Quand les jésuites enseignaient la fortification

Frédéric Métin(*)

Jésuites et fortification, quel cocktail ! Surtout si l'on précise qu'il est essentiellement question de géométrie, et même de géométrie pratique. Pratique, dites-vous ? Oui : pratique. Ce n'est pas un mot que nous utilisons fréquemment dans nos cours de mathématiques, mais c'était une réalité au XVII^{e} siècle, particulièrement dans les collèges jésuites.

Qu'avons-nous à apprendre de tendances éducatives et de conceptions du « programme » vieilles de quatre siècles ? Peut-être un éclairage sur la finalité de l'enseignement des mathématiques : en effet, nous n'avons pas de nos jours tout à fait abandonné la pratique, ne serait-ce que parce qu'il est encore souvent question de *faire*, de résoudre des problèmes(1), et pas seulement de construire un discours cohérent à base de théorèmes et de propositions. Il y a encore un lieu des habilités manuelles : la figure, le graphique de la première question de l'interrogation, qui permet aux élèves vraiment perdus de glaner quelques points… Mais nous manquons de cohérence : quand enseignons-nous les rudiments du tracé ? Nos programmes mentionnent-ils les aptitudes au dessin (croquis, esquisse, bidouillage à l'usage de représentation) comme savoir-faire ? Et plus généralement, pour descendre un peu plus de son piédestal cette tendance à l'exclusivité du discours logique, où nous situons-nous lorsqu'il est question de mettre en pratique la théorie enseignée ? Pas très loin, en effet, il suffit de se renseigner auprès des « gens normaux »(2) à propos de ce qu'ils ont retenu de leurs cours de maths, ou ce dont ils se servent dans leur vie ; que trouverons-nous ? Le calcul de l'école primaire, la règle de trois pour les chanceux qui l'ont apprise d'une façon exploitable, quelques figures, l'aptitude à aider les enfants dans leurs études (mais pas trop loin…), et finalement bien peu de choses.

Soyons clair : le cours de mathématiques n'a pas à être jugé en fonction de son utilité concrète, puisque nous ne pourrons jamais jauger son impact dans la vie en général, dans la mesure où « la vie en général » va bien au-delà de la profession, ou même de la conscience. Mais on aurait tort de négliger cet aspect, car, bien que nous affirmions de temps en temps que le monde est écrit en langage mathématique(3), peu de nos anciens élèves ont appris à lire le monde dans leurs cours du Secondaire…

(*) APMEP, Régionale de Bourgogne, Commission inter-IREM Épistémologie et Histoire.

(1) Bien que la tendance actuelle d'allègement des horaires risque de nous amener à ne plus développer qu'un discours sur les matières que nous traitons.

(2) C'est-à-dire ceux qui ne sont (ou ne deviendront) pas professeurs de mathémiatiques.

(3) Pour nous rassurer, sans doute, sur leur indispensabilité.

De ce point de vue, les choses ont vraiment changé, car les livres de *Géométrie pratique* étaient nombreux à la Renaissance et jusqu'aux Lumières, sans avoir été spécialement écrits pour les arpenteurs(4). Ce que l'on appelait *géométrie pratique* avait pour objet deux types de questions : premièrement les problèmes de construction (*faire*) comme l'inscription de figures dans un cercle, ou la description de quadrilatères sur des angles/côtés/aire donnés, comme nous le trouvons déjà dans les *Éléments* d'Euclide. Deuxièmement, des problèmes de mesures de lignes (inaccessibles au moins en partie), d'aires (les quadratures), de volumes. La tradition euclidienne rencontre la pratique des agrimenseurs romains, des arpédonaptes égyptiens, des inventeurs arabes de l'astrolabe, des navigateurs… On trouve de nombreux exemples dans l'histoire européenne récente(5), du *Tractatus de astrolabio* de Jan Stoffler (Tübingen, 1512) au livre de Cosimo Bartoli *Delle modo di misurare le distantie, le superficie i corpi* (Venise, 1582) en passant par Oronce Fine et sa *Protomathesis* (Paris, 1532, souvent republiée par morceaux) ou l'*Usus annuli astronomicus* de Gemma Frisius (Paris 1557).

L'un des exemples importants, premier ouvrage de ce type publié en français, est la *Géométrie et practique généralle d'icelle* de Jean Errard (Paris, 1594). L'auteur, dit « Errard de Bar-le-Duc », est un cas particulier : il écrivit le premier traité mathématique en français sur la fortification(6), quelque temps seulement après celui de Stevin (1594). Le livre est mathématique en ce sens que chaque affirmation est prouvée (en référence aux *Éléments* d'Euclide.) À la suite de celui-ci apparurent en France de nombreux traités, mais même parmi les plus connus, on trouve de nombreuses différences : Errard de Bar-le-Duc était un « Ingénieur du Roy » reconnu, avait combattu, soutenu des sièges (Sedan, Jametz), créé ou remanié des forteresses (Calais, Amiens, Rue, …), il écrivait donc pour des ingénieurs expérimentés ; Blaise-François Pagan, inspirateur posthume de Vauban, n'avait jamais rien construit, mais avait perdu un œil au combat, il était reconnu comme le « père de la fortification *à la françoise* », et écrivit dans la préface de son traité : *Si la science des Fortifications estoit purement Geometrique, ses Regles en seroient parfaitement demonstrées : mais comme elle a pour obiect la Matiere, & pour principal fondement l'experience, ses plus essentielles maximes ne dependent que de la coniecture*(7). On voit là que même pour ces sujets, il y avait lutte entre les

(4) Clairaut, par exemple, construit son enseignement (supposé) de la géométrie sur une problématique pratique, en donnant comme titre au premier chapitre de ses *Éléments de Géométrie* (Paris, 1753) : *Des moyens qu'il étoit le plus naturel d'employer pour parvenir à la mesure des terrains*.
(5) Il y a évidemment le problème de l'accès aux sources. L'intérêt de l'auteur pour l'art militaire enseigné par les Jésuites peut en partie s'expliquer par le fait que la bibliothèque municipale de Dijon a gardé une importante partie de celle du collège des Jésuites, très riche en ouvrages du 17e siècle.
(6) *La fortification réduicte en art et démonstrée par Jean Errard de Bar-le-Duc, Ingénieur du très chrestien Roy de France et de Navarre*, Paris, 1600. Rééditions (parfois contrefaites) en 1604, 1620 et 1622.
(7) *Les Fortifications de Monsieur le Comte de Pagan*, …, 3e édition, Paris, C. Besongne, 1669. préface p. ii. (1re édition 1645).

partisans de la théorie et ceux de la pratique. Vauban lui-même, en dépit de ses compétences certaines et d'une solide éducation scientifique, prétendait qu'il n'y avait pas de théorie, que chacun devait s'adapter à la réalité du champ de bataille.

Les Jésuites et la fortification

La question éducative est significative : au dix-septième siècle en France, de nombreux jeunes gens de la noblesse et de la bourgeoisie fréquentaient les collèges jésuites (célèbres ou non), et voilà pourquoi l'introduction des mathématiques comme discipline digne d'intérêt et autonome dans le « programme » de l'époque est en grande partie due aux enseignants et administrateurs jésuites. Il ne s'agissait pas vraiment de mathématiques « pures » mais d'abord de science générale, de physique mathématique ou de mathématiques appliquées (ou « mixtes »). Par exemple, le cours de Jacques de Billy au collège des Godrans de Dijon, en 1670, contenait arithmétique, étude des sphères (astronomie), optique, perspective, théorie de la vision, fortification et art militaire, géométrie universelle et pratique, etc. Selon Steven J. Harris(8), « la Compagnie de Jésus, avec ses chaires de mathématiques, fut l'un des plus puissants agents de la légitimation des mathématiques appliquées ». La fortification fut clairement l'une des plus fameuses de ces sciences émergentes, à cause de la guerre qui dévastait l'Europe au XVIIe siècle (seulement deux ans de paix totale en tout ce siècle !) Les jeunes gens des collèges devaient connaître cette « science de l'Officier », les *cursus mathematicus* se développèrent (Schott, Pardies, Rabuel, Milliet de Chales, Castel, …) et les traités particuliers sur la fortification aussi. Les bibliographies en donnent quelques-uns : manuscrits de M. Cuvelier (1635), J. Bertet (vers 1650), I.G. Pardies (1673), B. Durand (1700), J.M. Aubert (vers 1710), Yves André (1758), A. Fijan (vers 1740) ; livres imprimés de G. Fournier (1649), P. Bourdin (1655), J. du Breuil (1665), C.F. Milliet de Chales (1677), P. Ango (1679), pour ne citer que les plus connus.

Silvère de Bitainvieu (nom de plume, anagramme de Jean du Breuil jésuite) présente un grand intérêt pour nous. Il est l'auteur de deux ouvrages de référence sur la perspective(9) et sur l'art militaire(10), le dernier spécialement écrit pour les collégiens (peut-être ceux du collège de Dijon, où Silvère mourut en 1670). Qui étaient ces collégiens et pourquoi avaient-ils besoin d'étudier la fortification ? Silvère répond dans sa préface : son but est de *[contribuer] quelque chose à rendre capable [la Noblesse] de mieux servir le Roy*. Il écrit aux jeunes Nobles : *Quand l'exercice vous aura fait Sçavant en l'Art de fortifier, vous serez estimé des Souverains, & de l'Estat ; & dans les differens qui peuvent arriver, on vous fera le juge de ceux qui s'en meslent*. Silvère avoue aussi que son souci est de permettre la bonne tenue dans la conversation ! La guerre était présente partout, même dans les

(8) Les chaires de mathématiques, in Luce Giard (éd.), *Les Jésuites à la Renaissance*, Paris, PUF, 1995.
(9) *La perspective pratique, nécessaire à tous peintres, graveurs, sculpteurs*, Paris, 1651. Ouvrage surnommé *la perspective jésuite*, tant sa renommée fut grande.
(10) *L'Art universel des fortifications françoise, hollandaise, espagnole, italienne…*, Paris, 1re édition, 1665.

salons… Cela est confirmé par Rohault qui, dans son traité de fortifications (publié à titre posthume en 1682, d'après un cours particulier) parle ainsi des différentes manières de fortifier en France : *elles sont devenües si fameuses qu'on ne peut pas se dispenser d'en parler sans passer pour un ignorant*.

Pierre Ango nous donne peut-être une des raisons de l'introduction de la fortification dans les écoles : *Toute la gloire que je veux en tirer n'est que d'obéir au plus grand et au plus sage des Monarques, qui a voulu que l'Art de fortifier soit enseigné, par le moyen de livres & de l'instruction publique dans les Écoles […] Nous ne sommes pas las de dire combien cet Art est fin, & nous découvrons même ses mystères les plus secrets, pour ceux qui entendent quelque peu de géométrie, & qui ont au moins lu les six premiers livres des Éléments d'Euclide*(11).

Alors pour essayer de savoir quelles étaient les mathématiques nécessaires, et comment on les mettait en jeu, la meilleure chose pourrait être de lire les textes originaux : nous verrons d'abord quelles étaient les capacites requises, puis étudierons un manuscrit particulier.

Le programme !

Il nous a été bien difficile de trouver des instructions officielles (et pour cause !), mis à part le *Ratio Studiorum* de 1599. Chaque collège suivait peut-être son propre programme, ou chaque enseignant sa propre philosophie. Pourtant, la plupart des ouvrages sur la fortification publiés à l'époque par des auteurs jésuites sont faits sur le même modèle : de nombreuses définitions précises, des pratiques de géométrie sur le papier et sur le terrain, la construction de bastions et d'ouvrages extérieurs sur des polygones, etc. Alors, qu'est-ce qu'on enseignait vraiment ? Qu'est-ce que les élèves étaient censés savoir ?

Nous pouvons avoir une bonne idée de ce qui était enseigné au collège des Godrans(12), en examinant un petit imprimé(13), publié à Dijon en 1762, un an avant l'expulsion définitive des Jésuites. C'est l'annonce de l'examen public de trois jeunes étudiants, comprenant le détail du programme de leur performance, comme on peut le constater dans la figure 1 ci-dessous.

Ce genre de publication était délicieux pour les Jésuites et les familles des élèves, comme on s'en doute : les premiers pour la publicité que donnaient les seconds à leur enseignement, et pour la preuve publique de leur efficacité. La publication de *Thèses*

(11) *Pratique générale des fortifications, pour les tracer sur le papier et sur le terrrain, sans avoir égard à aucune méthode particulière*, Moulins, Vernoy, 1679.
(12) Le plus important collège de la région jésuite de Champagne. Fondé en 1581, grâce à un legs d'Odinet Godran, il fut fermé une première fois en 1595 (interdiction des Jésuites par Henri IV), puis réouvert en 1603. Les pères voulaient un cours de mathématiques et l'obtinrent en 1666, par une donation de Pierre Odebert. Jusqu'à l'expulsion définitive des Jésuites, le collège avait fonctionné en parfaite harmonie avec la « bonne société » dijonnaise.
(13) *Exercice de Mathématique sur l'Art Militaire*… manuscrit nº 3357 (7), offert à la Bibliothèque municipale en 1999 par un descendant de Louis Beguin, l'un des trois élèves qui répondirent le 2 avril 1762.

ou de programmes d'examens était fréquente, et pas seulement dans les établissements jésuites(14).

Les chapitres sont tous construits de la même façon : définitions, théorèmes ou propriétés, problèmes ; on voit que les élèves étaient supposés maîtriser chaque notion aussi bien dans son aspect conceptuel que dans ses applications pratiques, aussi bien dans le geste mental que physique. On commence par les questions d'arithmétique, en particulier le calcul (quatre opérations) sur les nombres simples ou « complexes »(15) et la règle de trois. Ensuite, la géométrie des lignes, des angles, des polygones (avec des chapitres spéciaux sur les triangles et les quadrilatères), des surfaces et des solides. La seconde partie traite de « l'art militaire », en particulier la fortification des villes régulières ou irrégulières (les anciens systèmes, puis les « trois systèmes » de Vauban), les différentes façons de les représenter, la réalisation de plans au lavis. La troisième partie est sur l'attaque et la défense des places.


EXERCICE
DE MATHÉMATIQUE
SUR
L'ART MILITAIRE
Dans la Fortification, l'Attaque & la Défense des Places, & sur un Traité préliminaire d'Arithmétique & de Géométrie.

RÉPONDRONT,
MESSIEURS,
JACQ. FRAN. ADELON DE CHAUDENAY, de Dijon,
LOUIS BEGUIN, de Baigneux,
JACQUES MAGNIEN, de Dijon.

Dans la Classe de Mathématique du College de la Compagnie de JESUS, le Vendredi 2. Avril 1762. à deux heures après midi.

A DIJON, de l'Imprimerie de la Veuve de PIERRE DE SAINT, seul Imprimeur du Roi, de Monseigneur l'Evêque & du College.

Figure 1

La première partie du recueil nous montre que la fortification était vraiment une affaire de géométrie : celle-ci prend la majeure partie du « traité préliminaire », alors que la partie sur l'arithmétique (une seule page) ne concerne que des sujets élémentaires. Examinons plus en détail ce que nous pourrions appeler géométrie théorique et pratique(16) :

1º) Des lignes : d'abord des questions sur les différents types de lignes (droites ou non), leurs positions relatives, les cercles et leurs rayon, diamètre, tangentes. Ensuite des problèmes comme ceux-ci :
« I. Tirer une ligne droite d'un point à un autre, tant sur le terrain que sur le papier »,
« V. Diviser une ligne droite donnée en autant de parties égales qu'on voudra »,
« VII. Trouver le centre d'une circonférence ou d'un arc donné »,
« IX. Tirer une perpendiculaire sur une ligne d'un point donné dans cette ligne »,
« X. Mener une perpendiculaire à l'extrémité d'une ligne sans prolonger cette ligne. »

(14) Par exemple, la Bibliothèque municipale de Beaune possède le programme d'un examen de Gaspard Monge au Collège des Oratoriens de cette ville.
(15) C'est-à-dire des nombres exprimant le temps, l'argent, la distance. Vive le système métrique !
(16) *Exercice de Mathématique*…, op. cit., pages 5 à 8.

2°) Des angles : Définitions et questions de mesurage ; arcs égaux ; angles opposés, correspondants, alternes ; théorèmes correspondant à Euclide I-13 et I-29 (les élèves étaient certainement tenus de savoir les démontrer) et quatre problèmes sur la mesure (sur le papier et sur terrain), la reproduction et la division des angles en deux parties égales.

3°) Des triangles : Classification, cas de similitude, théorèmes correspondant à Euclide I-32, (avec ses corollaires) et Euclide I-5 & 6, problèmes de construction, des caractéristiques étant données (un côté et deux angles adjacents à ce côté, deux côtés et l'angle qu'ils comprennent, deux côtés et l'angle opposé, trois côtés, trois côtés égaux).

4°) Des quadrilatères : Trapèze, parallélogramme, carré, rectangle, losange ; théorèmes similaires à Euclide I-34, problèmes de construction (faire un parallélogramme sur des côtés donnés et un angle donné, faire un carré sur un segment donné).

5°) Les autres polygones : définitions (des n-gones, $5 < n < 12$), rayon, angles ; théorèmes (la somme des angles égale – en angles droits – à deux fois le nombre de côtés moins quatre ; la somme de l'angle au centre et de l'angle du polygone égale à deux droits) ; problèmes de recherche de la valeur des angles d'un polygone, du rapport du rayon au côté, inscription d'un polygone dans un cercle, tracé d'un polygone sur le terrain, sur la base d'un plan ou non.

6°) Du tracé de plans : y compris le calcul des longueurs en utilisant une échelle, la réduction et l'agrandissement.

7°) Des Mesures de surfaces et de solides : Les problèmes I-36 & I-37 d'Euclide, puis des questions sur l'aire de chaque figure plane, et la même chose avec les solides.

Il devient clair que ce n'est pas un examen complet de géométrie abstraite : les propositions des *Éléments* d'Euclide mentionnées ne sont pas là pour elles-mêmes, mais dans un but pragmatique ; on ne peut étudier la fortification sans être géomètre (dans l'idéal) ou du moins connaître les sujets listés ci-dessus (dans la réalité). Le second chapitre (*Sur l'Art militaire dans la fortification, l'attaque et la défense des places*) montre qu'il est important non seulement d'être apte à construire ou dessiner les enceintes fortifiées, mais aussi, et tout d'abord, de savoir ce dont il est question : la première page est totalement consacrée aux définitions des lignes et angles des forteresses, aux travaux de maçonnerie, aux structures, à leurs usages et à leur intérêt !

Par exemple, le titre de ce premier chapitre est *Des principales parties de la fortification*, et il contient plus de soixante questions telles que : qu'est-ce que le rempart et quelles sont sa hauteur et sa profondeur ? Qu'est-ce que l'escarpe et où commence-t-elle selon que le rempart est revêtu ou ne l'est pas ? Qu'appelle-t-on ligne magistrale ? Qu'est-ce qu'un bastion ? Que sont les faces ? Les flancs ? Les demi-gorges ? Qu'appelle-t-on courtine ? Angle flanqué ? Qu'est-ce que le fossé et quel est son usage ? Et ainsi de suite… Nous arrêtons là, mais il y a toute une page comme ça ! Vous qui lisez, savez-vous répondre ?

Les chapitres suivants vont au cœur de la question, sans pour autant oublier les définitions. Après les maximes de la fortification (la ligne de défense doit être aussi longue que la portée du mousquet, l'intérieur de la forteresse commande les extérieurs, …) et avant l'attaque, le gouvernement et la défense des places, il est question de construction (= tracé) des différentes parties des remparts, bastions, ravelins, ouvrages à corne et à couronne, etc., particulièrement d'après les « systèmes de M. de Vauban ».

Mais les méthodes utilisées ne sont pas détaillées : un second manuscrit nous renseigne.

L'*Architecture Militaire* de Bernard Durand (1700)

Durand fut professeur de Physique au collège des Godrans de 1698 à 1701 ; son traité(17) est peut- être une transcription de son cours par quelque etudiant (les mots *B. scripsit* apparaissent à la fin du texte), mais plus sûrement une version révisée et corrigée de celui-ci, toute prête à être publiée ou à accéder à la postérité (les derniers mots sont : *le temps presse*, et Bernard Durand mourut en 1701…).

La première page du traité annonce qu'il est divisé en trois livres : *L'Architecture militaire est un art qui nous enseigne à fortifier les places, c'est-à-dire à disposer de telle manière les parties qui composent une place que l'on puisse avec peu de personnes repousser facilement les efforts d'un grand nombre d'Ennemis*. C'est, selon Durand, la raison pour laquelle la fortification est une partie de l'architecture. Le second livre est sur l'architecture civile, pour apprendre *à construire les maisons qui sont dans l'enceinte [des] murailles*, le troisième livre traite de la perspective, qui *permet de faire voir l'un et l'autre dans les differens points de vue*. En réalité, l'ordre des livres est 1) architecture militaire, 2) perspective, et 3) architecture civile, ce troisième d'une autre main.

La partie mathématique est au tout début de la première partie : *Pour procéder avec methode dans la conoisance de cet art, il faut sçavoir quelques principes de*

(17) *Traité d'Architecture civile et militaire donné par le R.P. Durand de la Compagnie de Jésus. L'An de notre Seigneur 1700. Le 6e du Mois d'Avril*. A Dijon. Ms 469. Bibliothèque municipale de Dijon.

Geometrie sans lesquels on ne l'entendrait pas a fond. Quels sont ces principes ? Ce sont *les termes de poinct, ligne, lignes paralleles, occulte, perpendiculaire, cercle, diametre, angle, polygone*.

Les définitions sont écrites à la fois à la manière d'Euclide, et avec une touche pratique, nous rappelant les livres d'arpentage. Par exemple, *Ligne est une longueur sans largeur*(18)*. Elle se fait se coulant la plume le long d'une Regle*. Durand ajoute immédiatement les pratiques essentielles, comme celle de tirer deux lignes parallèles (la seconde étant la tangente commune de deux demi-cercles de même rayon centrés sur la première) ou des lignes perpendiculaires. Il y a là une difficulté : la pratique dépend de la position du point d'intersection. S'il est « au milieu » de la ligne, il faut utiliser la médiane d'un segment [AE], dont les extrémités sont équidistantes du point d'intersection. Mais s'il est « à la fin » de la ligne, c'est plus difficile (si nous n'oublions pas que les seuls instruments autorisés sont la règle et le compas, ou une corde sur le terrain).

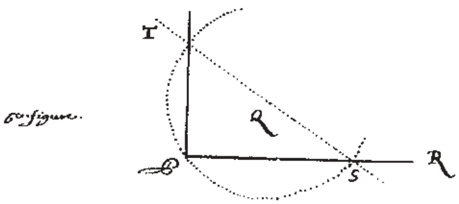

Figure 3 : *Construction d'une perpendiculaire.*

[…] Par exemple si du point P, 6ème figure vous voulés élever une perpendiculaire prenés un point a discrétion sur la ligne PR, comme Q et du point Q faites un cercle qui touche le point P et qui coupe la ligne PR comme en S puis tirés une ligne de S par le point Q jusqu'à T et TP sera la perpendiculaire.

On peut encore y procéder de cette manière(19) *sur la ligne IK, 7ème figure. Mettésune jambe du compas au point I et de l'autre faites une portion de cercle LM a discretion. Ensuite posés le compas de la meme ouverture au poinct M, et de l'autre jambe coupés ladite portion de cercle au poinct N posés encore la meme ouverture de compas au poinct N et faites le petit arc PQ ensuite faites passer une ligne de M en N qui aille couper PQ de la section de PQ faites descendre une ligne sur le point I elle sera perpendiculaire.*

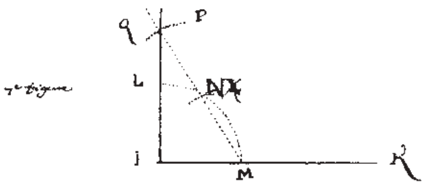

Figure 4 : *Une autre construction (notez la rature).*

Ces méthodes étaient bien connues, nous ne les enseignons plus(20), qui pourrait avoir besoin de dessiner quelque chose « à la fin d'une ligne » ? Nous nous intéressons pourtant encore à la division des segments en tant de parties que l'on veut (application du théorème « de Thalès ») et à l'inscription des polygones réguliers

(18) Définition strictement euclidienne : celle du point en tant qu'il « n'a aucune longueur, ny largeur » en diffère quelque peu, puisque chez Euclide, ce dernier est caractérisé surtout par ce qu'il « n'a aucune partie ».

(19) Pas facile à lire sans ponctuation (rassurez-vous, elle manque aussi dans l'original).

(20) Ou alors dans certaines classes de spécialistes, comme les géomètres-topographes.

dans le cercle ; la méthode ordinaire pour le pentagone n'a pas changé depuis Durand, mais sauriez-vous inscrire un ennéagone dans un cercle ?

Réponses (vous avez de la chance) :

Pour le pentagone : [AI] et [DI] sont deux diamètres perpendiculaires, G le milieu de [DI], H défini par GH = GA, et AH est le côté du polygone requis (figure 5).

Et l'ennéagone ? *Pour faire un Ennéagone, c'est-à-dire neuf angles il n'y a qu'a prendre les deux tiers d'un demy diametre comme E.B. pour faire son coté* (page 7 du manuscrit). Voulez-vous savoir si c'est vrai ou approximatif ? Alors comparez 2/3, avec 2 sin(/9)… (figure 6).

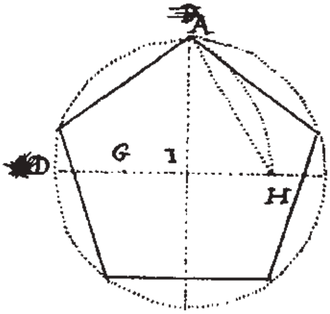

Figure 5 : *Construction d'un pentagone.*

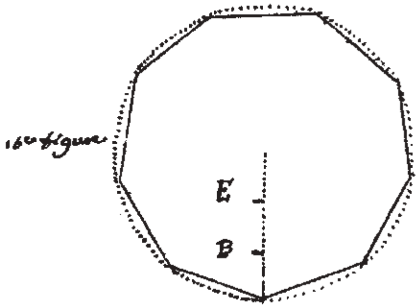

Figure 6 : *Est-ce vraiment un ennéagone ?*

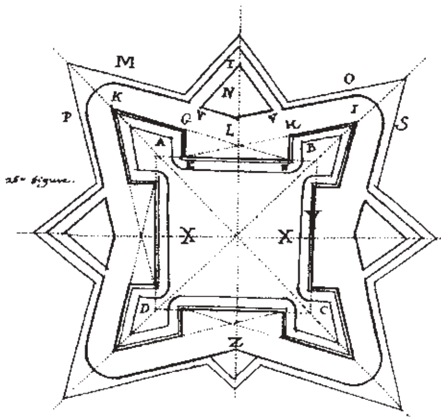

Figure 7 : *Comment fortifier un carré ?*

Cette partie sur la géométrie s'achève avec des questions de mesure des angles et l'utilisation du rapporteur, de construction d'une échelle pour les plans, nous lisons ensuite le titre de chapitre *Première Methode pour Tracer des fortifications avec la seule regle et le compas en dehors*. La première de ces pratiques concerne le carré, elle sera suivie par d'autres, sur les polygones de cinq à dix côtés ; après cela, Durand traite de la fortification « en dedans », et de différents types d'ouvrages extérieurs, comme les ouvrages à corne et à couronne. Diverses méthodes sont exposées et finalement la conception d'une forteresse à l'aide de tables ou du compas de proportion. Voyons en détail comment tracer les bastions d'une forteresse carrée, selon la méthode la plus simple (page 14 du manuscrit)[21].

(21) Le manque de ponctuation est encore d'origine, ainsi que l'orthographe (les terminaisons en « és » sont l'usage de l'époque et les « fautes » n'en sont pas toutes…). Il est conseillé de suivre le tracé sur la figure !

Vous prendrés 1°) le quarré soit donc proposé ABCD Tirés 1^erement^ les diagonales AC BD que vous produirés hors du quarré a discretion. Ces lignes produites hors du quarré se nomment lignes capitales. chaque coté du quarré comme AB doit etre divisé en six parties égales deux desquelles comme AE FB seront pour la demi gorge et EF pour les points dou selevent perpendiculairement les flancs sur AB (qui est la courtine prolongée) et ces flancs auront la longueur d'une des six parties ; cest a dire que vous ferés EG egales a EA et FH egale a FB aussi du poinct E vous tirerés une ligne jusqu'a I passant par H Cette ligne qui est la defense rasante formera le pan du bastion HJ et terminera le flanc FH faites le meme au poinct F passant par G et vous aurés l'autre demy bastion EGK et tout le coté AB fortifié faites le meme aux autres. cette methode faisant la gorge asses raisonnable done le pan des bastions plus court que par une autre methode et par consequent de moindre frais et plus avantageux, laissant un fossé plus large . supposé que le coté AB soit de 100. Toises ; chaque partie des six d ce coté est divisé sera de 16. Toises et 4. piés ; donc le flanc qui est une de ces parties sera de 16. Toises et 4. piés. La demi gorge en aura autant ; la courtine EF 66. Toises et 4. piés et la ligne de defense FK d'un peu plus de 100. Toises.

Nous avons les bastions et le carré est donc fortifié. Mais nous n'en avons pas fini avec la défense du carré, car ces ouvrages de base ne sont pas suffisants. Il faut tracer le chemin couvert, les ouvrages extérieurs, particulièrement des ravelins, et plus tard (pour ceux qui liront le manuscrit, c'est la leçon suivante) d'autres types d'ouvrages à la manière de Vauban. En termes concrets, cela veut dire qu'il faut tracer des parallèles aux lignes du premier schéma. Retournons au texte de Durand.

Pour le fossé il faut prendre avec le compas le flanc E.G. et en porter l'espace a l'Angle flanqué K. et de l'autre faire une portion de cercle M.P. faites le meme en toutes les pointes des bastions et de la meme ouverture posant le compas en L. rencontre des lignes rasantes faites encor une portion de cercle L.N. que vous porterés devant toutes les courtines ; puis appliquant la regle en M. N. ensorte qu'elle frise les portions de cercle M.O.(23) *Tirés les lignes qui se rencontrent en N. alendroit ou la ligne capitale de la courtine est prolongée.*

Si vous voulés des ravelins qui st des ouvrages de quatre ou cinq faces qui se mettent devant les courtines pour les defendre ; voicy comme on les forme. prolongés la ligne capitale du milieu de la courtine passant par l'angle de la contrescarpe N. et donés à N.T. sur ladite capitale les deux tiers de la face du bastion. puis du poinct T tirés des lignes aux angles de gorge des bastions A.B. Ces lignes coupans la contrescarpe N.V. doneront les faces de ravelins T.V.T.V.

Pour le rempart qui est un chemin sur les murs en dedans prenes la moitie du flanc E.G. et appliques cette moitie parallelement a la courtine en dedans comme X.X. pour tourner tout autour meme dans les bastions arondissant vers les angles rentrans des flancs avec la meme ouverture de compas.

Ajoutés près de la muraille en dedans la ligne du parapet auquel vous donerés la 5^e^ partie du rempart . Le parapet Y. comprend un petit degré près de la muraille de laquelle sont a couvert les Tireurs.

(23) On reconnaît le tracé d'une parallèle à une droite donnée comme tangente commune à deux arcs de cercle (voir plus haut).

Donnés au chemin couvert qui tourne tout autour de la place sur le fossé ; la moitié de la largeur du rempart, et au fossé du ravelin la moitié du grand Fossé . Le chemin couvert se nomme ainsi parce que c'est un chemin sur le fossé couvert d'un parapet de six ou sept piés de haut pour couvrir ceux qui le gardent.

Si l'on ne peut faire de Ravelin devant une courtine comme en Z. il faut y faire un logement ou reduction a angle saillant en dehors et en dedans.

Conclusion(s)

Ces procédures de construction nous semblent tout à fait adaptées à l'apprentissage du dessin géométrique (et encore plus à celui des logiciels de construction, par exemple pour vérifier le bien fondé de certaines constructions proposées). Avez-vous remarqué qu'il n'y avait aucune preuve ? Bernard Durand ne paraît pas intéressé par le calcul des valeurs des lignes et des angles. Pourtant, il donne des tables à la fin de ce traité, mais aucune méthode explicite ; pourtant ne vivait-il pas au temps de la « géométrie calculante de M. Descartes » ? Quel était le but de son cours du collège des Godrans ? Il ne devait pas être vraiment destiné à la construction de forteresses, car on n'y trouve aucun « vrai » problème de terrain. Mais êtes-vous convaincu(e) qu'il s'agit quand même de géométrie ? Car les objets en sont les figures que nous connaissons encore bien (notre fonds de commerce). Pas question de dessin d'art, ni de dessin technique, on peut plutôt y voir une mise en pratique des théorèmes, comme on le trouve dans les traités les plus élaborés, tel celui de Silvère de Bitainvieu cité plus haut. Il ne faudrait pas oublier que la partie pratique des cours de géométrie était souvent le corollaire d'une première partie théorique, contenant la plupart des résultats importants des premiers livres des *Éléments* d'Euclide. Oronce Fine, par exemple, explique ainsi l'articulation entre les deux parties(23) : *Il y a deux choses, qui en toute discipline ont de coustume estre agreables, plaisantes & utiles à tous studieux. L'une est la facile introduction à la discipline : laquelle la voye de doctrine & le sens universel explique. L'autre est vue estre le fruit colligé(24) d'icelle discipline, compensateur agreable des travaux entrepris.*

Nous avons un peu perdu le sens de cette compensation agréable des travaux entrepris, le fruit des efforts théoriques. Si notre discipline, telle que nous l'enseignons actuellement, laisse si peu de souvenirs à tous ceux de nos élèves qui ne seront plus directement concernés, s'ils n'en auront que rarement besoin dans leur vie, c'est peut-être parce que nous avons hésité entre son versant théorique, élégant, éclairant, intelligent, et son aspect pratique (ce qui ne signifie pas « concret »). Que sont devenues les « mathématiques du citoyen » ? On pouvait espérer que ce terme ne serait pas qu'un fantasme ou un slogan. En ce sens, les nouvelles réflexions sur le programme de seconde (sur l'échantillonnage) sont le signe d'une avancée, mais si nous sommes réduits à montrer divers aspects, à illustrer seulement, il n'y aura pas élaboration d'une manière de voir le monde. C'est que le travail est un peu ringard

(23) La Practique de la géométrie d'Orance Professeur du Roy ès mathématiques, en laquelle est comprins l'usage du Quarré Géométrique, etc. Reveüe & traduicte par Pierre Forcadel, Lecteur du Roy ès Mathématiques. A Paris chez Gilles Gourbin, 1570.

(24) c'est à dire recueilli, ou déduit.

de nos jours, et pour mettre une théorie en pratique et jouir des outils qu'elle nous permet de développer, il faut d'abord la fonder dans l'entendement, et ce n'est pas un « discours léger » à propos du contenu qui l'autorisera.

Et à propos de fortification ? Ce que nous avons vu dans le cours de Durand était certes assez marqué, destiné à une jeunesse noble, appelée à de grandes tâches, mais les textes eux-mêmes nous semblent avoir encore un intérêt. Les élèves, confrontés à la suite d'instructions qui constitue la *manière de fortifier*, se prennent au jeu ; les écrits sont suffisamment précis quant aux procédures, et suffisamment flous sur les preuves pour donner lieu à des activités à la fois agréables et instructives. Et quel soulagement lorsqu'il ne s'agit dans un premier temps que de se conformer aux instructions de tracé, et que le résultat a un sens en dehors de la salle de classe ! Car les jeunes pourront vérifier eux-mêmes que les fortifications des villes ont été construites (en gros ...) sur ces modèles, à condition qu'ils résident dans un endroit où l'on a conservé quelques pans de murs pouvant être mesurés. On retrouvera dans les divers ouvrages cités plus haut des liens avec le patrimoine des villes actuelles : c'est aussi une façon d'inscrire le cours de maths dans le monde…