Se déprendre d'Euclide pour enseigner la géométrie : une convergence de pratiques pédagogiques à l'heure des transformations de l'école américaine (1800-1840)

*Breaking away from Euclid for the teaching of geometry. A convergence of
teaching practices at time of changes in the American school (1800-1840)*

Thomas Preveraud

Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/histoire-education/3709>

DOI : 10.4000/histoire-education.3709

ISSN : 2102-5452

Éditeur

ENS Éditions

Édition imprimée

Date de publication : 31 décembre 2017

Pagination : 167-194

ISSN : 0221-6280

Référence électronique

Thomas Preveraud, « Se déprendre d'Euclide pour enseigner la géométrie : une convergence de pratiques pédagogiques à l'heure des transformations de l'école américaine (1800-1840) », *Histoire de l'éducation* [En ligne], 148 | 2017, mis en ligne le 31 décembre 2020, consulté le 20 mai 2021. URL : <http://journals.openedition.org/histoire-education/3709> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/histoire-education.3709>

Se déprendre d'Euclide pour enseigner la géométrie : une convergence de pratiques pédagogiques à l'heure des transformations de l'école américaine (1800-1840)

Thomas Preveraud

En 1829, l'Américain Timothy Walker, alors professeur de mathématiques à la *Round Hill School*, dans le Massachusetts, publie à Boston un ouvrage intitulé *Elements of Geometry, with Practical Applications, for the Use of Schools*. Le titre évoque un manuel de géométrie qui n'est pas destiné, *a priori*, à l'enseignement supérieur. Pourtant, en 1832, l'ouvrage intègre le *curriculum* de la prestigieuse université Harvard et y demeure le support de référence pour l'enseignement de la géométrie jusqu'en 1837, d'une façon d'autant plus surprenante que l'envergure et la complexité de la géométrie proposée par Walker sont nettement moindres que celles des manuels traditionnellement utilisés dans les *colleges* américains. Plus encore, l'ouvrage connaît au moins trois éditions (1829, 1830, 1831), qui témoignent d'une diffusion certaine auprès des acteurs de l'enseignement américain. Face à l'étrangeté, Paul Veyne incite l'historien à ne pas fermer les yeux¹. À quels nouveaux éclairages sur l'histoire de l'enseignement aux États-Unis, des structures institutionnelles qui l'encadrent et des méthodes d'apprentissage de la géométrie, nous mène l'étude de cet évènement qui croise édition et éducation ?

1 Paul Veyne, *Comment on écrit l'histoire*, Paris, Seuil, 2015 [1^{re} éd. 1971].

L'étude de référence en matière d'enseignement de la géométrie au XIX^e siècle, aux États-Unis, reste le travail de doctorat mené par Amy Ackenberg-Hastings en 2000². Se situant dans le contexte des transformations de l'enseignement supérieur aux États-Unis entre 1800 et 1850 – une période de débats et de transitions qui conduit après 1875 à l'institutionnalisation de la recherche mathématique américaine –, elle mène de front la biographie de trois auteurs d'ouvrages américains de géométrie à succès et analyse, dans ces ouvrages, la réception des méthodes françaises et britanniques, divergentes quant à l'exposition pédagogique de la géométrie. La parution des *Elements of Geometry* de Walker et son usage à Harvard sont très brièvement mentionnés, pareils à des jalons de l'histoire de l'enseignement de la discipline dans cette institution. Les contenus de l'ouvrage n'y sont pas analysés à l'aune des contextes éditoriaux, des lieux de publication et d'utilisation ou des publics visés et réellement touchés. Ce travail de synthèse, qui porte uniquement sur l'enseignement supérieur et s'appuie sur un corpus d'ouvrages restreint, est complété par l'étude de Nathalie Sinclair³, intitulée *The History of the Geometry Curriculum in the United States*. Mais si celle-ci présente l'évolution de la place de la géométrie dans les *curricula* des institutions d'enseignement (surtout au niveau secondaire), elle ne fournit pas d'analyse textuelle des ouvrages publiés.

Fort de ce constat historiographique, le présent article s'appuie sur l'analyse croisée des contenus des *Elements of Geometry, with Practical Applications* de Walker et des manuels précédemment utilisés à Harvard ou dans les *colleges* de Nouvelle-Angleterre. Pour circonscrire les conditions dans lesquelles cet ouvrage pénètre le marché de l'édition scolaire, nous mobilisons également des sources qui rendent compte des débats qui agitent les milieux éducatifs de Nouvelle-Angleterre quant à l'enseignement en général, dont celui de la géométrie : correspondances entre enseignants et l'administration d'Harvard, recensions desdits ouvrages dans la presse savante. Sans négliger les contextes de mutation des différents segments ou degrés de l'instruction aux États-Unis, notre travail prétend sortir de la simple étude de cas. Il propose une clé de compréhension des dynamiques et interactions mutuelles des mondes savants, éducatifs et éditoriaux, essentiellement en Nouvelle-Angleterre, en articulant deux niveaux d'analyse temporelle. D'une part,

2 Amy Ackenberg-Hastings, *Mathematics is a Gentleman's Art: Analysis and Synthesis in American College Geometry Teaching*, PhD, Ames, Iwo State University, 2000.

3 Nathalie Sinclair, *The History of the Geometry Curriculum in the United States*, Charlotte, IAP, 2008.

le point de vue «macroscopique», centré sur le temps long, éclaire la nature des débats qui agitent depuis le XVIII^e siècle, professeurs, auteurs et pédagogues au sujet de l'enseignement de la géométrie en Europe comme aux États-Unis. Faut-il conserver, dans les manuels, une exposition «à la Euclide», c'est-à-dire reposant sur une présentation et un ordonnancement strictement déductifs des théorèmes, sachant combien ils peinent à intéresser élèves et étudiants? D'autre part, le point de vue «microscopique» s'attache aux transformations structurelles (*curricula*, articulation des enseignements, publics, etc.) que connaissent, dans les années 1820, certaines institutions d'enseignement supérieur ou secondaire au niveau local, ainsi qu'à l'émergence des méta-structures qui vont, dans les différents États, bientôt encadrer l'instruction des jeunes Américains.

Ce jeu d'échelles sert de grille d'analyse à deux événements scientifiques et éditoriaux ayant pour cadre l'université Harvard en 1819 et en 1832. À la fin des années 1810, celle-ci réforme son *curriculum* de mathématiques, jugé inadapté aux besoins des élites savantes, et le modernise en y intégrant une série de traductions de manuels français, toutes produites *in situ*⁴. Ainsi, sur le terrain spécifique de l'enseignement de la géométrie, la question épistémologique de la transformation du discours à tenir face à des étudiants s'incarne institutionnellement en 1819, mais les fruits initiaux du débat rompent finalement assez peu avec les pratiques passées : au sein du *curriculum* de mathématiques, une traduction écossaise des *Éléments* d'Euclide est remplacée par une traduction des *Éléments de géométrie* d'Adrien-Marie Legendre, une géométrie française modernisée, mais assez proche en réalité de la méthode du Grec, et dont de nombreux succédanés vont paraître dans différentes versions domestiques au cours du siècle⁵. Au début des années 1830, ce débat est prolongé, toujours à l'université d'Harvard, mais ses résonnances semblent bien plus profondes. Quelle place pour l'intuition et l'imagination? Faut-il opter pour des méthodes déductives ou inductives? Les manuels doivent-ils contenir des exercices? À qui enseigner la

4 Konstantinos Chatzis, Thomas Morel, Thomas Preveraud, Norbert Verdier, «Traduire des mathématiques pour et par des élèves dans la première moitié du XIX^e siècle : acteurs et pratiques de traduction à travers trois cas d'étude en Europe et aux États-Unis», *Studies in Book Culture*, vol. 9, n° 1, 2018. En ligne : <<https://www.erudit.org/fr/revues/memoires/2017-v9-n1-memoires03394/1043118ar/>> (consulté le 10 mars 2018).

5 Thomas Preveraud, «Geometry, Teaching and Publishing in 19th Century United States: a Study of the Adaptations of Legendre's Geometry», in Évelyne Barbin, Uffe Thomas Jankvist, Tinne Hoff Kjeldsen (dir.), *Proceedings of the Seventh Summer University on the History and Epistemology in Mathematics Education, 14-18 July 2014*, Aarhus University, Danish School of Education, 2015, p. 679-692.

géométrie pratique? La traduction du manuel de Legendre est alors remplacée par l'ouvrage de Walker. Or c'est aussi l'époque où des forces de changement secouent l'instruction à destination d'un public différent de celui des *colleges*⁶. Débutent en effet les grands chantiers de l'institutionnalisation de l'enseignement secondaire et populaire, où ces questionnements trouvent naturellement un écho. C'est précisément la possibilité du chevauchement – de méthodes d'enseignement, de *curricula*, de publics – entre plusieurs niveaux d'instruction que tout oppose *a priori* – en premier lieu l'origine sociale des acteurs y évoluant –, qui permet d'appréhender au mieux la parution en 1829 et les contenus des *Elements of Geometry, with Practical Applications* de Timothy Walker.

I. Legendre remplace Euclide (1800-1819)

Quand l'ouvrage de Walker est publié, les figures de proue de l'enseignement américain sont les *colleges*. Mentionnée de façon erratique avant 1790 dans leurs *curricula*⁷, la géométrie voit son enseignement se renforcer dès les premières années de la République. Dans le contexte du *college*-séminaire dont la structure, la gouvernance et les enseignements empruntent aux homologues anglais d'Oxford et Cambridge⁸, la géométrie enseignée renvoie le plus souvent à la présentation et aux contenus des *Éléments* d'Euclide. Il s'agit d'un ouvrage rédigé au III^e siècle avant notre ère, qui offre à la fois une synthèse des connaissances mathématiques et une méthode de la preuve qui repose sur le raisonnement axiomatique-déductif⁹. Au début du XIX^e siècle, dans de nombreux *colleges* de la Nouvelle-Angleterre, la géométrie dite euclidienne constitue une discipline importante, non seulement en vue de la formation intellectuelle des étudiants, mais aussi pour la transmission et la permanence d'un ordre moral et religieux. Le raisonnement axiomatique-déductif qui sous-tend la présentation du texte d'Euclide et l'écriture des démonstrations sont appréciés des professeurs car selon eux, ils structurent la pensée et développent les facultés de raisonnement.

Si, dans les *colleges* de l'ancienne puissance coloniale, Euclide reste presque

6 Malie Montagutelli, *Histoire de l'enseignement aux États-Unis*, Paris, Belin, 2000, p. 64-70.

7 Amy Ackerberg-Hastings, *Mathematics is a Gentleman's Art...*, op. cit., p. 7.

8 John S. Brubacher, Willis Rudy, *Higher Education in Transition, A History of American Colleges and Universities, 1636-1968*, New-York, Evanston, London, Harper & Row, 1968, p. 3 [1^{re} éd. 1958].

9 On pourra se référer au commentaire que l'auteur de la dernière traduction française, parue en 1990, livre en paratexte dans Bernard Vitrac, *Euclide d'Alexandrie : Les Éléments*, traduits du texte de Heiberg, vol. 1, Paris, Presses universitaires de France, 1990.

«sans rival»¹⁰, pendant tout le XIX^e siècle, aux États-Unis, on évoque très tôt des alternatives. Ainsi, en 1910, l'historien américain Florian Cajori rappelle brièvement¹¹ dans l'*American Mathematical Monthly*, l'effervescence intellectuelle qui agita les milieux éducatifs autour de la place de la géométrie euclidienne dans l'enseignement supérieur américain entre 1815 et 1875. Fallait-il conserver les traductions britanniques des *Éléments* d'Euclide effectuées au XVIII^e siècle, et leurs méthodes caractérisées d'explicitation du discours et de la preuve, comme le faisaient les enseignants anglais, ou plutôt professer une géométrie modernisée? Les travaux récents sur les transformations successives des manuels de géométrie sur le temps long du *college* américain¹² mettent en évidence des réponses à ces questions dont la dynamique est loin d'être linéaire¹³, mais mène *in fine* à l'abandon du texte d'Euclide ou de ses récents avatars, abandon achevé dans le troisième quart du siècle.

1. Modernisation et conservatisme de l'enseignement de la géométrie aux États-Unis

Dans les universités américaines, au début du XIX^e siècle¹⁴, on utilise successivement deux *bestsellers* écossais pour l'enseignement de la géométrie euclidienne. Le premier, *The Elements of Euclid* (1756), est rédigé par Robert Simson : il s'agit d'une traduction d'une version latine des *Éléments* d'Euclide¹⁵. En 1795, John Playfair propose dans ses *Elements of Geometry* une nouvelle version du texte de Simson. Comme nombre d'ouvrages britanniques de la période postcoloniale, les deux manuels connaissent, respectivement en 1803 puis en 1806, des éditions américaines.

À Harvard, Playfair est substitué à Simson en 1806, et son enseignement, circonscrit aux deux premières années d'études, procède de la récitation : «Les *freshmen* et les *sophomores*, qui avaient en général déjà étudié l'algèbre,

10 Amirouche Moktefi, «Geometry. The Euclid Debate», in Raymond Flood, Adrian Rice, Robin Wilson (dir.), *Mathematics in Victorian Britain*, Oxford, Oxford University Press, 2011, p. 322-323.

11 Florian Cajori, «Attempts Made during the Eighteenth and Nineteenth Centuries to Reform the Teaching of Geometry», *The American Mathematical Monthly*, vol. 17, n° 10, 1910, p. 181-201.

12 Amy Ackerberg-Hastings, *Mathematics is a Gentleman's Art...*, op. cit.

13 Thomas Preveraud, *Circulations mathématiques franco-américaines (1815-1876) : transferts, réceptions, incorporation et sédimentations*, thèse de doctorat, université de Nantes, 2014.

14 Les premières mentions d'un enseignement de la géométrie d'Euclide sont antérieures à la parution de ces deux traités, et datent de 1733, à Yale. Cf. Florian Cajori, «Attempts Made during...», art. cit., p. 199.

15 Amy Ackerberg-Hastings, *Mathematics is a Gentleman's Art...*, op. cit., p. 45-53.

mémorisaient quelques pages des *Éléments de géométrie* chaque jour et les récitait à un tuteur»¹⁶. Mais, au milieu des années 1810, John Kirkland, le président de l'université, et le professeur John Farrar¹⁷, alors directeur du département de mathématiques, s'entendent pour réformer l'enseignement de la géométrie : il s'agit d'intégrer un nouveau manuel au *curriculum*. L'ouvrage recherché articulerait raisonnement logique classique et perspectives modernes. En effet, explique Farrar à Kirkland, «il n'y a presque aucun domaine dans lequel notre supériorité sur les Anciens est plus manifeste et palpable que dans les mathématiques et pourtant c'est presque la seule branche du savoir dans laquelle nous avons continué à les considérer comme nos professeurs»¹⁸. En dépit des quelques modifications apportées par Playfair à la doctrine euclidienne¹⁹, la géométrie professée à Harvard est restée sourde aux transformations récentes des mathématiques et de leur enseignement en Europe. Si elle n'a pas intégré les apports éventuels de l'algèbre ou de l'analyse, elle ignore surtout les réflexions sur l'enseignement qui ont occupé mathématiciens et auteurs français des deux siècles précédents.

Le débat français entre géomètres des XVII^e et XVIII^e siècles ne porte pas seulement sur le degré d'accommodement avec la rigueur euclidienne, il est aussi d'ordre épistémologique. Dans le cadre de l'enseignement, comment écrire et présenter les éléments de la géométrie à des commençants ? Antoine Arnauld avec ses *Nouveaux éléments de géométrie* (1683), puis Alexis Clairaut avec ses *Éléments de géométrie* (1765), rejettent l'exposé à la façon d'Euclide. Ils rédigent de nouveaux manuels qui refusent l'ordre euclidien de présentation des propriétés géométriques, qu'ils considèrent incapable d'intéresser le lecteur : «Quoique la géométrie soit par elle-même abstraite, il faut avouer cependant que les difficultés qu'éprouvent ceux qui commencent à s'y appliquer, viennent le plus souvent de la manière dont elle est enseignée dans les *Éléments ordinaires*»²⁰. En effet, dans les éléments de géométrie «à la Euclide», le mode de

16 Un ancien étudiant, cité par Amy Ackerberg-Hastings, «Analysis and synthesis in John Playfair's *Elements of Geometry*», *The British Journal for the History of Science*, vol. 35, n° 1, 2002, p. 69.

17 Pour une biographie de John Farrar, se référer à Amy Ackerberg-Hastings, *Mathematics is a Gentleman's Art...*, *op. cit.*, p. 161-182.

18 John Farrar, Letter to John T. Kirkland, 23 June 1817, in Farrar, John, 1779-1853. *Correspondence and faculty reports by John Farrar, Hollis Professor of Mathematics and Natural Philosophy, 1810-1831 and undated*, UAI 15.963, Cambridge, MA, Harvard University Archives.

19 Amy Ackerberg-Hastings, *Mathematics is a Gentleman's Art...*, *op. cit.*, p. 43-72.

20 Alexis Clairaut, *Éléments de géométrie*, Paris, Compagnie des Libraires, 1765, p. i.

preuve suppose le résultat connu au début du raisonnement. Par exemple, Euclide annonce puis démontre que l'aire d'un disque s'obtient en multipliant son demi-périmètre par son rayon et le fait en raisonnant par l'absurde. Ce genre de preuve relève de la synthèse au sens des Anciens, un mode du discours logique qui suppose le résultat connu au début de la démonstration²¹. Sur un plan didactique, le raisonnement par l'absurde soulève de nombreuses réserves : si la preuve convainc le débutant de la vérité de la proposition, elle échoue la plupart du temps à l'éclairer sur l'origine du résultat démontré (d'où Euclide tire-t-il l'expression proposée dans l'énoncé des propositions?).

Dans leurs ouvrages, Arnauld et Clairaut réécrivent les preuves afin de rendre compte de l'évidence de la vérité géométrique des propositions. Bien que reposant comme chez Euclide sur le raisonnement déductif, elles s'intéressent davantage au moyen emprunté par le mathématicien pour aboutir à ce qu'il a pour objet de démontrer. Pour Clairaut, il s'agit de faire affleurer dans le discours mathématique des méthodes pour résoudre des problèmes, dont les résultats ne sont pas connus à l'avance. Conscient du défaut d'incarnation du discours « à la Euclide » et du désintérêt pour la chose géométrique qui en découle, Clairaut propose de suivre l'ordre de l'invention, c'est-à-dire l'ordre dans lequel l'esprit humain s'approprie naturellement les connaissances²² : « afin de suivre dans cet ouvrage une route semblable à celles des inventeurs, je m'attache d'abord à faire découvrir aux commençants les principes dont peut dépendre la simple mesure des terrains, et des distances accessibles ou inaccessibles »²³.

2. Le compromis des *Éléments de géométrie* de Legendre

Sans trop doute trop radicaux, trop éloignés de l'horizon d'attente euclidien de ses étudiants-lecteurs, les ouvrages d'Arnauld ou de Clairaut ne peuvent convenir à Farrar. Avec ses *Elements of Geometry* (1819), le professeur d'Harvard traduit quasi intégralement un manuel français plus récent : les *Éléments de géométrie* du mathématicien Adrien-Marie Legendre publiés en 1794, largement diffusés dans

21 Voir notamment Michael Otte, Marco Panza, « Mathematics as an Activity and the Analytic-Synthetic Distinction », in Michael Otte, Marco Panza (dir.), *Analysis and synthesis in Mathematics: History and Philosophy*, Dordrecht, Kluwer, 1997, p. 231-271.

22 Voir notamment Évelyne Barbin, « Les éléments de géométrie de Clairaut : une géométrie problématique », *Repères-IREM*, vol. 4, 1991, p. 129.

23 Alexis Clairaut, *Éléments de géométrie*, op. cit., p. vj.

les lycées français²⁴ et déjà multi-traduits dans de nombreux pays²⁵. L'ouvrage français paraît dans le contexte de la restructuration de l'enseignement secondaire et supérieur postrévolutionnaire, qui s'accompagne d'un renforcement des valeurs du raisonnement et de la rigueur²⁶. Les nouvelles institutions que sont l'École polytechnique ou l'École normale de l'an III offrent des *curricula* d'un haut degré d'excellence, et dont les concours d'entrée nécessitent une préparation et un entraînement aux mathématiques théoriques. Rejetant «l'intuition comme méthode de démonstration»²⁷, Legendre propose un manuel assez proche de la doctrine euclidienne dans la méthode de la preuve (avec notamment le recours au raisonnement par l'absurde), ainsi qu'il l'indique dans la préface de l'ouvrage :

«Je pense donc que l'espèce de méthode dont se servoient les anciens est encore celle qui approche le plus de la perfection, et qui convient le mieux aux démonstrations de la géométrie. Les modernes ont trouvé cette méthode trop laborieuse : ils lui en ont substitué de plus simples et plus expéditives : mais il faut avouer que celles-ci ne sont ni aussi rigoureuses ni aussi satisfaisantes»²⁸.

Pour autant, Legendre modernise le discours mathématique : l'ouvrage est arithmétisé (les grandeurs sont associées à des nombres), les proportions sur les grandeurs souvent traitées à l'aide de fractions, des symboles opératoires sont utilisés pour faciliter la lecture des démonstrations et les énoncés généraux des propositions sont retirés car jugés trop abstraits. Le manuel de Legendre présente des caractéristiques ajustées aux besoins de Farrar puisqu'il conjugue «la méthode des anciens [...] généralement considérée comme la plus satisfaisante et la plus adaptée pour représenter les vérités géométriques»²⁹, et les «avantages des découvertes modernes»³⁰.

24 Pierre Lamandé, «Trois traités français de géométrie à l'orée du XIX^e siècle : Legendre, Peyraud et Lacroix», *Physis*, vol. 30, 1993, p. 251.

25 Voir Gert Schubring, «La diffusion internationale de la géométrie de Legendre : différentes visions des mathématiques», *Revue française d'éducation comparée*, n°2, 2007, p. 31-55, ainsi que Bruno Belhoste, «Les caractères généraux de l'enseignement secondaire scientifique de la fin de l'Ancien Régime à la Première Guerre mondiale», *Histoire de l'éducation*, n°41, 1989, p. 3-45.

26 *Ibid.*, p. 38.

27 Pierre Lamandé, «Trois traités français de géométrie à l'orée du XIX^e siècle...», *op. cit.*, p. 246.

28 Adrien-Marie Legendre, *Éléments de géométrie*, Paris, Didot, 1794, p. vi.

29 John Farrar, *Elements of Geometry by A.M. Legendre*, Cambridge (Massachusetts), Hilliard and Metcalf, 1819, p. iii.

30 *Ibid.*

La traduction par Farrar des *Éléments de géométrie* de Legendre intègre alors rapidement les *curricula* d'une dizaine de *colleges* américains³¹ et sa diffusion témoigne du besoin d'une géométrie euclidienne modernisée pour l'enseignement supérieur américain. À partir des années 1830, le retour à la doctrine d'Euclide – sans accommodements avec la rigueur initiale des *Éléments* – est soutenu par une série d'universitaires et auteurs de manuels américains, qui estiment que les transformations réalisées par Legendre ont réduit les difficultés d'apprentissage, jugées les seules capables de former l'esprit à l'art du raisonnement. Dès les années 1830, ils produisent une série d'adaptations très libres du manuel de Legendre en en gommant les aspects les plus modernes³², un revirement qui inspire à Florian Cajori cette réflexion : « On dit des auteurs américains, qu'après avoir abandonné Euclide, ils modifièrent la géométrie de Legendre pour la faire ressembler le plus possible à Euclide »³³.

II. L'enseignement de la géométrie dans le contexte de l'émergence de nouveaux publics

En marge de ces discussions et propositions éditoriales, les questionnements sur l'enseignement de la géométrie – et sur l'enseignement de manière générale – sont prolongés à la fin des années 1820, à l'articulation entre le monde universitaire et les autres niveaux d'instruction. La période est en effet celle d'une transition, d'un enseignement essentiellement classique et uniforme vers un enseignement davantage différencié.

1. Du manuel de Farrar à celui de Walker (1828-1832) : nouvelle rupture pour l'enseignement des mathématiques à Harvard

Dès sa parution en 1819, les *Elements of Geometry* de Farrar sont utilisés à Harvard pour le cours de mathématiques, mais leur usage s'y fragilise dans la décennie suivante. En 1828, Josiah Quincy est élu président de l'université ; il remplace Kirkland, avec lequel Farrar entretenait d'excellentes relations, et le soutien de la direction ne lui est plus assuré. Concomitamment, les utilisateurs de son manuel lui reprochent sa longueur et sa complexité, son manque

31 Thomas Preveraud, *Circulations mathématiques franco-américaines...*, op. cit., p.217.

32 Thomas Preveraud, « Geometry, Teaching and Publishing in 19th Century United States... », art. cit., p.684-686.

33 Florian Cajori, « Attempts Made during... », art. cit., p.200.

d'ouverture sur les autres sciences et le faible nombre de problèmes d'application. Benjamin Peirce, tuteur de mathématiques à Harvard, explique que, malgré la réputation justifiée du manuel, il «est injuste d'accorder à ce seul travail bientôt la moitié du temps qui doit être alloué à l'ensemble des mathématiques pures»³⁴. L'ouvrage est trop complet, trop riche, et ne peut, selon lui, être enseigné uniformément à tous les étudiants. Il doit être remplacé par un traité plus court et plus simple, dans lequel il serait proposé de «sacrifier l'idéal de la rigueur de la démonstration»³⁵.

Peirce reprend en fait à son compte des arguments critiques du manuel de Legendre déjà déployés en 1828 dans un article de la *North American Review*³⁶, rédigé par Timothy Walker³⁷, un professeur de mathématiques de la *Round Hill School* dans le Massachussets. Et pour la substitution à Harvard, Peirce a en tête un document : les *Elements of Geometry, with Applications* (1829), rédigés sur la base de son article par le même Walker.

«Legendre statue au moyen de lois générales [...], offre les plus fins théorèmes, les plus [beaux] exemples de raisonnement strict»³⁸, objecte Farrar en 1832. Sa méthode, enchérit-il, est indispensable à l'étudiant, pour qui «le principal objet de l'étude de la géométrie n'est pas l'application des vérités géométriques [mais le fait qu'elles] investissent et développent des facultés intellectuelles»³⁹. Son travail, amendé en 1825 dans une nouvelle édition, «est écrit pour des institutions telles que la nôtre, et parfaitement adapté à [...] mes étudiants que je connais bien d'expérience»⁴⁰. Dans la révision de l'ouvrage qu'il publie en 1830 (troisième édition), Farrar ajoute alors une «une copieuse collection de questions», sélectionnées principalement parmi les *Bland's Geometrical Problems*⁴¹. L'auteur

34 Benjamin Peirce, Letter to Josiah Quincy, 26 June 1832, in Harvard College, *Harvard College papers*, vol. 5, 2nd series, UAI.5.131.10, Cambridge, MA, Harvard University Archives.

35 *Ibid.*

36 Timothy Walker, «Farrar's Mathematics», *The North American Review*, vol. 27, n°60, 1828, p. 191-214.

37 Ancien étudiant d'Harvard, diplômé en 1826, ancien élève de Farrar, Timothy Walker enseigne les mathématiques entre 1826 et 1829 avant de se tourner vers le droit. Voir James G. Wilson, John Fiske (dir.), *Appleton's Cyclopaedia of American Biography*, vol. 6, New York, Appleton and Company, 1887-1889, p. 331.

38 John Farrar, Letter to Josiah Quincy, 24 June 1832, in Harvard College, *Harvard College papers*, vol. 5, 2nd series, UAI.5.131.10, Cambridge, MA, Harvard University Archives.

39 *Ibid.*

40 *Ibid.*

41 Miles Bland, *Geometrical Problems deductible from the first six books of Euclid, arranged and solved*, Cambridge, Smith, 1819.

original de ces questions est Miles Bland, tuteur en mathématiques au *Saint John's College* de Cambridge. Son recueil, paru en 1819 en Angleterre, est idéalement constitué d'exercices d'entraînement, explique Farrar. Il se compose d'une liste de problèmes de construction et de questions précises sur les propositions des six premiers livres d'Euclide. Les 124 problèmes que Farrar sélectionne et introduit dans son propre manuel sont rédigés dans un style abrégé et revêtent plusieurs aspects : une construction à effectuer – par exemple deux angles de mesure égale⁴² –, un résultat à redémontrer pour vérifier l'apprentissage du cours, une question numérique directe, un calcul d'aire ou de volume – par exemple la détermination de l'aire d'un secteur d'arc et de rayon donnés⁴³. Le contenu des questions vise à entraîner le lecteur à l'usage des théorèmes, mais surtout à aborder les applications de la géométrie dans un cadre concret et pratique. L'ajout des problèmes de Bland excepté, la révision des *Éléments de géométrie* que Farrar publie en 1830 ne montre aucun écho des critiques formulées en 1828 à l'endroit du manuel. Allant à l'encontre des suggestions de Walker, il écarte l'idée d'une simplification du texte et privilégie la fidélité à la rigueur euclidienne. À l'inverse, le « petit livre de Walker »⁴⁴, moqué par Farrar, mènerait fatalement à la déprise de la géométrie euclidienne, de l'idéal qu'elle porte et de ses vertus pour l'enseignement : « Que ceux qui n'ont point d'amour pour la géométrie ne soient autorisés à entrer ! »⁴⁵. Farrar répond point par point à la critique formulée par Peirce et Walker, mais sa tentative de sauvetage de ses *Elements of Geometry*, traduits de Legendre, échoue : en 1832, Quincy, le président d'Harvard, convoque une commission qui vote la suspension de son enseignement⁴⁶.

2. Curricula parallèles (1820-1840)

L'abandon de son manuel à Harvard précipite le départ de Farrar lui-même, remplacé en 1833 par Benjamin Peirce au poste de professeur de mathématiques. La liste des ouvrages utilisés en classe est alors modifiée. Ainsi, jusqu'en 1837, date à laquelle Peirce fait paraître son propre *Elementary Treatise of Plane and*

42 John Farrar, *Elements of Geometry*, Boston, Hilliard, Gray and Company, 1841, p. 225.

43 *Ibid.*, p. 234.

44 John Farrar, Letter to Josiah Quincy, 24 June 1832, in Harvard College, *Harvard College papers*, vol. 5, 2nd series, UAI.5.131.10, Cambridge, MA, Harvard University Archives.

45 *Ibid.*

46 Amy Ackerberg-Hastings, « Farrar and Curricular Transitions in Mathematics Education », *International Journal of the History of Mathematics Education*, vol. 5, n° 2, 2010, p. 27.

Solid Geometry, les *freshmen* étudient les *Elements of Geometry* de Walker⁴⁷. Le choix du manuel de Walker, un ouvrage abrégé et simplifié, témoigne en fait de questionnements plus larges sur la nature des enseignements et sur leur caractère obligatoire et uniforme pour tous les étudiants.

L'un des points sensibles du débat repose sur la possibilité offerte aux étudiants de ne pas suivre uniquement et/ou totalement un *curriculum* classique, généralement resserré autour du latin, du grec, des mathématiques et de quelques autres disciplines. Certains *colleges* estiment ce *curriculum* unique non adapté à la diversité des étudiants qu'ils accueillent et cherchent à ouvrir et moderniser leur enseignement : il s'agit de proposer, dès le premier cycle universitaire (*undergraduate*), des cours supplémentaires et optionnels en complément des enseignements formant la base commune – mais plus étroite – du *curriculum*. Signalons, entre autres exemples, des cours de langues et de littérature proposés à Harvard (1824)⁴⁸, un cours d'analyse toujours à Harvard (autour de 1825)⁴⁹, l'architecture et la chimie appliquée au *Amherst College* (1826)⁵⁰, un renforcement des disciplines scientifiques à l'*Union College* (1827)⁵¹, ou encore un cours de génie civil à l'université de Vermont (1828)⁵². Mais la place de ces cours optionnels fait débat : d'autres universités (dont Yale) refusent qu'ils soient établis avant la fin du premier cycle, et souhaitent maintenir le plus longtemps possible une séparation entre enseignements classiques et enseignements spécialisés⁵³.

La majorité de ces cours parallèles, qui s'étoffent dans les années 1830 pour offrir de véritables *curricula* parallèles à l'enseignement classique, concernent un enseignement spécialisé à visée technique et professionnelle. Les mathématiques – mais quelles mathématiques ? – y ont leur place, mais il ne peut s'agir de celles professées aux étudiants du cycle principal, non seulement en raison de l'objet de leur formation, mais aussi des différences de niveaux des étudiants.

47 Florian Cajori, *The Teaching and History of Mathematics in the United States*, Washington (D.C.), Bureau of Education, 1890, p. 136.

48 Voir Frederick Rudolph, *Curriculum, A History of the American American Undergraduate Course of Study Since 1636*, San Francisco, Jossey-Bass Publishers, 1977, p. 76-77 et John S. Brubacher, Willis Rudy, *Higher Education in Transition*, op. cit., p. 100-101.

49 Florian Cajori, *The Teaching and History of Mathematics in the United States*, op. cit., p. 135.

50 John S. Brubacher, Willis Rudy, *Higher Education in Transition*, op. cit., p. 101.

51 *Ibid.*, p. 102.

52 Terry S. Reynolds «The Education of Engineers in America before the Morrill Act of 1862», *History of Education Quarterly*, vol. 32, n° 4, 1992, p. 468.

53 John S. Brubacher, Willis Rudy, *Higher Education in Transition*, op. cit., p. 102-104.

À la fin des années 1830, toujours à Harvard, il est à nouveau question de différencier l'enseignement des mathématiques. En 1837, sous l'impulsion du professeur Peirce, les étudiants de la seconde année du premier cycle sont regroupés en trois sections, selon leur aptitude pour les mathématiques⁵⁴. En 1838, la possibilité est donnée aux *freshmen* qui le souhaitent d'arrêter les mathématiques après seulement une année d'études, à condition de réussir un examen évaluant leurs compétences en géométrie, algèbre, trigonométrie plane et sphérique, arpentage et navigation⁵⁵. Cette compression des cours en première année n'est pas sans poser de problèmes : très vite, les étudiants se plaignent de la quantité de travail, et le « département de mathématiques devint connu pour sa petite taille, la difficulté de ses enseignements et son impopularité »⁵⁶. Dans les années qui suivent, plusieurs aménagements sont essayés autour de la part relative des enseignements optionnels à Harvard⁵⁷, tentatives qui mènent à l'ouverture de la *Lawrence Scientific School* en 1842, une école adossée à l'université d'Harvard et qui offre un enseignement scientifique plus poussé que celui du *curriculum* classique. De telles expériences, plus ou moins éphémères, sont menées dans de nombreuses institutions américaines durant la première moitié du XIX^e siècle : à chaque fois, il s'agit d'articuler un socle de cours obligatoires et une offre de cours optionnels⁵⁸.

Il convient de replacer la parution et la diffusion des *Elements of Geometry, with Practical Applications* de Walker dans ce contexte de transformation des *curricula* dans l'enseignement supérieur. En effet, Walker explique « que les travaux d'Euclide et de Legendre, qui sont généralement les plus étudiés en Nouvelle-Angleterre, et bien que parfaits dans leur genre, sont, pour cette raison, qualifiés pour les meilleurs des séminaires »⁵⁹. L'ouvrage, dit en creux son auteur, pourrait servir les étudiants qui se destinent aux *colleges* prestigieux (tels Harvard ou ses équivalents), mais aussi les étudiants les moins brillants de ces

54 Florian Cajori, *The Teaching and History of Mathematics in the United States*, op. cit., p. 136.

55 *Ibid.*

56 Sven R. Peterson, « Benjamin Peirce: Mathematician and Philosopher », *Journal of The History of Ideas*, vol. 16, n° 1, 1955, p. 93.

57 Florian Cajori, *The Teaching and History of Mathematics in the United States*, op. cit., p. 137.

58 Karen H. Parshall, David E. Rowe, *The Emergence of the American Mathematical Research Community, 1876-1900: J.J. Sylvester, Felix Klein, and E.H. Moore*, Providence, American Mathematical Society, Londres, London Mathematical Society, 1994, p. 17.

59 Timothy Walker, *Elements of Geometry, with Practical Applications, for the Use of Schools*, Boston, Richardson, Lord and Holbrook, 1831, p. iii [1^{re} éd. 1829].

mêmes institutions d'excellence. En effet, son manuel est moins difficile que celui de Farrar et peut convenir à ces étudiants moins experts, vraisemblablement la majorité de la cohorte des *freshmen*. Cette considération que tout admis à Harvard n'est pas en mesure de suivre un cours de géométrie «à la Legendre» (ou «à la Farrar») pose la question de ceux qui le peuvent. Ce constat nous pousse à appuyer l'idée, brièvement évoquée par Amy Ackenberg-Hastings, que l'éviction du *curriculum* d'Harvard du manuel de Farrar, dès 1832 par Peirce lui-même, au profit du manuel abrégé de Walker, sinon annonce, à tout le moins doit être corrélée au déploiement de cours optionnels, à destination des plus brillants des étudiants, que le même Peirce formulera institutionnellement à la fin de la décennie⁶⁰.

3. Les mutations de l'école américaine (1780-1830)

Cette question du caractère optionnel d'une partie du *curriculum* à l'université renvoie *de facto* au niveau inférieur de l'instruction. Les différences d'habileté mathématique des étudiants observées à l'entrée au *college* – non soumise à concours, mais à entretien ou examen – doivent être corrélées à l'absence d'uniformité et d'institutionnalisation des cycles primaires et secondaires américains avant les années 1830-1850, période au cours de laquelle est progressivement mis en place un double système d'instruction publique et laïque⁶¹. Les *common schools*⁶² et les *high schools*⁶³ se distinguent non seulement par l'âge des élèves scolarisés mais aussi par leur origine sociale, les *high schools* permettant aux enfants de bonne famille de poursuivre leur instruction jusqu'à 17 ans. Ainsi, la période dans laquelle nous plaçons notre étude précède immédiatement ces transformations majeures de l'histoire de l'enseignement aux États-Unis.

Depuis le XVIII^e siècle, l'essentiel de l'instruction des enfants américains, notamment en milieu rural, relève de l'apprentissage, effectué sous l'autorité des parents ou d'un patronage professionnel⁶⁴. Dans les villes, les enfants les

60 Voir aussi Amy Ackenberg-Hastings, «John Farrar and Curricular Transitions in Mathematics Education», art. cit.

61 Malie Montagutelli, *Histoire de l'enseignement aux États-Unis*, op. cit., p. 55-75.

62 Leur développement est très progressif et très hétérogène sur l'ensemble du territoire américain. En 1890, près de 70 % des enfants y sont scolarisés. Voir Malie Montagutelli, *Histoire de l'enseignement aux États-Unis*, op. cit., p. 113-137.

63 *Ibid.*, p. 115-116 ou John F. Brown, *The American High School*, New York, Macmillan, 1909.

64 Lawrence A. Cremin, *American Education, The National Experience, 1783-1876*, New York, HarperCollins, 1980, p. 335-336.

plus pauvres peuvent être scolarisés dans des *charity schools*, institutions tenues localement par des associations bénévoles religieuses, essentiellement actives dans les centres urbains⁶⁵, et soutenues financièrement, ici par les élites culturelles et les philanthropes, là par les États et les villes. À mesure que la population citadine et la pauvreté croissent, un réseau de *charity schools* se met en place dans une douzaine de villes du Nord-Est (dont New York, Boston et Philadelphie), assumant avant le mouvement du *common schooling* un véritable rôle d'instruction publique. Par exemple, les *sunday schools* prennent en charge l'instruction (essentiellement religieuse) des enfants le dimanche tandis que les *dame schools* puis les *infant schools* scolarisent les plus jeunes des enfants (à partir de deux ans), avec l'idée de les séparer le plus rapidement possible de leur environnement familial⁶⁶. Si de nombreux enfants restent hors de portée du champ d'attraction du mouvement du *charity schooling* et si l'État est peu engagé, la période 1780-1830 témoigne de questionnements et d'initiatives autour de l'institutionnalisation et du financement d'une instruction publique. Quant aux contenus d'enseignement, les initiatives étant locales, les *curricula* ne sont pas uniformisés même si quelques lignes directrices peuvent être dégagées. En plus d'une instruction religieuse qui occupe l'essentiel du temps de scolarisation, il est bientôt question de «*reading, 'riting and 'rithmetic*»⁶⁷. En effet, le décollage de l'économie américaine dans les années 1820 impose l'alphabétisation des ouvriers (notamment dans l'industrie textile), mais aussi une connaissance de l'écriture et de l'arithmétique⁶⁸. Il s'agit de former des mécaniciens, des opérateurs de machine, des charpentiers, des paysans maîtrisant «un savoir libéral [qui] feraient d'eux des trésors de la société et plus adaptés aux espaces d'utilité publique»⁶⁹. Dès lors, et puisque de plus en plus de professions se spécialisent, certains *curricula* s'étoffent avec le dessin et la géométrie pratique – constructions de figures à l'aide d'instruments, étude des propriétés élémentaires des figures. Effectivement, une géométrie adaptée et

65 Carl F. Kaestle, *Pillars of the Republic. Common Schools and American Society, 1780-1860*, New York, Hill and Wang, 1983, p. 31.

66 *Ibid.*, p. 44-47.

67 Peggy Aldrich Kidwell, Amy Ackerberg-Hastings, David L. Roberts, *Tools of American Mathematics Teaching, 1800-2000*, Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 2008, p. 8.

68 Carl F. Kaestle, *Pillars of the Republic...*, *op. cit.*, p. 63-70.

69 The Massachusetts Education Commissioners, «Report of the Commissioners, appointed by a Resolve of the Legislature, passed on the 22d February, 1825», *American Journal of Education*, vol. 1, 1826, p. 153.

destinée à ceux qui souhaitent ne pas entrer à l'université, semble nécessaire :

« Les mathématiques ne sont pas essentielles à un avocat, un homme d'église ou un médecin ; et il est même probable que la plupart de leurs plus éminents représentants n'apprécieraient pas d'être confrontés à la démonstration des premières propositions d'Euclide. Il est aussi vrai que la connaissance de cette science est essentielle à d'autres. Le marin ne peut pas sortir du port sans elle ; à l'arpenteur, c'est une nécessité : dans l'art de la guerre, elle est indispensable ; à tous ceux qui sont engagés dans les travaux publics comme les fortifications, les canaux, les aqueducs, &c., il en est autant »⁷⁰.

Impossible ici de ne pas songer au mouvement d'éducation populaire, scientifique et technique des *lyceums*, qui prend forme dans la Nouvelle-Angleterre des années 1820 : il s'agit de promouvoir, dans ces nouvelles institutions, une éducation auprès d'adultes ou d'enfants vivant dans des zones rurales, à l'aide de cours orientés vers les activités professionnelles⁷¹. Les mathématiques y sont enseignées pour leurs apports dans l'agriculture, le commerce et la mécanique. La géométrie pratique, en lien avec le mesurage des terres, pour la formation des ouvriers et exploitants agricoles, peut à ce titre légitimement figurer dans les *curricula*. Parmi le millier de *lyceums* que compte le pays en 1833, évoquons le cas de celui de Gardiner, une ville du Maine, qui ouvre ses portes en 1823. C'est dans un journal bostonien à destination des paysans, le *New England Farmer*⁷², qu'on loue avec détails l'ouverture de cette institution : « le *lyceum* de Gardiner a été fondé avec la volonté de fournir aux fermiers et aux ouvriers l'éducation ici pratiquée de manière si utile ; et le programme des études sera conçu en lien étroit avec les besoins de ces classes ». Le *curriculum* s'étale sur trois années, dont les deux premières, obligatoires, offrent une place de choix aux mathématiques, dont la géométrie et ses applications : arithmétique, algèbre, géométrie pratique, arpentage, mécanique, hydrostatique, pneumatique et chimie⁷³.

Du côté des familles plus aisées, celles qui en ont les moyens font venir des précepteurs à leur domicile. Les autres scolarisent leurs enfants au sein d'un réseau de structures payantes très diverses en termes de contenus d'enseignement, d'âge de scolarisation et de frais d'inscription. De fait, le coût de la

70 *Ibid.*, p. 91-92.

71 Voir Howard R.D. Gordon, *The History and Growth of Career and Technical Education in America*, Long Grove, Waveland Press, 2008, p. 5-9 [1^{re} éd. 2003], ou encore Lawrence A. Cremin, *American Education...op. cit.*, p. 312-318.

72 F., « Gardiner Lyceum », *The New England Farmer*, vol. 1, n° 16 (16 November 1822), 1823, p. 124.

73 *Ibid.*

scolarisation, variable selon les villes et la réputation de l'institution, ne cesse de croître au début du XIX^e siècle, excluant de ces écoles payantes de plus en plus d'enfants issus de la classe moyenne, qui viennent alors gonfler les rangs du *charity schooling*. Les moins fortunées des familles (la classe moyenne, celle des ouvriers qualifiés par exemple) se tournent vers les *private venture day schools*; les plus riches choisissent les *independant schools*, qui, bien que «privées», reçoivent pour certaines des subsides de l'État⁷⁴. Si les familles le peuvent, leurs enfants poursuivent leurs études dans les *academies*, les *grammar schools* ou les *latin schools*, afin de préparer l'admission à l'université⁷⁵. Elles offrent, selon les endroits, une instruction en arithmétique, en algèbre⁷⁶, mais aussi, parfois, en géométrie⁷⁷. De par leur nature, ces enseignements viennent chevaucher en partie les programmes de la première année universitaire. Dans le paysage en construction de l'enseignement préparatoire à l'université des années 1820-1830, l'enseignement de la géométrie relève de la marge – il faut attendre la deuxième moitié du XIX^e siècle pour que l'intégration de la discipline dans les *curricula* des *high schools* ne se généralise⁷⁸. Quoique lente et hétérogène avant 1850, cette intégration témoigne de questionnements neufs sur l'enseignement, propres au public que les *academies* accueillent. Évoquons par exemple le cas de la *Round Hill School*, dans laquelle professe Timothy Walker entre 1826 et 1829. Ouverte en 1823, il s'agit d'une «expérience intellectuelle», selon ses fondateurs, George Bancroft et Joseph Green Cogswell. Les deux hommes estiment que l'éducation aux États-Unis n'a pas suivi les transformations que l'école connaît depuis un siècle en Europe⁷⁹. Ils reprochent aux *colleges* de n'avoir que trop peu remis en cause leurs pratiques d'enseignement. Ainsi, considèrent-ils leur *academy* comme un champ d'expérimentation où

74 L'opposition privé/public est donc inopérante pour caractériser l'école américaine de cette période. Voir Carl F. Kaestle, *Pillars of the Republic...*, op. cit., p. 52.

75 Sur cette question particulière de l'articulation des ordres de l'enseignement supérieur et secondaire, voir John S. Brubacher, Willis Rudy, *Higher Education in Transition*, op. cit., p. 218-267.

76 Peggy Aldrich Kidwell, Amy Ackerberg-Hastings, David L. Roberts, *Tools of American...*, op. cit., p. 8.

77 Voir Malie Montagutelli, *Histoire de l'enseignement aux États-Unis*, op. cit., p. 115; John F. Brown, *The American High School*, op. cit., p. 27; ou encore Thomas Jefferson, Joseph C. Cabell, *Early History of the University of Virginia*, Richmond, Randolph, 1856, p. 439.

78 Nathalie Sinclair, *The History of the Geometry Curriculum in the United States*, op. cit.

79 Bancroft a effectué un tour d'Europe des structures d'enseignement supérieur et secondaire, visitant notamment les lycées français et les gymnasiums allemands. Voir John S. Bassett, «The Round Hill School», *American Antiquarian Society Proceedings*, New series, vol. 27, 1917, p. 18-62.

des méthodes modernes peuvent y être testées en amont de l'université⁸⁰. C'est sur ce terrain plutôt hostile à l'usage d'un manuel «à la Euclide» que Walker rédige ses *Elements of Geometry, with Practical Applications*.

4. Quels destinataires pour les *Elements of Geometry* de Walker ?

Walker destine explicitement son manuel à des lecteurs pour qui un enseignement de la géométrie stricte d'Euclide n'est ni possible, ni souhaitable. D'une part, la couverture de l'ouvrage indique «un usage pour les écoles», ce que confirme la lecture de la préface : «ce travail est préparé pour les jeunes enfants, et ne cherche pas à être un traité complet de géométrie»⁸¹. Les activités de l'éditeur de Walker – la maison Richardson, Lord et Holbrook, installée à Boston et active dans la décennie 1825-1835 – permettent de confirmer la diffusion auprès d'un public jeune. À consulter la vingtaine d'ouvrages qu'elle publie sur cette période – dont *The American First Class Book, or, Exercises in Reading and Recitation* (John Pierpont, 1830), *The Moral Class Book* (William Sullivan, 1831), ou *Lectures to Female Teachers on School-Keeping* (S.R. Hall, 1832), elle œuvre essentiellement en direction des *schools*. Nous avons vu combien était morcelé le paysage de l'instruction aux États-Unis; l'emploi du terme *schools*, sans d'autre précision supplémentaire, renvoie alors à plusieurs réalités de l'école américaine – des *charity* aux *independant schools* –, et donc aux différents publics que Walker peut espérer toucher. D'autre part, nous l'avons dit dans l'introduction, l'ouvrage est utilisé à Harvard entre 1832 et 1837. Il semble ainsi pouvoir convenir à certains étudiants des *colleges*. Puisque, selon Walker, Legendre «ne convient qu'aux meilleurs des séminaires» et alors que se développent les possibilités d'un enseignement optionnel dans certains *colleges* américains, son manuel ne pourrait-il pas également convenir aux moins brillants des étudiants ?

Ainsi, il ne faudrait donc pas considérer le public (visé et atteint) des *Elements of Geometry, with Practical Applications* comme homogène. Le niveau de connaissances initiales en mathématiques, et plus généralement le rapport à l'instruction, offre un spectre de situations diverses, de l'enfant issu d'une famille pauvre à l'étudiant d'Harvard. La mosaïque de structures dans lesquels ces publics sont scolarisés n'est pas moins hétérogène, tant du point de vue des

80 *Ibid.*

81 Timothy Walker, *Elements of Geometry*..., *op. cit.*, p. v.

contenus d'enseignement que des liens avec l'enseignement supérieur, de la place de la géométrie dans les *curricula* et de la nature même de cette géométrie le cas échéant. Les destinataires et les contextes scolaires dans lesquels ils évoluent constituent des clés de compréhension des choix éditoriaux décidés par Walker dans sa réécriture de l'ouvrage de Legendre, choix que nous allons subséquemment présenter et analyser.

III. Une convergence de pratiques, entre enseignement populaire et supérieur, entre géométrie pratique et géométrie abstraite

La critique et la correction des *Éléments de géométrie* de Legendre que Walker formule dans ses *Elements of Geometry, with Practical Applications* porte sur des arguments essentiellement didactiques : si pour certains professeurs de *colleges* des années 1830, Legendre n'est pas assez euclidien, pour Walker il l'est trop. Walker transforme alors radicalement le manuel original, d'une façon que l'on se propose d'explicitier en tirant parti d'une analyse croisée des arguments annoncés dans son article de la *North American Review* et de leurs précipités dans le manuel. Nous défendons ici l'idée que l'émergence de nouveaux publics, associée aux grandes réformes de l'instruction américaine, pousse à la convergence de pratiques éditoriales et d'enseignement d'horizons très différents.

1. La réduction de l'ouvrage

En raison de la taille de l'ouvrage de Legendre (et donc de celui de Farrar), son étude est selon Walker bien trop longue et ne peut convenir qu'aux meilleurs des séminaires de l'enseignement supérieur : « elle demande trop de temps, et ne peut pas être utilisée dans les académies et les écoles »⁸². Walker décide ainsi de supprimer toutes les propositions qui « contiennent des vérités isolées [...] dont aucun théorème ni problème ne dépend »⁸³. Certaines propositions du manuel de Farrar⁸⁴ – portions de cordes, formule alternative de l'aire d'un triangle, etc. – disparaissent dans la version de Walker, au motif qu'elles ne

82 *Ibid.*, p. iii.

83 Timothy Walker, « Farrar's Mathematics... », art. cit., p. 206.

84 John Farrar, *Elements of Geometry*..., op. cit., p. 65, p. 67-69.

donnent aucun résultat ni pratique ni essentiel à la compréhension générale.

Lorsque la «vérité d'une proposition est immédiatement évidente», sa démonstration doit aussi être supprimée. Walker fait ici référence à certains axiomes d'Euclide que Legendre (et Farrar) avait tenté de démontrer : l'égalité des mesures de deux angles droits (proposition sous l'alinéa 27⁸⁵ des *Elements of Geometry* de Farrar, postulat 4 des *Éléments* d'Euclide) ou encore l'unicité de la droite parallèle à une droite donnée passant par un point donné (proposition sous l'alinéa 60⁸⁶ chez Farrar, postulat 5 chez Euclide). Walker estime que les démonstrations fournies par Legendre sont faibles, non géométriques⁸⁷ et surtout inutiles : ces propositions doivent retrouver leur statut de postulats, d'énoncés auto-évidents⁸⁸. Au terme du processus d'abrègement, il réduit d'un cinquième l'ouvrage de Legendre⁸⁹.

2. L'intuition, pour ne pas «rebuter» le lecteur

Mais ses critiques les plus sérieuses renvoient davantage au style géométrique de Legendre qu'à la taille de son manuel. Walker lui reproche en effet d'être «abscons et difficile pour l'enseignement des plus jeunes»; et parce qu'il «exclut presque entièrement imagination et sensation»⁹⁰, il se révèle, tout comme Euclide, ennuyeux et non adapté à l'instruction du plus grand nombre. Il s'agit d'une critique sur la manière d'apprendre, à la façon de Clairaut qui s'inquiétait déjà, en 1765, de «la manière dont [la géométrie] est enseignée dans les *Éléments ordinaires*» et notait combien «les commençant se fatiguent et se rebutent, avant que d'avoir aucune idée distincte de ce qu'on veut leur enseigner»⁹¹. Walker s'emploie donc à rendre la lecture plus facile d'une façon que les développements qui suivent comptent expliciter.

Pour un débutant, selon Walker, l'une des premières difficultés consiste, dès la lecture des définitions, à mobiliser des concepts abstraits. Celui-ci explique que «le plus grand obstacle rencontré, dans les raisonnements de tous genres, provient de l'imperfection du langage. Ici dans l'ouvrage de Legendre, la plupart

85 *Ibid.*, p. 4.

86 *Ibid.*, p. 14-15.

87 Timothy Walker, «Farrar's Mathematics...», art. cit., p. 208.

88 Timothy Walker, *Elements of Geometry...*, op. cit., p. xiv.

89 Timothy Walker, «Farrar's Mathematics...», art. cit., p. 214.

90 Timothy Walker, *Elements of Geometry...*, op. cit., p. 3.

91 Alexis Clairaut, *Éléments de géométrie*, op. cit., p. i-ij.

du temps, les définitions devraient être parfaitement exactes pour ne laisser l'ombre d'un doute dans l'esprit»⁹². L'exactitude qu'évoque ici Walker renvoie moins à la vérité qu'à l'évidence géométrique, comme l'illustre l'exemple de la définition de la droite. Il s'agit du « chemin le plus court d'un point à un autre »⁹³, selon Legendre et son traducteur américain Farrar. Cette définition ne dit pas que toutes les parties de la droite ont la même direction, à l'inverse de celles d'une ligne courbe, rétorque Walker. Imaginons une ligne courbe AB : est-ce en vérifiant que la longueur de cette ligne n'est pas le plus court chemin, qu'on comprend qu'il ne s'agit pas d'une ligne droite (avec une direction constante) ? demande-t-il explicitement. Pour Walker, l'objet géométrique « droite » est mieux appréhendé à l'aide du concept de direction unique, car il rend compte du mouvement rectiligne d'un point se déplaçant le long de cette droite : « si un point, après avoir débuté son mouvement, ne change pas de direction, le chemin emprunté sera une ligne droite »⁹⁴. Cette nouvelle définition est plus claire car elle sollicite l'intuition du lecteur, estime Walker. Plus généralement, poursuit-il, l'idée de mouvement devrait être introduite dans tout traité de géométrie, car elle permet au lecteur, non seulement de mieux se représenter les objets théoriques définis par la géométrie, mais aussi de percevoir leurs relations mutuelles. Ainsi, la surface, cet objet vu par Legendre avec une longueur, une largeur et sans épaisseur⁹⁵, est à présent engendrée par le déplacement d'une droite dans une direction donnée⁹⁶.

Le changement épistémologique opéré dans l'écriture des définitions n'est pas sans répercussion sur la structure globale de l'ouvrage. Certes, la progression générale de Legendre – de la géométrie plane à la géométrie spatiale – est conservée, mais le découpage en classes de propriétés d'objets disparaît – le cercle, l'inscription des polygones et des triangles dans le cercle, les solides ronds, etc. Walker s'appuie sur l'articulation d'éléments simples – la droite (section première), la surface (section deuxième), le solide (section troisième) – de façon d'autant plus cohérente avec ses définitions que ces trois objets s'engendrent l'un l'autre selon lui. À l'intérieur des trois nouvelles parties, il décide également de

92 Timothy Walker, « Farrar's Mathematics... », art. cit., p. 199.

93 Adrien-Marie Legendre, *Éléments de géométrie*, Paris, Didot, 1817, p. 1 et John Farrar, *Elements of Geometry*, op. cit., p. 1.

94 Timothy Walker, *Elements of Geometry*..., op. cit., p. 200.

95 John Farrar, *Elements of Geometry*..., op. cit., p. 1.

96 Timothy Walker, *Elements of Geometry*..., op. cit., p. 200.

déplacer les problèmes en les mettant après les propositions dont ils découlent directement, pour souligner les relations de dépendance. L'objectif est bien rendre le discours, pris dans sa globalité, plus intelligible pour ses lecteurs.

Mais Walker ne se contente pas de déplacer des contenus : il amende aussi les preuves de certaines propositions. La plus spectaculaire des transformations effectuées concerne la partie sur les surfaces des polygones. Pour établir la formule de l'aire d'un cercle – le produit de sa circonférence par la moitié de son rayon CA^{97} –, Farrar, suivant Legendre, procédait par l'absurde : il supposait $\frac{1}{2} CA \times \text{circonférence}$ supérieur, puis inférieur à l'aire dudit cercle et aboutissait à une double contradiction. Dans le sillage de Clairaut qui estimait ce type de discours incapable d'intéresser le débutant en géométrie parce que le résultat est donné d'emblée, Walker abandonne toutes les preuves fondées sur le raisonnement par l'absurde. Il observe, dès la préface, que « le cercle est un polygone régulier avec un nombre infini de côtés »⁹⁸ et tente de convaincre le lecteur de l'évidence de cette assertion :

« Prenez un cercle et inscrivez lui un polygone régulier [...]. Puis bissectez les arcs sous-tendus par les côtés, et tracez les cordes correspondant à ces demi-arcs. Cette opération peut évidemment être continuée jusqu'à ce que les arcs soient confondus avec leurs cordes ; une limite qu'on ne veut voir en raison de l'imperfection de notre vision et de nos instruments. Mais il est évident que cette opération peut être étendue dans notre imagination »⁹⁹.

Ce passage du polygone au cercle lui permet de réécrire la preuve donnant la formule de l'aire du cercle en ne supposant plus la formule connue *a priori*. Walker inscrit dans le cercle un polygone régulier avant d'accroître indéfiniment le nombre de côtés, de sorte que le polygone se confond avec le cercle. Par analogie avec la surface connue d'un polygone régulier égale à $\frac{1}{2} \text{apothème} \times \text{circonférence}$, Walker en déduit celle d'un cercle¹⁰⁰. Le passage à la limite et le recours à l'infini contreviennent à l'idéal de la géométrie euclidienne, mais c'est pour un certain bénéfice du point de vue de l'enseignement, se défend-il : « L'infini mathématique présenté ici est une idée négative [...] mais les preuves l'intégrant

97 John Farrar, *Elements of Geometry*..., op. cit., p. 90.

98 Timothy Walker, *Elements of Geometry*..., op. cit., p. v.

99 Timothy Walker, « Farrar's Mathematics... », art. cit., p. 210.

100 Timothy Walker, *Elements of Geometry*..., op. cit., p. 61-62. Notons que la méthode employée pour cette preuve, empruntée notamment à Clairaut, est utilisée pour le calcul des volumes des solides ronds à l'instar du cylindre, du cône. Voir *ibid.* p. 170 et p. 173.

sont moins fastidieuses que celle proposées par Legendre¹⁰¹ et peuvent donc convenir à des lecteurs moins experts que ceux de Legendre.

Finalement, l'écriture de Walker repose sur l'introduction d'un certain degré d'intuition. Le lecteur observe des évidences visuelles que l'Américain estime davantage convaincantes que les preuves classiques, car elles s'appuient sur une construction « naturelle » des savoirs, selon une présentation et un ordre moins contraints par la rigueur que chez Euclide, Legendre ou Farrar. Cette façon d'envisager l'enseignement de la géométrie est pleinement incarnée dans les *Elements of Geometry upon the Inductive Method* que James Hayward, un des professeurs de mathématiques à Harvard, publie en 1829 en s'inspirant notamment des travaux de Clairaut¹⁰².

3. Géométrie doublement pratique

Un autre type de critique de l'ouvrage de Legendre est soulevé par Walker, lorsqu'il se plaint de son insuffisance « pratique » : « le manuel a été traduit avec l'intention d'être aussi utilisé dans d'autres *colleges* et séminaires d'enseignement. Ainsi, dans cette perspective, et en tant que manuel [...], nous objectons qu'il n'est pas assez pratique, en d'autres termes, que les problèmes sont en nombre insuffisant par rapport aux théorèmes »¹⁰³. Les *Éléments* d'Euclide (et ceux de Legendre) contiennent bien des problèmes de construction des figures, mais ils viennent surtout soutenir la pratique d'un raisonnement logique, cohérente avec l'ensemble du propos. Mais peut-on vraiment les qualifier de « pratiques » ? À quels types de contenus pratiques Walker fait-il allusion ?

Le professeur de la *Round Hill School* tient à l'utilité sociale de la géométrie dans le domaine de l'arpentage et du partage des terres. Or le manuel de Legendre, dans lequel les raisonnements et la démarche déductive sont l'objet du discours mathématique, fait manifestement défaut pour ce type de problèmes : « L'étudiant est mis en possession d'une masse de vérités géométriques, pendant qu'on lui apprend un trop faible nombre d'applications », estime Walker¹⁰⁴. Ce dernier consacre alors un très long appendice aux techniques de mesure des longueurs inaccessibles et des surfaces de terres. Il y décrit en détail le

101 Timothy Walker, « Farrar's Mathematics... », art. cit., p. 210.

102 Thomas Preveraud, *Circulations mathématiques franco-américaines...*, op. cit., p. 242-245.

103 Timothy Walker, « Farrar's Mathematics... », art. cit., p. 205.

104 *Ibid.*

fonctionnement des instruments qui accompagnent l'arpenteur (le rapporteur, le quadrant, l'équerre). Cette *coda*, susceptible d'intéresser des lecteurs qui évoluent hors des cadres universitaires, évoque un genre particulier de géométrie, connu sous le nom de *Geometria practica* en Europe. Utilisé comme outil pour les arpenteurs, les architectes, les maçons, les mineurs, etc. depuis le XII^e siècle¹⁰⁵, il disparaît progressivement à partir du XVIII^e siècle à mesure que les besoins se spécialisent et que se développent des corpus spécifiques (manuels d'arpentage, etc.). Dans l'appendice de Walker, restent vivaces la dimension utilitaire du genre (dont la pratique des instruments¹⁰⁶) et surtout sa fonction d'exemplification du raisonnement¹⁰⁷. On y trouve ainsi quantité de problèmes de mesure d'angles, de distances et de surfaces sur le terrain. Tout comme à l'arpenteur en campagne, il est par exemple demandé au lecteur de «trouver la hauteur d'un objet inaccessible au-dessus du plan horizontal»¹⁰⁸. Pour être faciles et directement compréhensibles, ces exemples sont formulés à l'aide de données numériques. C'est d'ailleurs l'ouvrage entier, et pas seulement sa conclusion, qui est largement arithmétisé, y compris la partie délicate sur les proportions¹⁰⁹, ou encore les propositions établissant les formules des surfaces des polygones et des volumes des solides :

«Théorème : L'aire d'un parallélogramme droit est égal au produit de sa base par sa hauteur. Dém : [...] Supposons alors $AD = 8$ pouces et $AB = 6$ pouces. Ici l'unité d'aire sera le pouce carré, et nous devons montrer qu'elle y est contenue dans $ABCD$ 6 fois 8 ou 48 fois»¹¹⁰.

Notons enfin que la structure en triptyque de son ouvrage – longimétrie, planimétrie, stéréotomie – rappelle celle des livres de géométrie pratique¹¹¹, même si les contenus associés ne sont présents que dans l'appendice.

Si le genre mathématique *Geometria practica* vient coloniser certaines parties de l'ouvrage de Walker dans le contexte du développement d'une instruction populaire, la terminologie *practical*, à laquelle les auteurs américains ont très

105 Dominique Raynaud (dir.), *Géométrie pratique : géomètres, ingénieurs et architectes, XVI^e-XVIII^e siècles, Actes du colloque international organisé les 8 et 9 octobre 2009 à l'université de Grenoble*, Besançon, Presses universitaires de Franche-Comté, 2015, p. 14.

106 *Ibid.*, p. 16.

107 *Ibid.*, p. 11.

108 Timothy Walker, *Elements of Geometry...*, *op. cit.*, p. 108.

109 *Ibid.*, p. 41-43.

110 *Ibid.*, p. 59-60.

111 Dominique Raynaud (dir.), *Géométrie pratique...*, *op. cit.*, p. 15.

fréquemment recours pour nommer ou sous-titrer tout ou partie de leurs ouvrages, renvoie aussi à une fonction plus générale du manuel domestique, qui dépasse le cadre de la géométrie : un manuel américain doit permettre à son lecteur de s'exercer¹¹². À l'échelon universitaire, il s'agit de répondre aux besoins de préparation aux examens. En effet, selon le modèle des *Tripes* de l'université de Cambridge en Angleterre¹¹³, le recours aux examens écrits s'ancre dans les pratiques des *colleges* américains au XIX^e siècle, tout comme l'évaluation et le classement des étudiants¹¹⁴. Les manuels ne tardent pas à proposer des exercices d'entraînement ou d'application directe du cours, destinés, entre autres, à l'auto-apprentissage du lecteur sans l'assistance du professeur, tandis que cette pratique éditoriale s'étend au niveau d'instruction inférieur. C'est ce contexte domestique qui pousse Walker à ajouter près de 200 exercices sur la mesure des longueurs, des surfaces et des volumes. Il demande par exemple combien un cube de 9 pouces de côté contient de pouces cube¹¹⁵. Pour un public moins âgé, Walker insère une série de 128 «Questions for Review»¹¹⁶ : «qu'est-ce qu'une ligne droite?», «qu'est-ce qu'un angle?», etc. Le très grand nombre d'exercices – et l'apparente trivialité de certains d'entre eux –, doit être corrélé au niveau moyen du *freshman*, très inférieur à celui de son homologue français; ils sont conçus et proposés dans le contexte d'un enseignement supérieur où l'arithmétique est souvent à peine maîtrisée par les étudiants de première année.

Avec cette géométrie doublement pratique – qu'elle s'incarne sous la forme de situations réelles ou de questions reprenant le cours –, Walker rompt très spectaculairement avec les manuels «à la Euclide». Les *Éléments* du Grec, tout comme ses traductions commises par Playfair, Legendre ou Farrar, contenaient certes des problèmes, mais ils ne dépeignaient aucune situation concrète et n'étaient pas non plus destinés à l'entraînement du lecteur. À l'inverse, les problèmes de géométrie pratique qu'ajoute Walker renvoient aux vœux de Clairaut et à sa démarche basée sur la résolution de problèmes et la méthode d'invention.

112 Thomas Preveraud, «Les États-Unis, espace de compromis. L'adaptation des algèbres françaises de Lacroix et Bourdon aux usages domestiques (1818-1835)», *Revue d'histoire des mathématiques*, t. 22, n°2, 2016, p. 200.

113 Andrew Warwick, *Masters of Theory: Cambridge and the Rise of Mathematical Physics*, Chicago, University of Chicago Press, 2003.

114 John S. Brubacher, Willis Rudy, *Higher Education in Transition*, op. cit., p. 93-94.

115 Timothy Walker, *Elements of Geometry*..., op. cit., p. 118.

116 *Ibid.*, p. 123.

Quant aux exercices d'entraînement, ils sont ajustés aux habitudes associées à l'usage du manuel en classe, aux États-Unis. Un étudiant-lecteur doit pouvoir consulter les contenus de son livre seul, sans la présence du professeur, et s'exercer de façon autonome à la pratique des règles vues en classe, notamment en vue de la préparation des *recitations*¹¹⁷.

Conclusion

L'incarnation polymorphe du terme « pratique » illustre, à l'instar d'autres points du discours mathématique de Walker, combien son ouvrage donne à voir plusieurs façons d'aborder l'enseignement de la géométrie. Sur la base des *Éléments de géométrie* de Legendre, mais qu'il ampute des propositions les plus périphériques, il greffe des contenus qu'on ne retrouve pas traditionnellement dans un manuel de géométrie euclidienne : méthodes de la géométrie inductive et objets de la géométrie pratique, des genres éditoriaux bientôt incarnés aux États-Unis par des manuels spécifiques¹¹⁸. La convergence de pratiques d'enseignement d'origines très différentes compose une singulière mosaïque, mais qui renseigne l'historien au-delà de la simple monographie car la matrice de l'ouvrage prend forme avec les turbulences que connaît à l'époque l'instruction américaine – pour le niveau primaire, mouvement des *common schools* et renforcement de la place des mathématiques au sein des *curricula*; à l'université, questionnement sur le caractère obligatoire du cours de mathématiques. Ainsi, l'absence de structuration et d'unification du système américain nourrit cette écriture spécifique de la géométrie. La structure rapiécée de l'ouvrage incite l'utilisateur à prélever les informations selon ses besoins, qu'il soit étudiant d'Harvard, d'un *college* moins prestigieux, élève d'une *academy* ou bénéficiaire d'une éducation populaire.

À partir des années 1840, l'institutionnalisation et le développement d'un système d'instruction publique étendu s'accompagne d'une segmentation du marché de l'édition scolaire et la spécialisation du public cible devient la norme. C'est l'époque de la publication de séries séparées de manuels, que les auteurs à succès des années 1840-1860 (Charles Davies, James B. Thomson, etc.) desti-

117 Jasper Adams, « Review of the Cambridge Course of Mathematics », *The American Journal of Science and Arts*, vol. 5, 1822, p. 326.

118 Thomas Preveraud, *Circulations mathématiques franco-américaines...*, *op. cit.*, p. 242-245 et p. 335-338.

nent de façon différenciée aux écoliers des *common schools*, aux élèves des *high schools* et aux étudiants des *colleges* dans un double mouvement de verticalisation (par strates) et d'horizontalisation (par le nombre de lecteurs potentiels) du marché de l'édition scolaire¹¹⁹. Or en intégrant les transformations décrites dans la troisième partie de notre article aux manuels de géométrie réservés aux plus jeunes des lecteurs¹²⁰, mais aussi à destination des étudiants – Peirce reprend par exemple la notion de direction dans son *Elementary Treatise on Plane and Solid Geometry* de 1837¹²¹ –, l'édition scolaire américaine absorbe très rapidement les critiques sur l'enseignement de la géométrie (en termes d'articulation de méthodes d'instruction et de publics) soulevées par Walker à la fin des années 1820. Intermédiaires à plus d'un titre, mais intermédiaires très localisés dans le temps de l'histoire de l'enseignement aux États-Unis, les *Elements of Geometry* de Timothy Walker fédèrent transitoirement des pratiques et des méthodes que les mutations de l'enseignement aux États-Unis vont bientôt disjoindre.

Thomas Preveraud

Université Lille Nord-de-France,
laboratoire de mathématiques de Lens – EA 2462
thomas.preveraud@espe-lnf.fr

119 Peggy Aldrich Kidwell, Amy Ackenberg-Hastings, David L. Roberts, *Tools of American...*, *op. cit.*, p. 15-20.

120 Voir notamment Thomas Preveraud, «Geometry, Teaching and Publishing in 19th Century United States...», *art. cit.*, p. 686-689.

121 Benjamin Peirce, *An Elementary Treatise on Plane and Solid Geometry*, Boston, Munroe, 1837, p. iv.