un résultat sur les polygones inscrits dans un cercle, publié par Carl Friedrich Gauss (1777-1855) seulement l'année précédente. Mais, c'est sans doute la note II qui soulève le plus grand nombre de réactions, car Legendre tente d'y démontrer le postulat d'Euclide sur les parallèles par l'intermédiaire de toute une série de tentatives infructueuses qu'il met à jour au gré des différentes éditions.

Cet aspect du traité qui, tout en apportant un enseignement classique de la géométrie euclidienne, le maintient en contact avec la recherche de l'époque, tend à s'estomper à la mort de Legendre. La version des *Éléments* revue par le polytechnicien Blanchet à partir de l'édition de 1845, vise selon l'avertissement qu'il donne à la 2^e édition de 1852, à corriger « des imperfections et quelques lacunes ». L'ouvrage est alors simplifié, dépouillé d'une grande partie de ses notes et réduit à 280 pages au lieu de 431. Le choix de cette version par Lléras montre, par conséquent, une intention différente de celle de Pombo qui, pour son cours de géométrie analytique, voulait rester aussi proche que possible de l'avancée des connaissances dans ce domaine.

Les *Éléments de géométrie* de Legendre doivent aussi leur réputation à l'influence sensible qu'ils ont sur l'enseignement de la géométrie dans plusieurs pays et notamment aux Etats-Unis (Simons, 1931, Preveraud, 2013).

En mai 1870, le Conseil de la *Escuela de Literatura i Filosofia* demande Samuel Bond (1816-1885) un professeur d'origine anglaise doté d'un diplôme d'ingénieur des mines du *Trinity College* de Cambridge, de rédiger un rapport permettant de choisir un nouveau texte pour l'enseignement de la géométrie. Bond doit en particulier trancher entre les *Elementos de Jeometría* de Legendre traduit par Lléras et le *Traité de géométrie*

élémentaire d'Eugène Rouché (1832-1910) et Charles de Comberousse (1826-1897)¹⁵ qui introduit dans des appendices des développements récents empruntés à Michel Chasles (1795-1880).

Bond rappelle alors que l'objectif principal du cours de géométrie de l'école préparatoire de l'université est de donner aux élèves des connaissances « indispensables pour l'exercice d'une profession quelconque sans lesquelles un homme, de fait, est jugé comme ignorant, mauvais ou insuffisamment éduqué » (Bond, 1870, p. 412). La plupart des élèves se destinant aux études de droit ou de médecine ou d'autres carrières qui ne demandent pas de connaissances en mathématiques supérieures, n'ont que peu de temps à consacrer à cette étude. Il faut donc que le cours obligatoire de géométrie « ne soit pas très étendu, et qu'en plus il soit simple, limité aux parties les plus faciles de la science » (Bond, 1870, p. 412). Il doit se retenir aisément, mettre en avant l'enchaînement rigoureux des démonstrations et rester dans les limites de la géométrie. Pour Bond, l'ouvrage de Legendre remplit ces conditions et bénéficie d'une réputation qui l'a élevé au rang de texte classique en France comme en Angleterre. Il conclut en indiquant qu'il serait imprudent d'écarter un manuel bénéficiant d'une telle approbation.

Le conseil de l'école universitaire suit immédiatement l'avis de Bond et adopte pour la rentrée de 1871, le texte de Legendre traduit par Llérás (Bond, 1870). Mais cette mesure n'est probablement pas appliquée, ou seulement pour un temps très court, car, dès le mois de février 1871, un décret du Pouvoir exécutif modifie le programme d'enseignement de la *Escuela de Literatura i Filosofía*. Cette réforme qui veut répondre à un rapport du recteur de l'université demandant de simplifier et de rendre plus concret le programme d'études, instaure le remplacement du cours de géométrie spéculative par un cours de « géométrie élémentaire, appliquée et pratique. »¹⁶.

Les remarques de Bond et la réforme des programmes de 1871, nous permettent de voir à l'œuvre des critères de sélection d'un manuel d'enseignement et de saisir leur lien étroit avec l'organisation des enseignements et les objectifs pédagogiques poursuivis par l'établissement. Ils soulignent l'intérêt de prendre en compte l'aspect institutionnel dans l'étude de l'influence d'un traité.

Suite à la réforme, un programme rédigé par Ruperto Ferreira (Ferreira, 1871) reflète les différences majeures souhaitées par la direction de l'université pour

¹⁵

Rouche, Eugène et Comberousse, Charles. *Traité de géométrie élémentaire*, Imprimeur-Librairie Gauthier-Villars, Paris, 1866.

¹⁶

Décret du 3 février 1871, *reformatorio del orgánico de la Universidad nacional, Anales de la Universidad Nacional*, vol. 5, p. 3.

l'enseignement de la géométrie. Ferreira tente en effet, conformément au décret, de rassembler la géométrie élémentaire et la géométrie pratique en ne donnant que des notions théoriques élémentaires pour s'attarder davantage sur leurs applications et l'utilisation de divers instruments (chaîne d'arpenteur, vernier, graphomètre, etc.). La description de ce programme nous a permis à nouveau d'établir, semble-t-il, un lien avec la *Géométrie théorique et pratique* (Sonnet, 1839) d'Hippolyte Sonnet (1802-1879). Ce dernier un professeur d'analyse et de mécanique à l'École centrale des Arts et Manufactures publie son traité en 1839 et le destine à l'enseignement industriel. Il aspire à remédier aux manques et aux défauts des manuels de géométrie pratique en veillant à « ne présenter que la partie *utile* de la théorie, n'offrir que des applications *utiles* » (Sonnet, 1839, p. VI). Le traité ainsi conçu, s'adresse aux écoles primaires supérieures, aux écoles industrielles, aux candidats à l'École central des Arts et Manufactures, aux élèves des écoles des Arts et Métiers.

Par ailleurs, le cours de géométrie de la *Escuela de Ingenieria* ne semble pas subir de modification durant toute la période universitaire (de 1868 à 1880). Le programme de l'école maintient en première année, un cours de géométrie du plan et de l'espace dont rien n'indique qu'il se soit écarté du traité de Vincent complété par la trigonométrie, et présente, en deuxième année, la géométrie analytique, la géométrie descriptive et la géométrie pratique que nous allons évoquer dans la dernière partie de cet article.

Pourtant l'influence de la traduction du texte de Legendre ne disparaît pas complètement. En 1879, Llérás publie les solutions de théorèmes à démontrer que Legendre avait placés à la fin du livre IV des *Éléments*¹⁷ (Llérás, 1879). Le Colombien semble vouloir rappeler l'importance du traité de Legendre, et par conséquent de sa traduction, ainsi que le rôle qu'il peut jouer pour l'enseignement de la géométrie dans son pays. Cette initiative répond aussi sans doute, à une envie d'ajouter un nouvel élément à l'œuvre de Legendre, ce qu'il n'avait pas fait dans sa traduction de 1866 restée fidèle à l'original. Enfin, dans ses démonstrations, Llérás fait allusion, à plusieurs reprises, à des résultats extraits du texte de Vincent et semble s'adresser à des lecteurs également familiers avec ce traité. Il suggère ainsi, la possibilité d'une utilisation conjointe des deux manuels pour l'enseignement de la géométrie euclidienne. Mais cette hypothèse, ainsi que l'origine de la traduction de Llérás et son influence dans l'enseignement colombien demandent toutefois d'être davantage étudiés.

¹⁷ p. 127 de l'édition de Legendre et p.90 de la traduction de Llérás.

Bien que l'ouvrage de Legendre ait bénéficié d'une traduction en Colombie réalisée par un enseignant de l'école d'ingénieurs, il n'a pas eu, du moins dans cet établissement, l'influence qu'il a pu avoir ailleurs. Ce constat permet de relever, tout d'abord, le poids que peut représenter une institution éducative dans les pratiques enseignantes. Le cours mis en place à l'ouverture du *Colegio Militar*, sur le modèle du traité de Vincent, semble en effet, imposer une pratique que le traducteur de Legendre ne cherche pas, ou ne parvient pas, à altérer. Par ailleurs, il montre que l'influence et le transfert de connaissances dans un domaine, comme ici, la géométrie euclidienne, peut être multiple. Deux textes issus d'auteurs français sont en effet pris comme référence et « cohabitent » en quelque sorte dans les pratiques de transmission. Les circonstances peuvent alors favoriser l'une ou l'autre de ces sources, mais il semble également possible d'envisager que les deux soient utilisés simultanément.

LE COURS DE GEOMETRIE PRATIQUE

Un cours de géométrie pratique et de topographie figure dès 1848, au programme du *Colegio Militar*. Pour Lino de Pombo qui assure son enseignement, ce cours et la classe de dessin ont une grande importance pour l'établissement, car ils constituent un enseignement pratique essentiel dans la formation des ingénieurs civils et militaires. La classe de géométrie pratique comprend notamment des sorties sur le terrain où les élèves utilisent les instruments de géomètre pour effectuer des mesures et lever des plans.

Mais, nous souhaitons ici nous attarder davantage sur le cours de géométrie pratique qui est mis en place entre 1868 et 1872, à la *Escuela de Ingenieria*, par Manuel H. Peña, un ancien élève du *Colegio Militar* devenu ingénieur civil. Comme il l'explique dans l'introduction de la publication qui est faite de son cours en 1886, Peña élabore ses leçons sur la base de celles données par Pombo en 1853 : « en leur donnant de fréquentes retouches et en les étoffant avec les nouveautés dont je prenais connaissance, par ma propre pratique et mon étude. » (Peña, 1887, p. XI).

À en croire Peña, il s'agit donc d'un long processus d'élaboration qui se fonde, sur un enseignement déjà intégré à l'institution, et qu'il modifie progressivement en y incorporant des recherches, mais aussi, et c'est un élément nouveau ici, une expérience personnelle acquise dans un autre domaine que l'enseignement.

D'ailleurs, Peña renonce, en 1872, à l'enseignement pour mener des travaux liés à la construction de lignes de chemin de fer. Ses leçons circulent alors entre les élèves de l'école d'ingénieurs sous la forme de copies manuscrites où s'accumulent peu à peu des erreurs qui les rendent parfois difficiles à comprendre. En 1882, alors que le *Colegio Militar* est depuis 1880 redevenu une école indépendante de l'université, placée sous le contrôle du Secrétariat de Guerre, ce dernier propose à Peña de publier son cours. L'année suivante, le Secrétariat de l'Instruction publique fait une offre similaire, mais l'auteur, occupé par ses travaux d'ingénieur, ne trouve qu'en 1885 le temps de relire et de corriger son manuscrit. Finalement, l'ouvrage paraît en 1886, sous le titre de *Geometría practica, Lecciones de agrimensura, topografía y nivelación dictadas en la Escuela de Ingenieros de Colombia* (Peña, 1887).

L'objectif affiché par l'auteur dans son introduction est de faire figurer dans son traité tout ce qui est en relation avec la topographie et le nivellement. Il souhaite par là rendre populaires les notions relatives à l'assistant de l'ingénieur, et aspire ainsi, à limiter l'emprise des « charlatans » qui, selon lui, officient dans le domaine de l'arpentage, mais surtout, à contribuer au « développement de l'esprit pratique » qui marque son siècle.

Lorsqu'il était professeur à l'école d'ingénieurs, Peña affirme avoir immédiatement ressenti la nécessité de disposer d'un texte adapté à l'enseignement la géométrie pratique en Colombie. Malgré son recours à plusieurs ouvrages tels que ceux de Sonnet, Claudel, Rankine, etc, il constate que ces traités étrangers « manquaient d'un corps de doctrines adapté à la profession de géomètre » (Peña, 1887, p. IX). Peña trouve, par ailleurs, certains de ces livres trop « sommaires », leurs auteurs ont par exemple tendance à supposer que les élèves sont familiers avec les instruments alors que cela n'est pas le cas en Colombie.

Peña considère par conséquent que son pays doit disposer d'un traité de géométrie pratique adapté au contexte local. Ce texte doit, d'une part, faire connaître les instruments aux élèves qui ne peuvent que très rarement les manipuler, et d'autre part, tenir compte de pratiques propres à l'exercice de la topographie en Colombie. Peña ajoute qu'il est convaincu que dans les domaines des sciences appliquées, des méthodes adaptées à un pays ne le sont pas forcément dans un autre. Par exemple, en Europe les propriétés sont très divisées et les terrains sont accessibles, alors qu'en Colombie, la population restée faible par rapport à l'étendue du territoire « fait qu'en dehors de certains centres peuplés,

les propriétés soient d'une étendue considérable, couvertes de forêts, sans chemin et avec mille obstacles à chaque pas » (Peña, 1887, p. XI).

L'ingénieur civil prétend également vouloir apporter dans son ouvrage des éléments nouveaux issus de son expérience professionnelle. Il insiste en particulier sur un chapitre dédié à la question des limites des erreurs sur le plan et sur les mesures effectuées sur le terrain, qu'il a introduit dans son enseignement dès 1870. Peña soutient n'avoir rencontré ce thème que dans un traité de Jean-Félix Salneuve paru en 1845, mais d'une manière tellement superficielle qu'elle ne pouvait le satisfaire. Ses propos sont confirmés par les professeurs Ruperto Ferreira et Andrés A. Arroyo (1858-1904) chargés en 1882, de rédiger un rapport sur le manuscrit de Peña. Ils soulignent alors « la clarté et l'étendue » avec laquelle certains « détails d'une grande utilité pratique » sont traités et insistent sur la partie concernant de la détermination des erreurs qui constitue une chose qu'ils n'ont « jamais vu traitée avec tant de lucidité dans les textes de Topographie » qu'ils vont eu « l'occasion de consulter. » (Peña, 1887, p. IV).

Il convient donc de regarder plus en détail ce chapitre du cours de Peña, afin d'observer dans quelle mesure, il a pu apporter des éléments nouveaux non seulement à l'enseignement, mais aussi, à la pratique de l'arpentage en Colombie.

Peña précise, tout d'abord, que parmi les nombreuses applications de la géométrie, il souhaite en considérer trois qui constituent à ses yeux la géométrie pratique à savoir : l'arpentage, la topographie et le nivellement. Son cours s'organise par conséquent selon ces trois thèmes qu'il définit ainsi : l'*arpentage* a pour objet de mesurer la superficie d'un terrain. La *topographie* consiste à dessiner sur le papier une représentation de la projection d'un terrain, c'est-à-dire, faire un plan. Pour y parvenir il faut d'abord *lever le plan* d'un terrain, ce qui revient à prendre sur celui-ci les mesures nécessaires pour dessiner sa projection horizontale. Ainsi, lever le plan se fait sur le terrain, alors que faire le plan est une affaire de dessin. Enfin, le *nivellement* consiste à donner une pente constante au tracé d'une route ou d'un canal.

Dans son chapitre sur les erreurs¹⁸, Peña recherche les relations qui expriment les limites à l'intérieur desquelles une erreur sur les angles ou sur les longueurs produit, dans la résolution d'un triangle, des erreurs graphiques non significatives. Il détermine pour cela tout d'abord, la formule donnant, pour chaque échelle, la mesure correspondant sur le terrain à un tracé inappréciable sur le plan, c'est-à-dire, la valeur limite d'une erreur de

¹⁸ Peña, 1887, p. 87-93.

mesure sur le terrain qui serait trop ténue pour apparaître sur le tracé. Puis, il établit une relation entre l'erreur angulaire et les longueurs mesurées sur le terrain. En combinant les deux résultats, il obtient ainsi des relations entre l'erreur angulaire, les longueurs mesurées et l'échelle choisie pour tracer le plan. Il montre alors l'intérêt de ces relations en les appliquant à trois exemples numériques. Le premier évalue, à partir de l'échelle et de l'erreur angulaire, la valeur maximale des longueurs à mesurer sur le terrain pour que l'erreur soit inappréciable sur le plan. Le second, donne à partir de l'échelle et de la longueur maximale, l'erreur angulaire maximale qui n'aurait pas d'effets visibles sur le tracé du plan¹⁹. Enfin, le troisième exemple, établit à partir de l'erreur angulaire et de la longueur maximale, l'échelle à adopter pour que les erreurs commises soient invisibles sur le plan.

Tous ces éléments (formules et exemples) se retrouvent dans l'ouvrage de Salneuve (Salneuve, 1857, p. 97-98). Mais Peña poursuit sa réflexion sur les erreurs en cherchant à l'appliquer aux surfaces. Il pose en effet le problème de déterminer dans quelles limites peut être comprise la surface réelle représentée sur un plan. Il met alors immédiatement en garde sur le fait que certaines erreurs, dues à des mesures sur le terrain, sont difficiles à évaluer, comme par exemple, celles commises par la conversion d'un polygone curviligne en un polygone rectiligne. Puis il indique qu'il est nécessaire de formuler une hypothèse sur la limite de la mesure appréciable sur le terrain, laquelle varie en fonction de la taille de la surface mesurée et des circonstances. Peña établit alors, dans le cas d'une surface carrée puis triangulaire, une majoration de l'erreur commise à partir de l'erreur estimée sur les longueurs. Après avoir précisé que la recherche d'un résultat similaire à partir de l'erreur angulaire entraînerait des calculs longs et difficiles, il illustre l'intérêt des résultats obtenus, en calculant sur des exemples concrets, le coût en pesos d'une erreur commise sur le calcul de la surface d'un terrain par un géomètre chargé d'évaluer son prix. Le dernier exemple qu'il donne remplit, semble-t-il, une fonction pédagogique, puisque Peña y montre la différence qui peut apparaître entre l'erreur commise à partir des données du plan et celle qui repose sur les mesures effectuées sur le terrain. Il obtient alors une erreur d'estimation correspondant à une somme dix fois plus importante pour des données erronées prises sur le plan.

La superficialité que Peña reproche aux ouvrages consultés est sans doute à relativiser en partie, car il emprunte à Salneuve les formules et les exemples sur lesquelles

¹⁹ Ceci permet selon Salneuve de choisir l'instrument à adopter en fonction de la précision angulaire nécessaire (voir Salneuve, p. 97).

repose son étude des limites des erreurs inappréciables sur le plan. Mais il apporte des applications de ces résultats qui traduisent, à n'en pas douter, des situations concrètes auxquelles les géomètres colombiens de l'époque sont confrontés. Ces considérations semblent indiquer notamment qu'il est souvent fait appel à leurs services pour mesurer et évaluer des terrains et que les problèmes qui apparaissent alors, ont très certainement une grande importance sur le plan économique et social.

L'étude de la *Geometría practica* de Peña, suggère l'idée, que dans la conception de son cours, les éléments issus d'un transfert de connaissances aient pu jouer un rôle secondaire. Ils s'agrègent à un noyau constitué par un enseignement de l'école elle-même, mais surtout, ils laissent la place à des connaissances acquises par l'étude et l'expérience personnelle de Peña. Ce nouvel exemple d'une production scientifique associée à un processus de transmission des savoirs répond à une démarche de l'auteur. Celui-ci souhaite, en effet, répondre à un besoin de « combler un vide », d'élaborer un texte utile à l'enseignement qui fasse aussi état des connaissances disponibles dans ce domaine. Mais surtout, dans les choix qu'il fait, Peña veut apporter des éléments qui soient adaptés au contexte local, c'est-à-dire, aux contraintes matérielles, aux conditions d'exercice de l'arpentage, aux besoins du pays. Il s'agit là, non seulement d'un transfert de connaissances et d'une transformation en vue de leur reproduction, mais aussi, d'un apport original issue d'une expérience personnelle en prise avec le contexte local.

CONCLUSION

L'étude de ces trois cours de géométrie du *Colegio Militar* de Bogota, permet de mettre en évidence que la compréhension des processus de circulation des savoirs, au niveau d'un établissement d'enseignement, mérite de prendre en compte leur complexité et les liens étroits qu'ils tissent avec le contexte local, les institutions et les acteurs impliqués. Il apparaît alors que ces mécanismes de transfert, parfois difficiles à appréhender, peuvent recouvrir des formes diverses ; d'un passage relativement direct, comme lors de l'utilisation d'un traité étranger ou de sa traduction fidèle, à quelques éléments de base que vient compléter une recherche ou une étude personnelle, en passant par une construction issue d'une superposition d'apprentissages individuels et de sources multiples. Ces processus comportent leur part variable de transformations et d'adaptations aux attentes locales, aux institutions, aux conditions de leur transmission. La construction qui en résulte peut alors être prise en compte comme l'un des éléments participant à la mise en

commun des savoirs. Sous ce point de vue, nous pouvons donc considérer que le rôle joué par les institutions éducatives pour la circulation et l'adaptation des connaissances entre dans la production des savoirs. À ce titre, l'étude des établissements d'enseignement des sciences, peut nous permettre de mieux appréhender le développement et la « normalisation » de la science au niveau local et les liens qu'elle a établis avec l'extérieur.

RÉFÉRENCES

Azcarate, G. A. (2004). « Un best-seller del siglo XIX : los elementos de geometría de Legendre ». *Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, Universidad de La Rioja, vol. 1, p. 357-368.

Belhoste, B. (1998). « Pour une réévaluation du rôle de l'enseignement dans l'histoire des mathématiques ». *Revue d'histoire des mathématiques* vol. 4. n. 2.

Bond, S. (1870). « Informe de la Comisión sobre un texto de Jeometría ». *Anales de la Universidad Nacional*, vol. 3, p. 412.

Comte, A. (1843). *Traité élémentaire de géométrie analytique*, éditeurs Carilian – Gœury et Vor Dalmont, Paris.

Delambre, J-B. J. (1810). *Rapport historique sur les progrès des sciences mathématiques depuis 1789*. Paris: Imprimerie impériale.

Descartes, R. (1886). *La Géométrie*. Paris: Hermann.

Eychenne, B. (2013). *L'enseignement de Lino de Pombo au Colegio Militar de Bogota : Les Leçons de géométrie analytique (1850)*, Mémoire de Master 2 en Histoire des Sciences et des Techniques, Université de Nantes.

Ferreira, R. (1871). Escuela de Literatura i Filosofía, Programa para la clase de Jeometria elemental, practica i aplicada, adaptado a lo dispuesto en el decreto de 3 de febrero de 1871. *Anales de la Universidad nacional*, vol. 5, p. 450-456.

Lacroix. (1838). *Essais sur l'enseignement en général et sur celui des mathématiques en particulier*. Paris: Bachelier.

Legendre, A-M. (1866). *Elementos de Jeometría con adiciones i modificaciones por M. A. Blanchet, traducidos de la decima edición de Paris por Luis M. Llérás*. Bogota: Imprenta de Gaitán.

Lleras, L. (1879). « Solución de las cuestiones enunciadas i no resueltas en los elementos de Jeometria de A. M. Legendre adicionados i modificados por M. A. Blanchet, suplemento a la misma obra por Luis Llérás ». *Anales de la Universidad Nacional*, vol. XI, p. 295.

Mawhin, J. (2012). « Euclide revu par Legendre ou des Éléments aux Éléments de Géométrie ». *Revue des Questions Scientifiques*, 183 (2-3), p. 203-230.

Mier, J. M. (2003). *El ingeniero don Lino de Pombo O'Donnell*. Bogota: Sociedad Colombiana de Ingenieros.

Pombo, L. (1850). *Lecciones de geometría analítica*. Bogotá: Imprenta El día por José Ayarza.

Peña, M. H. (1887). *Geometria practica, Lecciones de agrimensura, topografia y nivelacion dictadas en la Escuela de Ingenieros de Colombia*. Bogota: Imprenta de « La Luz ».

Preveraud, T. (2013). « Transmissions des enseignements mathématiques français à l'Académie militaire américaine de West Point (1815-1836) », *Amnis*, 12 | 2013, mis en ligne le 20 juin 2013.

Salneuve, J-F. (1857). *Cours de topographie et de géodésie*. Paris: Librairie militaire.

Sanchez, I.; Gonzalez, M. T. (2016). « La geometría analítico-descriptiva de Mariano Zorraquín ». *Histemat*, ano 2, n. 3, p. 200-228.

Simons, L. G. (1931). « The Influence of French Mathematicians at the end of the eighteenth century upon the teaching of Mathematics in American Colleges », *Isis*, vol.15, n. 1, février, p. 104-123.

Sonnet, H. (1839). *Géométrie théorique et pratique*. Paris: Hachette.

Vincent, A. J. H. (1844). *Cours de Géométrie élémentaire*. 5e édition. Paris: Bachelier.

Wallon, H. (1869). *M. Vincent, extrait du Correspondant*. Paris: Librairie de Charles Douniol.

Zorraquin, M. (1819). *Geometría analítica – descriptiva*. Manuel Amigo: l'Alcalá de Henares.