

DU NOMBRE DANS L'ART DE LA GUERRE.

OU :

DE QUELQUES USAGES DES MATHÉMATIQUES DANS
L'ART MILITAIRE, DU XVI^{ème} AU XVIII^{ème} SIÈCLE.¹

Jean-Pierre LE GOFF.

RÉSUMÉ.

Des humanistes polymathes de la Renaissance, ingénieurs à temps perdu, par nécessité ou par surcroît, aux ingénieurs militaires de la fin du XVII^{ème} siècle, gagés à plein temps, une page se tourne, qui conduit d'une science essentiellement pratique à une théorie où la rhétorique et la mathématique sont reines et tentent de plier au nombre et à la figure, la topographie et l'art de la guerre, la nature, théâtre des opérations, et l'homme soldat.

Des *Théâtres de Machines* à l'*Encyclopédie*, de Taccola à Vauban et ses épigones, en passant par Tartaglia, Simon Stevin, Samuel Marolois ou Jean Dubreuil, l'ingénieur militaire se fait mathématicien : quand ce n'est pas le géomètre qui se fait théoricien des fortifications, c'est l'officier qui se fait arithméticien pour agencer ses troupes dans de savantes combinatoires et géomètre pour la faire évoluer en un ballet de manœuvres géométrisées. Sciences des artifices, de l'ordonnancement et des mouvements de troupes, l'art des fortifications et celui des évolutions, deviennent, au siècle de la *Méthode*, des sciences appliquées des mathématiques ; la fin, c'est-à-dire l'efficacité, en ce siècle de guerres incessantes, justifie le *calcul des effets* comme le dit Hélène Vérin² : ainsi fleurissent les moyens calculatoires et

¹ Texte de la conférence publique inaugurale du X^{ème} Colloque inter-IREM d'Épistémologie et d'Histoire des Sciences, *La mémoire des nombres*, Cherbourg, 27 & 28 avril 1994. Ce travail reprend pour partie une communication sur "*L'Art des Fortifications*" donnée le 16 avril 1993 au "*Séminaire Interdisciplinaire « Histoire des Sciences du Lycée Malherbe de Caen »*" (SIHS), dont le texte spécifique paraîtra dans la revue *Scholies*, actes du SIHS.

² Vérin, H. : *La glorie des ingénieurs*, Paris, 1994.

l'instrumentation géométrique, dans des ouvrages, qui de *Grand Art mécanique* ou militaire qu'ils étaient, deviennent les *Elemens* ou les *Traités* d'une véritable polémologie, d'une science de la guerre, et voisinent avec des *Méthodes de lever les plans* et des *Perspectives pratiques*.

* * * * *

PLAN.

- 0. Introduction.
- I. De l'art militaire en général.
- II. De l'ingénieur en général et de l'ingénieur militaire en particulier.
- III. De l'art des fortifications.
- IV. Symétrie et proportion de la citadelle.
Un traité du premier XVIIème siècle : Jean Dubreuil, s. j.
- V. Spécificités françaises : Vauban, *le triomphe de la méthode*.
- VI. De l'art des évolutions : de Tartaglia à l'*Encyclopédie*. Conclusion.

* * * * *

0. Introduction

L'art militaire, et singulièrement l'art des fortifications et l'art des évolutions vivent, au tournant des XVIème et XVIIème siècles, une profonde mutation qui va se traduire par une mathématisation de l'art de la guerre. C'est ce que l'on tentera de mettre en évidence au travers d'une esquisse et de quelques éléments d'histoire de ces arts particuliers que cultivent les ingénieurs militaires et les officiers : comment fortifier une place ? comment faire évoluer une troupe ? Des ingénieurs de la Renaissance aux ingénieurs militaires de la fin du XVIIème siècle, une page se tourne, qui conduit d'un art essentiellement pratique à une science théorique où la mathématique est reine et s'efforcera désormais, par souci d'efficacité, de plier au nombre et à la figure, la topographie et l'art de la guerre, c'est-à-dire, en dernier ressort, la nature et l'homme.

Au fil de cet exposé, nous rencontrerons quelques figures bien connues des historiens des mathématiques, comme celles de Tartaglia ou de Stevin, des historiens d'art, comme celles de Dürer ou de Dubreuil, et des historiens de l'art militaire, comme celle de Vauban. Nous retrouverons ce dernier sous les traits que l'histoire lui prête le plus souvent, ceux du stratège et du théoricien : son *Traité de l'Attaque des places*, qui complète ou contrecarre les traités de fortifications de Simon Stevin, Samuel Marolois ou Jean Dubreuil, voire les siens propres, est une sorte de manifeste de cette spirale logique qui veut que l'art militaire doit sans cesse faire pièce à ses propres innovations. Enfin nous verrons quel usage a pu être fait, dans les arts

militaires de la fortification et de l'évolution des troupes, de traditions géométriques, arithmétiques ou combinatoires, comme l'étude des polygones réguliers ou celle des nombres figurés.

*
* *

I. De l'art militaire en général

À partir du XVI^{ème} siècle en Europe, d'importantes innovations, dont certaines furent décisives, ont modifié la composition des armées et l'art de la guerre. C'est au XVI^{ème} siècle que disparaissent définitivement des champs de bataille européens les armées de type féodal, composées de nobles, et dépendantes de la richesse du souverain et du nombre et de la disponibilité de ses féaux. Le développement économique et les changements importants de la fiscalité vont permettre la mise en place d'armées de métier, composées de combattants soldés ou de mercenaires étrangers. L'un des changements notables sur le terrain fut que celui-ci vit de nouveau évoluer une infanterie nombreuse, dont ce fut la renaissance : elle fut alors dotée d'un armement nouveau, et appuyée par une cavalerie régulière. Si la noblesse y perd son monopole, elle y trouve néanmoins à s'employer en conservant les postes de commandement, et la hiérarchie militaire devient à l'image de la hiérarchie nobiliaire, les nobliaux trouvant là l'occasion de redorer des blasons passablement ternis par une situation financière précaire.

Ce qui caractérise les armées de cette époque, c'est une organisation plus rigoureuse, par la création de corps d'encadrement, et une uniformisation des équipements et des conduites, tous phénomènes qui vont bientôt se traduire par la prolifération d'écrits théoriques traitant de toutes sortes de sujets ayant trait à l'art de la guerre : manuels dédiés à l'entraînement des soldats ou à la formation des officiers et sous-officiers, traités de relevé topographique, *Théâtres de Machines* de guerre et autres ouvrages sur l'art des fortifications.

C'est qu'en effet, une évolution importante des armements va entraîner cette mutation profonde de l'art des fortifications et de l'art des évolutions, évoquée plus haut, et symptomatique d'une certaine application de la "méthode" à l'art de la guerre, qui va de pair avec le mouvement général vers la rationalité moderne.

La renaissance de l'infanterie fut sans doute en partie la conséquence de la décision de l'empereur Maximilien I^{er} de lever une taxe sur la noblesse, après son avènement au trône en 1493, pour financer et entraîner une puissante armée formée des célèbres lansquenets, suivant en cela

l'exemple des Suisses : les effectifs militaires de l'Empire étaient disparates, et l'empereur avait quelques visées sur l'Italie, où Charles VIII, en 1495, venait d'investir Naples, sous prétexte de défendre l'Italie devant la menace turque ; les Espagnols, en Sicile, ne pouvaient laisser faire sans réagir, et l'empereur ne pouvait s'engager dans cette poudrière sans arguments ; le temps des condottieri et des *"batailles sans morts"* était révolu. Équipés de piques et de hallebardes, mais aussi d'arquebuses portatives et plus tard de mousquets, cette infanterie d'élite devait bientôt prouver sa supériorité sur la cavalerie, même cuirassée, qui dut alors changer de tactique et de fonction dans cette nouvelle conception de la guerre : au lieu de charger les premiers rangs de fantassins, à l'abri derrière une herse de piques, elle en viendra à la fin du siècle, à pratiquer la *"caracole"*, en longeant le front de la formation et en tirant au pistolet par vagues successives pour permettre de recharger les armes ; on assiste donc à l'avènement d'une cavalerie lourde, formée de cavaliers cuirassés et équipés d'armes à feu à côté des armes blanches, prototypes des futures *"côtes de fer"*, cavalerie régulière que Cromwell créera en 1642, et qui deviendra le modèle de la cavalerie moderne, sur la base d'un entraînement intensif pour le combat en formation fermée. Par ailleurs, le XVI^{ème} siècle vit la création, en France, du corps des dragons, mousquetaires et piquiers, fantassins donc, qui se rendaient sur le lieu du combat à cheval.

En 1503, les dernières garnisons françaises, qui avaient su jusque là résister aux Espagnols pourtant supérieurs en nombre, doivent quitter Naples, soumis à la pression d'un grand stratège, Gonzalve de Cordoue. On connaît la suite de l'histoire : l'alliance des Espagnols avec la Maison des Habsbourg, la reprise du conflit en 1508 et le reflux des Français d'Italie, jusqu'à ce que François I^{er} redresse la situation à Marignan, se payant le luxe de battre les Suisses : la leçon avait porté et l'infanterie française avait adopté la même tactique et les mêmes armes que ces mercenaires au service du Milanais. L'alliance de l'Espagne et des Habsbourg s'étant concrétisée en la personne unique de Charles Quint, soutenu par la papauté et l'Angleterre, ce fut Pavie en 1525, où François I^{er} perdit tout *"fors la vie et l'honneur"*. La menace ottomane et les désordres intérieurs à l'empire, le revirement de l'Angleterre et du Pape stoppèrent l'irrésistible ascension de la Maison des Habsbourg, maîtresse de toute l'Europe centrale, de l'Espagne et des Provinces-Unies : on sait que le soleil ne se couchait jamais sur cet empire. En 1555 Philippe II est en charge de l'Espagne et des Pays-Bas : les guerres contre les protestants et contre la France se révèlent coûteuses, malgré l'or venu d'Amérique du Sud. Aussi les Provinces-Unies payent-elles un lourd tribut à l'effort de guerre (5 millions de pièces d'or par an), et se trouvent-elles bientôt sous la coupe de l'Inquisition et du Duc d'Albe, dont un des principes, en matière de *"pacification"*, était qu'il valait

"infiniment mieux sauver un pays dévasté et dans un piteux état par une guerre pour Dieu et pour le Roi que de le conserver intact pour Satan et ses adeptes".

Ce fut alors une longue lutte des Hollandais contre l'opresseur espagnol ; ils s'illustrèrent d'abord par le harcèlement de leurs troupes et de leurs vaisseaux : les "*gueux de la forêt*", dont Till Ulenspiegel, et ceux de la mer, firent merveille. Ils allèrent jusqu'à rendre la terre aux eaux plutôt que de l'abandonner à l'ennemi, en usant de la technique de destruction des digues. Puis la résistance fut organisée par Guillaume d'Orange, et à sa mort, par son fils, Maurice de Nassau, qui devait modifier assez notablement la tactique de l'infanterie : l'unité de fantassins néerlandais était de petite taille, composée de 300 tireurs (100 mousquetaires et 200 arquebusiers) et de 250 piquiers, disposée sur dix rangs, afin de ne pas être enfoncée, et en damier, pour permettre à tous les fantassins de combattre simultanément et non successivement ; elle était couverte sur ses flancs par la cavalerie ; de par sa grande mobilité, elle fit merveille contre les lourds *tercios* espagnols, dont les seuls premiers rangs étaient efficaces. Les réformes des Princes d'Orange, qui conduisirent aussi à des changements dans le domaine de l'architecture militaire comme on le verra, amenèrent la perte du conquérant espagnol, qui dut signer la trêve de 1609, et reconnaître ainsi l'autonomie des Provinces-Unies. Jusqu'au début du XVII^e siècle, le modèle espagnol d'organisation prévalut dans bon nombre d'armées : une armée était en général composée de brigades dites espagnoles ; chaque brigade comportait cinq *tercios* disposés en damiers 2-1-2 ; elle était précédée de l'artillerie et protégée par la cavalerie sur ses ailes ; le *tercio* théorique était composé de huit *banderas* de piquiers, en fait de 200 piquiers et de 120 tireurs chacune, et de deux *banderas* de 320 tireurs chacune, soit 3 200 hommes, à raison de 1 600 piquiers et d'autant de tireurs, proportion qui évoluait suivant les circonstances ; la formation, carrée, les piqueurs au centre, était ceinturée de sept rangées de tireurs protégés par les piques de six mètres à l'abri desquelles on rechargeait entre deux salves. Mais dès la Guerre de Trente Ans, la formation hollandaise, plus maniable, aux réactions plus rapides à l'événement, était déjà considérée comme plus moderne.

Après la Guerre de Trente Ans, les souverains s'avisèrent des avantages que constituait une armée de métier, disponible à tout instant, d'autant plus docile que bien disciplinée : on ne devait bientôt plus dissoudre les troupes levées pour un conflit, et les gens d'armes soldés restèrent sous les drapeaux dans beaucoup de nations, formant l'embryon de futures armées permanentes. Car l'on devait bien vite voir l'inconvénient des armées mercenaires : ceux-ci n'ont pas toujours la vaillance et l'attachement au sol qu'on est en droit d'attendre d'un natif du pays. Les nobles tchèques, dont la révolte se traduisit le 23 mai 1618 par la défenestration de deux lieutenants de l'empereur Mathias - qui, par parenthèse, se reçurent sur un tas de fumier -, en firent la triste expérience le 8 novembre 1620, lors de la bataille de la Montagne Blanche : les protestants d'Autriche et de Bohême, qui avaient recruté une armée de 20 000 hommes, se retrouvèrent face à la Sainte ligue catholique allemande, alliée au Habsbourg Ferdinand II et à Maximilien I^{er} de Bavière ; l'alliance catholique était forte de 26 000 soldats, mais les protestants étaient en

meilleure position stratégique, et l'on s'observait ; ce qui devait être une échauffourée de routine entre cavaleries se transforma en débâcle de mercenaires à la solde des protestants, et Prague ne dut son salut momentané qu'à l'indécision des alliés catholiques, étonnés d'un succès si total et si rapide.

Dès lors que les nations se constituèrent des armées de métier, l'uniforme devint la règle pour un même régiment, puis pour chaque corps d'armée, quelques détails vestimentaires, comme la couleur des revers, du col et des poignets, permettant de différencier les unités ou les régiments, et quelques accessoires signalant la différence hiérarchique. En outre la permanence de la couleur des uniformes, souvent chamarrés ou d'une teinte vive, devait bientôt permettre aux officiers, surveillant le théâtre des opérations du haut de quelque colline³, de juger d'un coup d'œil des opérations : les Anglais se fixèrent ainsi sur le rouge, les Prussiens sur le bleu, et les Habsbourg optèrent pour le blanc ou le gris perle.

L'autre modification technique d'importance fut le développement de l'artillerie. Cette mutation se manifeste, dans toutes les armées européennes dès le XV^e siècle, mais l'artillerie devait conserver un statut à part pendant tout le XVI^e siècle et le début du XVII^e. En effet, elle demande une grande spécialisation, et les artilleurs sont en fait des civils, artisans et armuriers des villes, qui, produisant les bouches à feu, s'entendent mieux que quiconque à servir les pièces qu'ils ont fabriquées : il y aura longtemps prolifération des modèles de canons, de calibres et de formes d'affûts ; de surcroît, le déplacement des pièces d'artillerie et du matériel afférent (chariots de munitions, caisses d'outils, accessoires, etc.) est assez lent : il faut parfois jusqu'à 24 chevaux pour tracter certains canons, capables de tirer des boulets de 48 livres. Ce qui fait que les artilleurs constituent une sorte de corporation, ne suivent pas toujours la troupe et vont au combat dans leurs habits civils, qu'ils ne délaisseront pour l'uniforme que petit à petit au XVI^e siècle et au contact des lansquenets en tenue.

Un effort de rationalisation s'imposait, et c'est encore Maurice de Nassau, par exemple, qui va tenter de standardiser les affûts et réduire l'éventail des calibres à quatre types. On invente d'autres projectiles que les boulets de pierre ou de fonte et que les boîtes à mitraille, dont le chargement est long : ce sont les grenades explosives, ou encore, en France, sous Henri IV, les gargouges, simples charges de poudre préparées à l'avance, qui réduisent considérablement le temps de chargement. Pour accélérer les déplacements, on distingue bientôt artillerie de campagne, légère et mobile, avec un train de chariots et d'attelages réduit, et artillerie de siège, composée

³ D'où sans doute le nom de "perspective cavalière" ou "militaire" donné à un mode de représentation usant d'un point de vue quasiment à l'infini et en conséquence de rayons visuels parallèles ; ces procédés, théorisés à la fin du XVI^e siècle ou au début du XVII^e, font partie de ce qu'on appelle aujourd'hui les perspectives parallèles ou projections cylindriques.

de lourdes bouches à feu, marchant séparément de la troupe. Gustave II Vasa de Suède apporta sa pierre à la régimentation de l'artillerie, en scindant l'artillerie de campagne en artillerie légère et en artillerie lourde, et en dotant les régiments de fantassins de leurs canons, à raison de cinq pièces pour 1 000 hommes, au minimum. La Suède s'engagea dans la Guerre de Trente Ans assez tardivement, après avoir refoulé les Russes en Baltique. Petit pays, libéré au XVI^{ème} siècle de la domination danoise, la Suède devait s'avérer une grande puissance européenne pendant le XVII^{ème} siècle, sous la houlette de Gustave II Adolphe, mort à la bataille de Lützen le 6 novembre 1632. Ce roi fut en effet l'un des plus grands stratèges et chefs militaires de toute l'histoire : et il semble qu'il ait perfectionné la technique du tir au mousquet, puisque ses soldats tiraient jusqu'à trois fois plus souvent que l'ennemi, ce qui leur assura la victoire devant une armée bien supérieure en nombre, qu'ils repoussèrent jusqu'à la frontière tchèque, avant que leur roi n'engage la bataille victorieuse de Breitenfeld, le 17 septembre 1631 : Gustave II devait y adopter une tactique nouvelle, faisant une large place à l'artillerie, face à une armée disposée en tercios suivant une tradition désormais révolue.

Le développement de l'artillerie va de pair avec celui des techniques de construction des places fortes et autres camps retranchés, dont l'efficacité va en augmentant : ainsi voit-on Gustave II Adolphe de Suède se retrancher à Nuremberg, après sa victoire de Breitenfeld, face au dernier des "*condottieri*", Wallenstein, rappelé à la tête des troupes de Ferdinand II, très supérieures en nombre à celles des Suédois (ce fut d'ailleurs Wallenstein qui réunit pour la première fois une armée forte de 125 000 hommes, contrairement à l'opinion du temps qui pensait qu'une armée de plus de 40 000 soldats serait incontrôlable) ; mais Wallenstein, adepte de la guerre d'usure, s'enferma lui aussi dans son propre camp fortifié et les deux ennemis restèrent ainsi huit semaines à s'observer, et lorsque les renforts Suédois arrivent, c'est en vain que Gustave tentera de déloger Wallenstein. Avec l'allongement des portées et l'alourdissement des charges percutantes, les hauts remparts traditionnels n'étaient plus guère de mise. Aussi voit-on se développer, au XVI^{ème} siècle, un nouvel art des fortifications : les forteresses se font bastions, et les remparts deviennent rampants et obliques. En particulier, on voit se développer des plans étoilés, avec des bastions pentagonaux propres à croiser les feux des canons de défense ; les remparts du Moyen Âge posaient le problème d'un angle mort en leurs pieds, d'où l'invention des tours d'angles et des hourds en surplomb des créneaux ; les murs de fortification de la Renaissance et du XVII^{ème} siècle doivent faire face à un autre type d'angle mort, et chaque tradition nationale apportera, comme on le verra, sa solution. Mais toutes les formes et les techniques de cette époque vont s'appuyer sur de savants calculs ou sur des tracés géométriques, qui obligent l'ingénieur militaire à se faire géomètre.

*

* *

II. De l'ingénieur en général et de l'ingénieur militaire en particulier.

Le mot "ingénieur" nous vient du latin "*ingenium*", ce qui semble définir la fonction par une certaine faculté de l'esprit humain. Néanmoins, il ne faut pas perdre de vue qu'au Moyen Âge, le mot a plusieurs sens ; l'art de l'ingénieur balaye la gamme des procédés et des artifices, en particulier la fabrication des "engins" ou machines, et spécialement des machines de siège. Il semble donc que l'ingénieur soit avant tout ingénieur militaire, ce que nous appellerions aujourd'hui ingénieur civil relevant plutôt de l'art mécanique, pratiqué par les mécaniciens. Toujours est-il que la distinction entre ingénieur militaire et ingénieur civil n'apparaît véritablement qu'au XVIII^{ème} siècle, lorsque le mot ingénieur est utilisé pour désigner un technicien qui exerce ses talents en dehors du génie militaire. En 1694, le *Dictionnaire de l'Académie Française* définit l'ingénieur en termes strictement militaires, et ce n'est qu'en 1740, qu'il ajoute cette indication :

Se dit aussi par rapport à l'architecture civile, d'un homme intelligent en mécanique, qui par les machines qu'il invente augmente les forces mouvantes, autant pour traîner et enlever les fardeaux, que pour conduire et élever les eaux. Les maîtres-ouvriers qui travaillent les instruments de mathématiques prennent aussi le nom d'ingénieur en instruments de mathématiques⁴

Ainsi donc, si le lyonnais Girard Desargues (1591-1661), par exemple, mérite le titre d'ingénieur, ce n'est pas tant pour son projet de fontaines publiques à Paris, en 1626, ni pour son dispositif pour élever l'eau au château de Beaulieu - toutes choses qu'il a peut-être étudiées au contact d'ingénieurs flamands ou hollandais lors de ses voyages dans les Flandres pour le commerce de la soie -, mais pour son éventuelle participation au siège de La Rochelle, en 1628, que ce soit *in situ*, ou par dessin, depuis Paris.

Ce qui importe le plus, c'est l'éventail des qualités que doit posséder l'ingénieur, militaire donc, à la fin du XVII^{ème} siècle, si l'on en croit la définition du *Dictionnaire de Furetière* de 1727⁵ :

"Ingénieur : officier qui sert à la guerre pour les attaques, deffenses et fortifications des places. C'est un mathématicien habile, expert et hardi, qui sçait l'art de l'architecture militaire, qui va reconnaître la place que l'on veut attaquer et qui en marque au général l'endroit le plus faible, qui trace les tranchées, les places d'armes, les galeries, les logements sur la contrescarpe et sur la demilune, et conduit les travaux jusques auprès de la muraille, marquant aux travailleurs ce qu'ils

⁴ D'après Vérin, H. : *op. cit.*, p. 33.

⁵ D'après Vérin, H. : *op. cit.*, p. 32

doivent faire devant la nuit. L'ingénieur marque aussi les lignes de circonvallation avec des redoutes de distance en distance. [exemple :] Cet ingénieur a inventé une nouvelle sorte de bombes, une nouvelle manière de camper, de faire des ponts, etc. Les ingénieurs forment en France un corps considérable. Le nombre en est ordinairement d'environ trois cents. Ils sont sous le ministère de l'Intendant des Fortifications. Les ingénieurs sont distribués en quatre classes. La première est celle des Directeurs, il y en a un dans chaque Province. La seconde est celle des ingénieurs en chef ; il y en a un dans chaque Place. La troisième classe est composée des ingénieurs en second. La quatrième est celle des subalternes. Lorsque l'on commande des ingénieurs pour les sièges, il y a un chef qui est ordinairement Lieutenant général, Maréchal du camp ou Brigadier des Armées du Roi. Les brigades des ingénieurs sont composées de six personnes, du brigadier, du sous-brigadier et du chef de brigade et de trois autres."

Ce qui nous confirme que la carrière d'ingénieur se fait désormais sous le double signe des mathématiques et de l'organisation toute militaire des choses, du moins sous la forme récente qu'a prise l'armée de métier, dans le courant du Grand Siècle.

D'ailleurs, non contents d'avoir organisé l'armée du Roi-Soleil, pour la plus grande gloire de ses armes, ses ministres ont aussi mis en place un enseignement particulier. C'est en effet au début du XVII^e siècle que se créent les premières écoles militaires. Car si l'enseignement de l'art de la guerre a toujours existé, c'est avec Richelieu, et suivant les idées exposées par La Noue dans ses *Discours politiques et militaires* de 1587, qu'est créée une des premières institutions dévolues à cet enseignement et au profit de la jeunesse qui se destine au métier des armes. Et d'entrée de jeu, les mathématiques et quelques rudiments de physique sont au programme de l'Académie Royale des Exercices de Guerre, fondée en 1636. Le succès fut tel qu'elle fut bientôt imitée en province, sur initiative privée : il y eut des académies équivalentes à Rouen, Lille, Arras, Reims, Strasbourg, Besançon, Grenoble, Aix-en-Provence, Riom, Nérac, Montauban, Blois, Saumur, Angers, Rennes, et Caen. Sous le nom d'académies d'équitation, qu'on leur donna pour les distinguer des académies royales créées à la même époque, elles formaient les jeunes nobles à l'encadrement de la cavalerie et de l'infanterie. À côté de ces institutions, une part importante de la formation militaire reste malgré tout l'apanage de l'armée elle-même : l'École de Mars à Lussan, ou l'Académie de Cavalerie à Versailles, par exemple.

L'armée reçoit en outre, au sein de chacune de ses compagnies, des jeunes, appelés les cadets ; ces derniers sont soumis à l'instruction militaire, entre deux campagnes qui voient partir leur compagnie, mais reçoivent, dans le même temps, un enseignement de mathématiques, dispensé par un maître attaché à la compagnie : la mathématique est donc la science indispensable à celui qui veut faire carrière dans l'armée. Si le système des

cadets-gentilshommes, qui existait partout en France, s'éteignit avec la mort de Louvois en 1692, pour ne réapparaître que sporadiquement (de 1726 à 1733 et de 1778 à 1788), il n'en reste pas moins qu'au début du XVIII^e siècle, l'enseignement scientifique est une tradition fermement assise dans les institutions militaires, tradition qui trouvera son aboutissement avec la création, premièrement, des Écoles d'Artilleurs dans les bataillons du Régiment Royal d'artillerie : il y eut ainsi cinq écoles régimentaires créées par un Édit du 5 février 1720 ; on y dictait des *Traité d'arithmétique, d'algèbre, de géométrie, des sections coniques, de trigonométrie, de mécanique, d'hydraulique, de fortification, de mines, de l'attaque et de la défense des places, et des Mémoires sur l'artillerie* ; deuxièmement, des Écoles du Génie, comme celle de Mézières, qui vit l'éclosion des talents de géomètre de Gaspard Monge, à propos de stéréotomie appliquée aux fortifications et de problèmes d'alignement et de défilement pour les défenses des bastions ; et bien sûr, troisièmement de l'École Polytechnique.

Parallèlement à cet enseignement, l'armée elle-même voit la création de plusieurs corps spécialisés dans des disciplines qui requièrent des formations spécialisées et des connaissances scientifiques : ainsi du corps des ingénieurs-géographes, en 1730, par exemple.

Pourquoi cet intérêt pour les mathématiques ? L'artillerie, la défense et l'attaque des places, sont certainement parmi les facteurs de mathématisation de l'art militaire. Mais on retrouve ce goût pour la mathématique dans l'art des évolutions et aussi, et peut-être surtout, dans ce qui constitue le nerf de la guerre : l'argent et les comptes. C'est ainsi que les œuvres mathématiques de Simon Stevin, ingénieur du Prince de Nassau et d'Orange, comportent une part importante de méthodes de calculs et de comptes, et que l'une des qualités que Vauban reconnaitra à la géométrie en matière de fortifications, c'est qu'elle permet de construire au moindre coût. Avant lui, dès 1600, Jean Errard, ingénieur du duc de Lorraine affirmait que les connaissances géométriques étaient seules à même de bien régler le projet et de

*"proportionner l'ouvrage à faire, au temps et aux moyens présents, et par ainsi éviter les dépenses excessives qui se font le plus souvent mal à propos faute d'entendre cette belle science de la géométrie."*⁶

Et les "Officiers du corps royal du Génie" qui signent en 1786 des *Mémoires sur la fortification particulière*, ne disent pas autre chose quand ils précisent le principe qui guide leurs choix :

"la fortification ayant pour objet d'obtenir la plus grande résistance avec le moins de moyens possibles, on doit faire entrer les frais de construction dans la comparaison des deux ordonnances [i. e.

⁶ Errard, J. : *La Fortification demonstree et reduite en art*, Paris, 1620, p. 12 ; cité d'après Vérin, H. : *op. cit.*, p. 32, note 44.

les deux types possibles de fronts bastionnés], afin d'avoir les quantités qui expriment leur valeur pour la guerre, et par conséquent leurs forces relatives. Cette quantité pour chaque ordonnance se trouve en divisant la somme de ses effets (ou sa force absolue) par la dépense de la construction." ⁷

*
* *

III. De l'art des fortifications.

À la fin du XVIème siècle, l'art des ingénieurs se perfectionne, sur la base d'une plus grande efficience : appelés au service d'un prince, ils sont d'autant plus prisés qu'ils ont pu travailler auprès d'adversaires. C'est qu'il s'agit pour eux de prévoir, de peser le pour et le contre, de préférer le mieux, tant qu'il n'est pas l'ennemi du bien, bref de donner l'avantage, en opérant les choix les plus judicieux. Ce faisant, l'ingénieur fait dans l'artifice, et loin parfois de surmonter les désordres de la nature et du monde, il contribue à les amplifier, avec ses machines et ses ruses au pouvoir destructeur : le boulet de canon fauche aveuglément les pleutres comme les soldats valeureux. Mais, si cette industrie se développe au profit du prince et de ses sujets, qu'importe si le besoin de se prémunir contre l'assaillant semble relever de quelque vice originel : l'art des fortifications, pour devenir une science, se compare aux autres sciences bien installées, et se dote d'une histoire qui est celle d'une impérieuse nécessité liée à la condition humaine : cette histoire, on la trouve développée dans la plupart des préfaces des premiers traités ; elles expliquent les avantages à se fortifier par les causes qui en provoquent la geste, et l'art de la guerre y apparaît comme un moindre mal, qui permet de tempérer les méfaits de ce fléau que Dieu nous envoie dans son courroux. Ainsi, nous dit Claude Flamand, dans la préface de son *Guide des Fortifications & Conduite Militaire*, où sont contenus sept Livres de Mathématiques & Geometrie, contenant ce qui est le plus nécessaire pour l'utilité de la vie humaine, paru en 1597, l'art de fortifier doit trouver

"les moyens les plus propres & utiles, tant pour l'enrichissement de la paix, que pour la conservation & deffence contre toute impétuosité & violence de guerre." ⁸

D'ailleurs Albrecht Dürer, écrit, en 1527, dans la préface de son traité de fortifications, *Etliche Underricht zu Befestigung des Stett, Schloss und Flecken* (Quelques Instructions pour la Fortification des Villes, Châteaux et Bourgades) :

⁷ D'après Vérin, H. : *op. cit.*, p. 33, note 45.

⁸ Flamand, Cl. : *Le Guide des Fortifications & Conduite Militaire*, où sont contenus sept Livres de Mathématiques & Geometrie, contenant ce qui est le plus nécessaire pour l'utilité de la vie humaine, Montbéliard, 1597.

"Pour moi, je maintiens que l'on est bien libre de construire de ces abris ou de n'en pas établir du tout, et de se contenter d'arrêter et de repousser l'ennemi avec des projectiles lorsqu'il s'approche trop. Ce que savent bien tous les gens de guerre, c'est que l'on peut plutôt nuire à l'ennemi par la ruse, que par toute autre voie ; il lui faut joindre en outre la valeur, car l'effroi ou la peur dans la guerre enlève tous les avantages que l'on pourrait avoir." ⁹

Si l'on excepte le traité de Dürer¹⁰, l'art des fortifications se développe essentiellement en Italie, où une tradition d'ingénieurs militaires semble bien établie : c'est vers 1530 que des ingénieurs italiens formulent le système bastionné avec des ouvrages de plan pentagonal flanquant des murailles de faible hauteur : il s'agissait de répondre au problème posé par l'apparition du boulet métallique, et une enceinte basse, enterrée dans un fossé permettait d'échapper aux tirs ennemis ; quant aux bastions, se flanquant mutuellement, ils permettaient de balayer les abords de la place en tir rasant, éliminant les angles morts ; dès lors toute progression à découvert de l'infanterie est impossible, et il faudra imaginer des approches dans des tranchées en zigzag, pour éviter les tirs en enfilade des défenseurs. De 1554 à 1600, sur 32 traités recensés par H. Vérin, on compte 26 ouvrages italiens, quatre français, deux espagnols, un allemand et un hollandais. C'est que l'Italie connaît les guerres internes, mais aussi, nous l'avons vu, qu'elle est le théâtre de conflits internationaux. Et les nouvelles techniques de l'artillerie incitent à trouver des moyens de défense appropriés. De Tartaglia à Galilée, qui rédigera une *Brève introduction à l'architecture militaire*, le XVI^e siècle italien verra de grands esprits s'intéresser à ces questions. Plus au Nord, il faut attendre le début du XVII^e siècle, pour qu'apparaissent les premiers ouvrages en France : J. Errard publie en 1604, à Paris, *La Fortification reduicte en art et demonstree*, qui deviendra, en 1620, *La Fortification demonstree et reduicte en art*, renversement significatif : la géométrie prime sur l'artifice. En Hollande, Simon Stevin de Bruges, ingénieur du prince Maurice de Nassau, rédigera les *Mémoires Mathématiques* au nom de son seigneur et maître, dans lesquels on trouve diverses œuvres de géométrie, de statique, et de perspective, et qui donnera aussi une *Nouvelle Maniere de Fortification par Ecluses*¹¹. Les innovations de Maurice de Nassau devaient donc créer une école hollandaise d'art militaire, dont on trouve encore l'écho dans le traité de Samuel Marolois¹².

⁹ Dürer, A. : *Instructions sur la fortification des Villes, Bourgs et Châteaux...*, trad. de Ratheau et Èvreux, Paris, 1870 ; cité d'après Vérin, H. : *op. cit.*, p. 88.

¹⁰ Encore en a-t-il sans doute ramené les principes d'Italie, comme ses règles de perspective linéaire ; cf. Le Goff, J.-P. : "Une œuvre aux confins des sciences et des arts : De prospectiva pingendi de Piero della Francesca", in *Cahiers de la perspective*, n° 4, IREM de Basse-Normandie, Caen, 1987.

¹¹ Stevin, S., de Bruges, *Nouvelle Maniere de Fortification par Ecluses*, Leyde, 1618.

¹² Marolois, S. : *Opera Mathematica ou Œuvres Mathématiques traictans de Geometrie, Perspective, Architecture et Fortification. Per Samuel Marolois. Ausquels sont ajoints les fondements de la Perspective, & Architecture, de I. Vredm. Vriese, Augmentée, & Corrigée, en divers endroits, par le mesme Auteur. Hagæ-Comitis, Ex officina Henrici Hondii. MDCXIII.*

Il faut cependant distinguer deux étapes de la mathématisation de l'art des fortifications. La première est une sorte d'application de la géométrie au tracé des plans : la forme, pourvu qu'elle réponde à quelques critères d'efficacité tels que l'absence d'angle mort, s'exposant au tir en enfilade, prime sur la réalité du terrain ; c'est ainsi que l'on privilégie d'abord un exposé des définitions de l'art lui-même, puis des objets géométriques utiles à sa réalisation, qu'ensuite on fabrique des modèles idéaux, fondés en général sur les figures régulières de la géométrie plane (polygones équilatères et équiangles) et sur une certaine symétrie des formes, comme si la tradition néopythagoricienne continuait à imprégner le travail des ingénieurs-géomètres ; nous en voyons un exemple frappant dans le traité du jésuite Jean Dubreuil, paru en 1665, ouvrage que nous étudierons plus en détail dans la section suivante. Et ce n'est sans doute pas un hasard si les traités français ou hollandais (pour certains rédigés ou traduits en français), sont écrits par des auteurs qui traitent par ailleurs de perspective ou encore de l'art de lever les plans, c'est-à-dire de topographie : il s'agit d'ouvrages de géométrie pratique, qui cherchent à modéliser des procédés parfois empiriques ; et si la perspective linéaire, sauf à rapporter des croquis de leurs campagnes, n'intéresse guère les militaires dans la mesure où elle ne livre que fort difficilement les dimensions et les cotes des ouvrages représentés, il s'avère que les premiers traités de perspective à offrir des compléments théoriques sur la perspective cavalière ou militaire sont justement le fait d'auteurs de perspective centrale du premier XVII^{ème} siècle, comme Jean Dubreuil, déjà nommé, ou comme Abraham Bosse¹³, le propagandiste des méthodes de perspective, de gnomonique et de stéréotomie de Girard Desargues, dans le milieu des praticiens de ces arts.

On notera cependant que l'usage non théorisé de la projection parallèle fut auparavant le fait d'auteurs de traités des fortifications du XVI^{ème} siècle, comme Niccolò Tartaglia, dans ses *Questions et Inventiones diverses ...* de 1546¹⁴, comme Ambroise Bachot, en 1587¹⁵, voire même de géomètres intéressés aux questions de représentations, comme le peintre Piero della Francesca dans ses trois manuscrits de mathématiques¹⁶ ou Luca Pacioli, son

La première partie s'intitule : *Geometrie, Contenant la Theorie, et Practique dicelle, necessaire a la Fortification, par Samuel Marolois. Hagæ-Comitis, Ex officina Henrici Hondii. Arnheimi, apud Ioannem Ianssonium, 1616. La Haye, Arnheim, 1614-1616. Rééd., Amsterdam, 1628.*

¹³ Bosse, A. : *Traité des pratiques géométrales et perspectives enseignées dans l'Académie Royale de la peinture et sculpture, suivi des Pratiques par figures des choses dites cy-devant...* Paris, 1665. La perspective cavalière est traitée aux pages 68 à 87 et aux planches 18 à 37.

¹⁴ Tartaglia, N. : *Quesiti et Inventioni diverse*. 1^{ère} éd., Venise, 1546 ; édition consultée : 2^{ème} éd., Venise, 1554.

¹⁵ Bachot, A. : *Le timon du capitaine A.-B. Bachot lequel conduira le lecteur parmi les guerrières mathématiques sur la reduction des unes aux autres figures geometriques...*, Paris, 1587 ; 2^{de} éd. : *Le gouvernail d'Ambroise Bachot capitaine ingénieur du Roy lequel conduira le curieux de geometrie en perspective dedans l'architecture des fortifications...*, Melun, 1598.

¹⁶ Piero della Francesca (1416 ?-1492) : 1°) *Trattato del Abaco*, rédigé sans doute en premier lieu ; 2°) *De Prospectiva Pingendi*, rédigé entre 1470 et 1480 ; 3°) *Libellus de quinque corporibus*, rédigé après 1482 et dédié à Guidobaldo de Montefeltro.

élève en géométrie, dans sa *Divine Proportion* de 1509¹⁷, comme le peintre et graveur Albrecht Dürer en 1527¹⁸, ou comme le cartographe Oronce Finé en 1544, dans son *Liber de geometrica pratica*¹⁹. Girolamo Maggi et Giacomo Castriotto, en 1564, parlent de *Prospettiva soldatesca*²⁰, et l'on trouve plusieurs bâtiments civils représentés en perspective cavalière, et même en perspective militaire (avant la lettre, c'est-à-dire avant la définition qu'en donneront Dubreuil et Bosse), dans l'ouvrage de Jacques Androuet du Cerceau, *Les plus beaux Bâtimens de France*²¹.

C'est une toute autre attitude que l'on rencontrera chez quelqu'un comme Vauban, qui est essentiellement un homme de terrain. Son art de fortifier les places relève de ses nombreuses inspections auprès des villes frontières ou des places fortes. S'il est un héritier de Descartes parmi les théoriciens de la fortification, c'est bien Vauban qui se livre véritablement à une analyse de la situation réelle, pour produire un tracé, fondé en géométrie, mais composant avec la nature. D'ailleurs, s'il entreprend, au soir de sa vie (en 1704) et à la demande expresse de Louis XIV de rédiger un *Traité de l'attaque des places*, resté longtemps manuscrit, il se refuse d'en faire autant pour l'art des fortifications, craignant de systématiser cet art par des maximes incompatibles avec la réalité du terrain. Il traitera par ailleurs de la défense des places, de leur approvisionnement, de la fortification de campagne (l'art des camps retranchés), mais non de l'art de fortification en général. Les mathématiques jouent donc un rôle assez différent chez Vauban : nombres et figures permettent de saisir le réel, non pas en appliquant mécaniquement des modèles préexistants mais comme des moyens à mettre en œuvre suivant les circonstances ; l'attaque, comme la défense d'une place forte relèvent d'une rationalité qu'il convient de définir en termes d'efficacité optimale, tant en termes de coût et de temps, que de vies humaines ; c'est donc toute une économie qui se pense, avec son économétrie, conçue comme moyen de validation. Comme le disent Nicolas Faucherre et Philippe Prost, commentateurs d'une édition récente du manuscrit du *Traité des Sièges et de l'Attaque des Places* : avec Vauban, c'est "le triomphe de la méthode"²².

17 Pacioli, L. (dit Luca di Borgo, 1445 ?-1517) : *De Divina Proportione*, Venise, 1509. Rééd. en fac-similé, *La Divine Proportion*, Paris, 1980.

18 Dürer, A. (1471-1528) : *Etliche Unterricht zu Befestigung des Stett, Schloss und Flecken*, Nuremberg, 1527, rééd. en 1530, 1538, Arnheim 1603, éd. lat., Paris, 1535. Trad. fr. : *Instructions sur la fortification des Villes, Bourgs et Châteaux...*, par A. Ratheau et Évreux, Paris, 1870.

19 Finé, O. (1494-1555) : *Liber de geometrica pratica*, Argentorati, 1544.

20 Maggi, G. et Castriotto, G. : *Della Fortificatione della Città, si contiene tutto quello di più importanza che fino ad hora è stato scritto di questa matiera*, Venise, 1564 ; 2de éd., 1583.

21 Androuet du Cerceau, J. (le premier Jacques de la lignée, v.1510 - v.1585, actif entre 1549 et 1584) : *Les Plus Excellents Bastimens de France*, 2 vol., Paris, 1576-1579. Ses *Leçons de perspective positive* parurent en 1576.

22 Vauban, *Traité des Sièges et de l'Attaque des Places*, introduction et commentaires de Nicolas Faucherre et Philippe Prost, Paris, 1993.

IV. Symétrie et proportion de la citadelle. Un traité du premier XVII^{ème} siècle : Jean Dubreuil, s. j.

Le jésuite Jean Dubreuil s'est d'abord signalé par la publication de *La perspective pratique...*, Paris, 3 vol. 1642-1647-1649 ; c'est un moment important de l'histoire de la perspective, en ceci que la parution, en 1642, du premier volume de cet ouvrage monumental, quoique "portatif" et d'accès commode²³, marque le début de l'une des nombreuses polémiques qui ont entouré la production théorique de Girard Desargues : l'auteur, resté anonyme pour cette première édition, y expose, dans l'une des annexes du livre, la méthode de perspective du lyonnais, telle qu'il l'avait fait paraître en 1636 dans son *Exemple...*²⁴, en le nommant comme auteur de ladite méthode, mais en commettant de grossières erreurs qui montraient son incompréhension de la manière de Desargues et dénaturaient le projet universel du géomètre ; le procédé provoqua l'ire du bouillant Desargues, ce qui l'amena, ainsi que ses adversaires, à rédiger force pamphlets et autres libelles²⁵, déplaçant ainsi le débat sur le terrain de l'opposition théorie-pratique. Conséquence de cette algarade, le premier volume de *La Perspective...* de Dubreuil connaîtra une seconde éd. en 1651, très remaniée, pour ne plus tomber sous la critique arguésienne²⁶ et augmentée d'un *Traité VII, De la Perspective Militaire ou Elevations Geometrales Où se voyent les moyens d'eslever tous les objets de leurs Plans Geometraux*. On y retrouve les préoccupations perspectives d'un Stevin ou d'un Marolois, qui ont traité de la représentation des fortifications en y consacrant quelques

²³ Les planches font face au texte, comme d'ailleurs dans les ouvrages de Bosse, ce qui représente une assez grande nouveauté en matière d'imprimerie : c'est le résultat de l'alliance d'imprimeurs et de graveurs, dans un milieu où les prérogatives de chacun étaient jusque là très strictement limitées et exclusives. Cette présentation explique sans doute en bonne part le succès d'un ouvrage qui se présente comme une longue étude pratique de cas plutôt que comme une synthèse théorique.

²⁴ G. Desargues : *Exemple de l'une des manieres universelles du S.G.D.L. touchant la pratique de la Perspective, sans employer aucun tiers point de distance ou d'autre nature qui soit hors du champ de l'ouvrage*, Paris, 1636. Réédition dans *Scholies, Actes du Séminaire Interdisciplinaire d'Histoire des Sciences du Lycée Malherbe de Caen*, n° 6, octobre 1988. Rééd. critique, dans les *Œuvres complètes de Girard Desargues*, à paraître.

²⁵ G. Desargues : *Erreur incroyable...* Paris, 1642, *Faute et faussetés énormes...* Paris, 1642, *Six erreurs des pages 87. 118. 124. 128. 132. & 134. du Livre intitulé la Perspective Pratique...* Paris, 1642, *Réponse à causes et moyens d'opposition...* Paris, 1642 ; Dubreuil, J., Tavernier, M. & L'Anglois, F. (dit Chartres) : *Diverses Methodes universelles, et nouvelles, en tout ou en partie pour faire des perspectives, tirées pour la plupart du livre de la Perspective pratique. Ce qui servira de plus de response aux deux affiches du sieur Desargues contre la dite Perspective pratique*. Paris, 1642, *Advis charitables sur les diverses œuvres et feuilles volantes du Sieur Girard Desargues, Lyonnais, publiées sous les titres : ...* Paris, 1642, &c.

²⁶ En fait, le jésuite modifiera son texte de façon à le rendre correct du point de vue géométrique, mais le choix de certaines données de façon à ce qu'elles soient commensurables montre bien qu'il n'a pas compris la généralité de la méthode arguésienne, qui permet le choix d'un point de distance réduite dans un rapport quelconque avec la distance réelle. L'auteur, ou ses éditeurs, Tavernier et Langlois, s'emploient en outre à minimiser l'originalité du procédé et en à attribuer la paternité à d'autres auteurs antérieurs à Desargues.

pages dans leurs *Perspectives*, mais Dubreuil fait usage ici d'une perspective cavalière (ou parallèle, avec un point de vue à l'infini et une direction de projection oblique sur le plan géométral) particulière (avec le parti pris d'orienter les projections par la verticale du plan de projection).

Le jésuite reviendra à l'art militaire en 1665, avec *L'Art universel des Fortifications*. Ce traité paraît chez les imprimeurs Jacques Dubreuil, père et fils, à Paris²⁷, et il est parfois donné pour être l'œuvre de Silvère de Bitainvieu, pseudonyme de Jean Dubreuil, puisqu'anagramme transparent de "Jean Dubreuil, jésuite" (dès lors que *i* & *j* ainsi que *u* & *v* se valent). L'ouvrage comporte, entre autres choses, un traité consacré, de nouveau, à la perspective "militaire" (pp. 121 à 133) : le *Traité IV, De l'Art Universel des Fortifications, Qui donne la Methode pour élever les Plans des Fortifications, & les faire paroistre sur le papier, comme elles sont en effet sur la terre*, avec pour sous-titre : *La Perspective Militaire, pour faire voir les Fortifications élevées, Sans changement du Plan Geometral*. L'auteur justifie la présence d'un tel "traité des apparences", alors que les sçavans demandent plustost les Plans, que les élévations des Places, pour en porter leur jugement, par le fait que :

"pour bien faire, il faudroit tousjours donner les élévations des Places fortifiées, plustost que les simples plans, puisque tout le monde comprend les élevez, & qu'il n'y a que les doctes qui entendent le simple trait."

Mais à regarder de plus près l'ensemble de l'ouvrage, il apparaît que la question de la forme des places fortes reste très théorique et n'a que peu à voir avec le terrain dont les accidents peuvent modifier sensiblement les choix pseudo-théoriques "imposés" ou plutôt importés de la tradition exogène, puisque géométrique, des figures régulières. Dans les traités II et III, intitulés : *De l'Art universel des Fortifications, Où sont données diverses Methodes pour fortifier toute Figure reguliere à la Françoisie, à la Hollandoise, à l'Espagnole, & à l'Italienne*, et *Où sont données les Methodes de fortifier toutes sortes de Places Regulieres-Irregulieres, comme sont les Triangles, & celles qui sont en tout Irregulieres*, l'auteur livre plusieurs méthodes héritées des diverses traditions militaires, méthodes qui se pratiquent, nous dit-il, *Avec la seule Regle, & le Compas ou regulierement par les Tables supputées ou encore en se servant du Compas de Proportion*, et qu'il applique systématiquement à des figures régulières ; alors que le jésuite s'accorde à dire que l'irrégularité est la plus fréquente, seule la *Pratique XVI du Traité II* permet le tracé d'un plan irrégulier par la 3ème méthode, encore que la *Pratique VI du Traité III*, qui fait suite à une série de pratiques particulières pour les triangles ... équilatéraux, envisage le "cas" d'un *Quarré plus long que large* ! Ce n'est qu'au moment de tracer les plans de places fortes ou de lever les plans d'une ville à fortifier, que Dubreuil

²⁷ Le *Privilege du Roy* est en date du 27 octobre 1664, enregistré le 17 novembre suivant, et l'*Achevé d'imprimer pour la premiere fois* est daté du 28 février 1665.



PRATIQUE VIII. Pour fortifier une Place
Pentagone, ou de cinq angles selon la
premiere Methode.



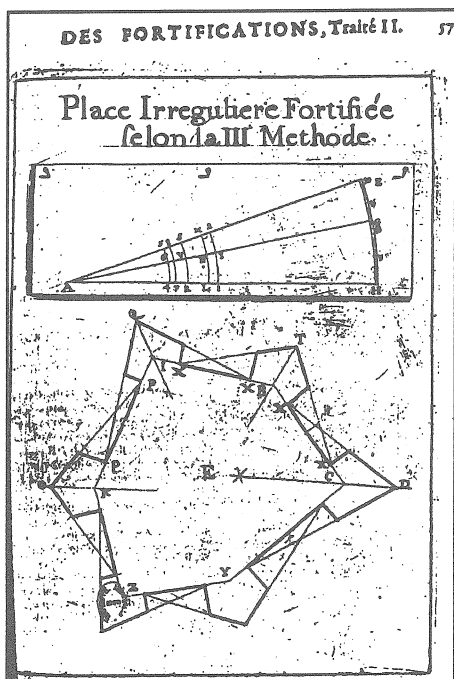
PRATIQUE XII. Pour fortifier un Pentagone, ou Cinqangle, selon la seconde Methode.



PRATIQUE XXXI. Pour fortifier sur un [des côtés] des Polygones, par une Table supputée.



PRATIQUE XXXIV. Pour tracer sur terre
telle Fortification qu'on voudra.



PRATIQUE XVI.

Où l'on voit, que par le moyen de cette troisième Methode, l'on peut fortifier les Places irregulieres.

Mon dessein estoit de parler seulement des places & figures regulieres en ce second Traité ; mais cette troisième Methode, dont la facilité est si grande pour fortifier, mesme les places les plus irregulieres, me presse de faire une petite digression pour satisfaire aux Curieux, sans attendre l'autre Traité, où j'en parleray plus amplement.

Soit donné le plan de la place irreguliere E, pour le fortifier à flanc razant.

1. Vous partagerez chaque angle du Plan en deux, & tirerez une ligne occulte par le milieu, pour y prendre la capitale [i. e. la pointe D] au dehors, comme on voit C, D.

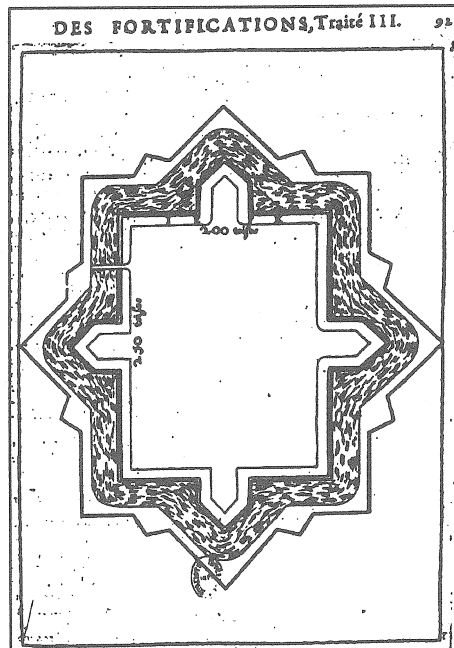
2. Vous porterez la longueur de chaque costé sur l'angle directeur, ou ligne A, H, comme par exemple, le costé I, K, qui donnera L, d'où vous ferez l'arc L, M, du centre A. Cette distance L, M, se transportera sur les lignes tirées par le milieu des angles, & sera la ligne capitale K, O, & I, Q. [...]

PRATIQUE VI.

Pour fortifier un Quarré plus long que large, avec des Bastions plats.

Pour la fortification du Quarré parfait, c'est à dire, qui a les quatre costéz égaux & circulaires ; l'usage qu'on en a fait, & qui se pratique encore tous les jours avec estime, m'a comme obligé de luy donner place entre les pieces regulieres, quoy qu'en puissent dire quelques scrupuleux, à qui j'en fais voir cinq ou six Methodes dans le second Traité precedent.

Mais si l'on vous donne pour fortifier une figure qui ait quatre angles droits, & non pas les costez égaux, qu'on nomme oblong, ou parallelogramme, comme A, B, C, D, qui a 200. toises aux petits costez A, B, & C, D, & 250. aux grands A, C, & B, D, & que l'on vous prie de les mettre dans une defense passable & à peu de frais, sans augmenter ny diminuer rien de la place, que ferez-vous ? Si vous mettez des Bastions sur les angles, vous voyez bien qu'ils ne se pourront defendre du mousquet, car le plus petit costé ne peut donner une ligne de defense moindre que de 150. toises, & le grand, plus de 200. ce qui est contre les maximes : je croy que vous ne sçau-



riez mieux faire, que de mettre un Bastion plat au milieu de chaque costé. [...]

propose systématiquement des contours irréguliers, mais il n'est alors question que d'arpentage et de triangulation, et non plus de problèmes de bastionnement assurant la couverture des remparts en ligne par les glacis des bastions, de protection des chemins par des feux croisés ou de surveillance par des angles de visée embrassant les lignes.

Les planches qui illustrent le traité de Dubreuil²⁸ montrent bien ce parti-pris de proportion et de régularité *a priori*, - où la modélisation, dirions-nous aujourd'hui, précède l'étude de cas et l'effectuation -, qui n'aurait de sens que pour une citadelle édifiée en rase et déserte campagne, mais n'en aurait aucun dès lors qu'il s'agirait de fortifier une cité existante ou de profiter d'un accident topographique - boucle d'un cours d'eau ou falaise - propice à l'implantation d'une place forte.

*
* *

V. Spécificités françaises : Vauban, *le triomphe de la méthode*.

J'ai commencé en posant la question : comment fortifier une place ? Cela nous amène aussitôt à la converse : comment prendre une place ? L'ironie du sort fait que ce sont les mêmes hommes qui se posent les deux questions, cherchant à déjouer les pièges qu'ils ont mis tant de temps et de labeur à élaborer. S'agissant de Vauban, on peut même dire qu'il excella dans les deux disciplines et qu'il eût parfois à se battre contre des procédés de défense qu'il avait imaginés, une bonne idée n'étant jamais perdue.

Pour comprendre le rôle historique de Vauban en matière militaire, il faut peut-être présenter un état de la France lorsqu'il arrive, non pas aux affaires, mais lorsqu'il devient grand commis de l'état louis-quatorzien, puis retracer la vie militaire de cet homme dont nous connaissons bien le parcours intellectuel²⁹. Au début du règne de Louis XIV, la France, avec ses 20 Millions d'habitants est le pays le plus peuplé d'Europe. Après 80 années de guerres religieuses, de frondes intérieures, Richelieu a sorti la France du mirage italien, restauré l'État royal face aux anciens états féodaux, et le travail d'unification du royaume s'achève sous les premiers Bourbons,

²⁸ Page 523, la fortification d'un pentagone, selon diverses méthodes : les variantes portent sur la question du bastionnement et du défilement, c'est-à-dire des différentes manières d'éviter que le feu de l'ennemi ne prenne un chemin de ronde en enfilade, en faisant varier l'angle de pointe des bastions, ou sur les procédés d'établissement du plan - aux instruments ou avec des tables numériques - ; page 524, la fortification d'une *Place Irreguliere Fortifiée selon la III Methode*, et la méthode *Pour fortifier un Quarré plus long que large, avec des Bastions plats*. La présence de bastions plats, c'est-à-dire dont les remparts de refend sont, en plan, perpendiculaires aux remparts en ligne, est inhabituelle : elle s'explique par le fait qu'avec un bastionnement d'angle, les bastions, symétriques, ne se pourront défendre du mousquet. Dubreuil indique qu'il s'agit d'un pis-aller lorsque l'on est "prié" de mettre la figure à fortifier dans une défense passable.

²⁹ Cf. une conférence d'André Ropert, au SIHS, dont le texte est à paraître dans *Scholies*.

Henri IV et Louis XIII. En 1607, la Navarre et le Béarn sont réunis à la couronne, en 1642, la Principauté de Sedan, jusque là souveraine, est confisquée après l'échec de la conjuration de Cinq-Mars, et les villes portuaires rebelles, La Rochelle, Marseille et Bordeaux rentrent dans le rang, après l'échec de la Fronde. Pour parachever cette œuvre, il ne reste plus à Louis XIV qu'à conquérir de nouvelles provinces, les unes anciennement françaises et perdues, les autres permettant d'assurer de nouvelles frontières plus sûres : ces frontières sont en effet considérées comme naturelles depuis les premiers capétiens. Il y parviendra, en partie, en un quart de siècle, après trois guerres de conquête, qui mettront fin à l'hégémonie espagnole, mais rendront la France exsangue. La frontière avec l'Espagne sera repoussée à la crête des Pyrénées, annexant le Roussillon en 1659. L'an 1668 verra l'Artois et les Flandres espagnoles tomber dans l'escarcelle royale, repoussant la frontière au Nord loin de la Somme et donc de Paris. Le traité de Nimègue, en 1678, donne la Franche-Comté et plusieurs places des Provinces-Unies. Strasbourg devient française en 1681, faisant du Rhin une nouvelle frontière naturelle. La perte de Luxembourg en 1697 et des places des Pays-Bas en 1713 (Utrecht), laisse malgré tout un territoire, qui restera inchangé jusqu'à la Révolution, et des frontières linéaires strictes, excluant les marches d'antan.

Là s'inscrit le travail de fortifications : ces frontières doivent être garanties par des places fortes, propres à retenir le plus longtemps possible un ennemi, qui ne peut laisser derrière lui un éventuel attaquant à revers, ou une partie de ses troupes chargées de faire le chien de garde. C'était plus affaire de position que de nombre, mais il fallait cependant engager un gigantesque effort de fortifications, d'autant que la démolition de l'enceinte de Paris, pour des raisons de politique intérieure, faisait des frontières du pays la seule défense de sa capitale. De 1667 à 1692, l'effort financier et mécanique entrepris pour l'édification de ces places est sans équivalent dans l'Histoire de France : 5 millions de livres par an, 150 places fortifiées, dont huit construites à partir de rien.

Vauban ne fut ici que l'exécutant d'un programme pensé par le roi lui-même, avec l'approbation de Louvois. Et c'est en expert que le Roi décide, y compris après la mort de Louvois : c'est lui qui choisira, parmi trois plans de Vauban, celui qui devait fixer la forme de Neuf-Brisach, en Alsace, chef-d'œuvre de la fortification bastionnée. Néanmoins, Vauban est bien l'artisan de cette œuvre immense ; se fondant sur les théories de Blaise de Pagan, théoricien du règne de Louis XIII, dont le traité parut en 1645 et qui prônait l'adaptation du tracé au terrain et l'échelonnement en profondeur de la défense - ce qui montre bien l'écart qui sépare un ouvrage didactique comme celui de Dubreuil de la réalité du terrain, à l'époque même où il est rédigé -, Vauban va élaborer son propre système, qui rompt avec les pratiques courantes. En particulier, il se trouve très vite en désaccord avec son supérieur, Clerville, dans les années qui suivront la paix des Pyrénées, survenue en 1659. En 1663, il démantèle la place de Nancy, et se retrouve

attaché au régiment "Royal Picardie" : n'étant plus "le diacre de Clerville", il va pouvoir diriger lui-même travaux de fortifications et de sièges. La guerre des Flandres, qui reprend en 1667, va lui permettre de donner toute sa mesure, sous les yeux du roi. En effet, les guerres de Louis XIV furent essentiellement des guerres de sièges. Et Vauban, emportera plus de 50 citadelles, suivant les principes qu'il exposera en 1704. Ce sont d'abord Tournai, Douai et Lille qui capitulent, la dernière place n'ayant subi que 9 jours de siège de tranchées. De ce jour, il est celui auquel aucune place ne saurait résister. Lille devient la place à fortifier au Nord : le chevalier de Clerville propose un projet carré pour la citadelle et commence les relevés sur le terrain. Mais Louvois demande un projet alternatif à Vauban, dont l'esquisse, à plan pentagonal, emporte l'adhésion du roi. Il a donc les faveurs du roi, mais il devra attendre 1678, date de la mort de Clerville pour devenir commissaire général des fortifications, fonction qu'il assume, de fait, mais en retrait, depuis plusieurs années. En 1673, inspectant les places de Picardie, il s'étonne de la multiplication des places, dues au tracé irrégulier d'une frontière qui ne s'établit pas selon un plan ordonné, mais au gré des victoires et des manœuvres des armées ; c'est alors qu'il commence à appliquer son principe d'économie à l'ensemble des places du royaume, et qu'il s'écrit à l'adresse de Louvois :

"Sérieusement, Monseigneur, le Roi devrait songer à faire son pré carré. Cette confusion de places amies et ennemies pêle-mêlées ne me plaît point. Vous êtes obligé d'en entretenir trois pour une ; vos peuples en sont tourmentés, vos dépenses de beaucoup augmentées et vos forces de beaucoup diminuées ; [...] c'est pourquoi, soit par traité ou par une bonne guerre, si vous m'en croyez, Monseigneur, prêchez toujours la quadrature. Non pas du cercle, mais du pré."

Devant Maëstricht, en 1673, il s'illustre encore en conduisant l'attaque à la manière des Turcs devant Candie. L'an 1674 le voit inspecter les côtes du Poitou et de l'Aunis, et proposer de fortifier l'île de Ré : c'est un parfait exemple de son attachement à la méthode de Blaise de Pagan et de sa première manière. Dès lors, il va cumuler les charges de commissaire aux places, tant pour celles qui dépendent de Colbert que pour celles qui dépendent de Louvois. Il encourage la création d'une compagnie de sapeurs, pour aller poser les mines en tête des tranchées d'attaque. Il serait trop long d'énumérer ses succès, venons-en à sa méthode.

Sur le plan général, il préconise, en particulier en Flandres, une double ligne de places "en ordre de bataille", c'est-à-dire en quinconce, reliées en première ligne par un système de canaux d'intérêt stratégique mais aussi économique en temps de paix. Infatigable, il se rend sur tous les fronts, la Meuse et le Rhin, comme les Flandres, frontières sur lesquelles le roi veut un rapport analogue. C'est à cette époque qu'il voyage en bureau-chaise à porteur, pour gagner du temps. Sur le plan particulier, l'un de ses soucis majeurs est d'épargner des vies humaines ; de ce point de vue, ses méthodes

d'attaque, une patiente préparation de tranchées sinueuses vaut mieux qu'une tentative avortée : on gagne du temps et des hommes, et les faits lui donnent raison, qui le voient faire tomber les places en quelques jours de travail de sape (26 jours de tranchées, menées par 60 ingénieurs lui ouvrent les portes de la citadelle de Luxembourg, réputée imprenable). Mais, si cela est possible, il préfère ouvrir des brèches au canon, pour épargner des vies parmi ses troupes de sape et d'assaut : à Mons, en 1691, le bilan est éloquent ; 2 000 espagnols restent sur le carreau, tandis qu'une centaine de français seulement payent le siège de leur vie. Les travaux de fortification de Belfort et de la rive du Doubs, lui font adopter un nouveau système : une double enceinte, qui reprend l'idée d'échelonnement de Pagan, et des tours bastionnées pour une défense rapprochée, une fois que l'ennemi a passé la première enceinte, doivent donner l'avantage aux défenseurs ; c'est son siège de Besançon, que les hauteurs avoisinantes avaient rendue vulnérable, qui lui donne l'idée d'une telle défense : il est à ce point au plus haut niveau de maîtrise, que ce sont ses expériences d'attaquant qui lui font innover en matière de défense. Ces citadelles du second type vont désormais sortir de terre, comme Mont-Royal dans la vallée de la Moselle, ou encore Landau.

Ce n'est cependant qu'en 1688 que Sébastien Le Prestre - c'est le patronyme de notre homme - sera honoré du titre de lieutenant-général des armées du roi. Peu après, en présence du Dauphin qui apprend là le métier des armes, il prend Philippsbourg, située sur la rive droite du Rhin, au milieu de marécages, après trois semaines de tranchée ouverte, et en usant d'une nouvelle technique : le tir à ricochet, qui permet de multiplier les dégâts provoqués par un seul projectile (voir en p. 530). Loin de s'amoindrir à la mort de Louvois en 1691, son influence s'accroît avec l'arrivée aux affaires de Le Peletier. Ce qui ne l'empêche pas de payer de sa personne, puisqu'on le retrouve, fin 1691, dans les murs de Namur, gardée par les Espagnols, pour étudier de visu les fortifications, poussant même le toupet jusqu'à se faire indiquer le chemin du retour. En 1694, il arrive à Brest à point nommé pour organiser la défense contre la flotte coalisée des Anglais et des Hollandais, évitant ainsi le débarquement. En 1697, il se trouve dans la curieuse situation d'avoir à investir la place d'Ath, qu'il connaît bien pour l'avoir conçue et construite : tranchées parallèles, cavaliers de tranchée et tirs à ricochet font tomber une place dont il connaît les points faibles. Est-ce cette curieuse expérience de dédoublement ? Toujours est-il que Vauban mettra en œuvre désormais un système du troisième type, qu'il applique aussitôt à Neuf-Brisach, créée de toutes pièces sur la rive gauche du Rhin. On retrouve d'ailleurs la description de ces différents systèmes dans les traités de fortification du XVIII^e siècle, comme celui de Le Blond, rédigé pour la formation des officiers de l'Artillerie et du Génie et intitulé *Elemens de Fortification*³⁰ (voir en p. 531).

³⁰ Le Blond : *Elemens de Fortification, contenant La construction raisonnée de tous les ouvrages de la Fortification ; les Systèmes des plus célèbres Ingénieurs ; la Fortification irrégulière, &c.* Cinquième Edition Augmentée de l'explication détaillée de la Fortification

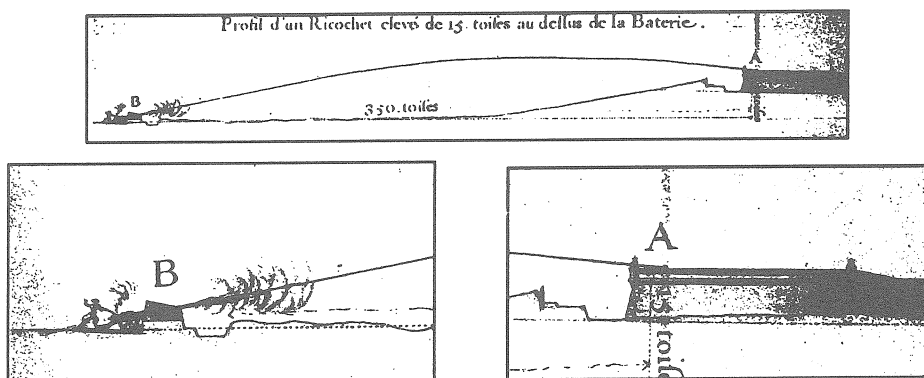
Quant à ses méthodes d'attaque, voyons plus en détail : les tranchées parallèles s'inspirent des méthodes turques ; elles sont creusées parallèlement aux fortifications, hors de portée des pièces défensives (2 400 m, environ) et constituent de véritables places d'armes par leur taille ; des boyaux en zigzag dans l'axe des bastions (le feu y est moins nourri), conduisent au pied des bastions et sont réunis par un second parallèle et permettent le travail de sape et la circulation des assaillants, que de nouveaux boyaux et un troisième parallèle conduisent à proximité du chemin couvert de la place, d'où les assaillants s'élancent par les brèches ; les cavaliers de tranchée sont des levées de terre qui permettent aux assaillants de dominer les assiégés et de les refouler du chemin couvert à la grenade ; enfin, le tir à ricochet, mentionné plus haut, prend une ligne de défense en enfilade en provoquant plusieurs impacts (voir en p. 530).

Si la mathématique est ici présente, ce n'est plus en tant que réservoir de modèles géométriques d'une certaine perfection néoplatonicienne, c'est en tant qu'arithmétique politique, dans le souci d'économies, tant en vies, qu'en temps et en énergie, c'est en tant qu'elle peut répondre au souci d'efficacité du stratège sorti du rang, qui veut rompre avec l'élégance dévastatrice des prétendus seigneurs de la guerre, qui observaient du haut de leur colline les effets non calculés de leurs désastreuses improvisations. Vauban fit de nombreux émules et son influence s'est traduite par une modification importante des traités à l'usage des officiers, tant en France qu'à l'étranger ; en effet, bien que les méthodes de Vauban aient été considérées comme secrets d'état, ses manuscrits, rédigés pour l'édification du duc de Bourgogne, petit-fils de Louis XIV, seront copiés et circuleront en Europe, avant d'être imprimés : ses traités seront réimprimés jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle et la technique du "siège à la Vauban" perdurera jusqu'au milieu du XIX^{ème} siècle. Pour apprécier l'évolution de l'art des fortifications, il n'est qu'à comparer les gravures des premiers traités de fortification, avec les planches des traités de Vauban, de Le Blond, de Louis de Cormontaigne (*L'Architecture militaire ou l'Art de fortifier*, 1741), de F. de Gaudi, *Lieutenant-Colonel au service de Sa Majesté prussienne*³¹, ou de l'*Encyclopédie* : l'on pourra ainsi mesurer la distance parcourue depuis les épures de Dubreuil.

*
* *

de M. de Coëhorn, de la construction des Redoutes, Forts de campagne, &c ; & d'un Plan des différentes instructions propres à une Ecole militaire. Par M. Le Blond, Maître de Mathématique des Enfants de France, &c. A Paris. Chez Charles-Antoine Jombert, Libraire du Roi pour l'Artillerie & le Génie, rue Dauphine, à l'Image Notre-Dame. M DCC. LXIV (1764).

³¹ F. de Gaudi : *Instruction adressée aux Officiers d'Infanterie, pour tracer et construire toutes sortes d'Ouvrages de Campagne, et pour mettre en état de défense différens petits postes, comme les Cimétieres, les Eglises, les Chateaux, les Villages, les Villes et les Bourgs, à la Haye, chez Pierre Gosse junior & Daniel Pinet, 1768.*



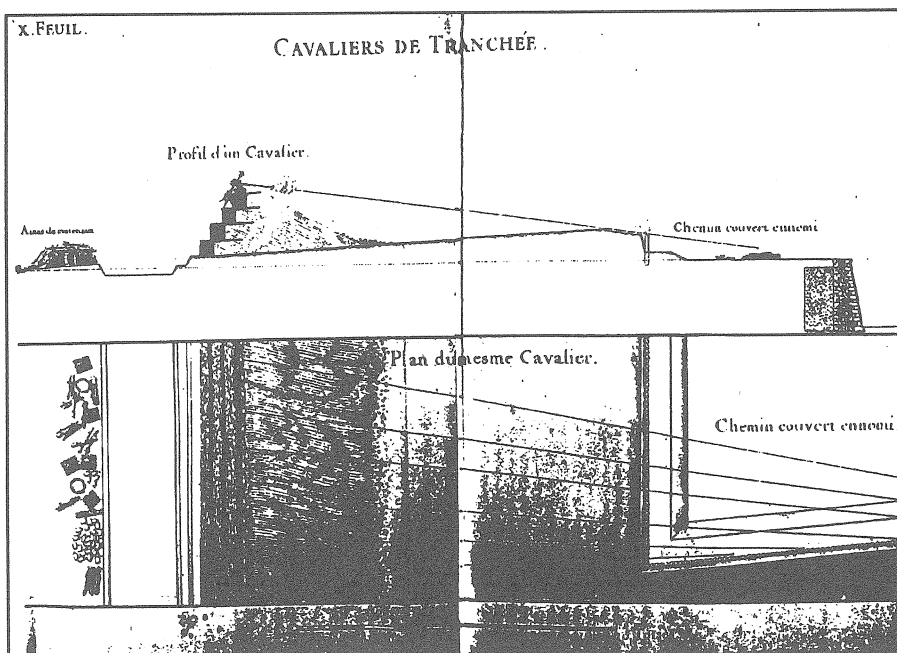
Ci-dessus : tir à ricochet, d'après une planche d'un manuscrit préparatoire au *Traité des Sièges et de l'Attaque des Places*, publié en 1737 et traduit en quinze langues, dont le Turc.

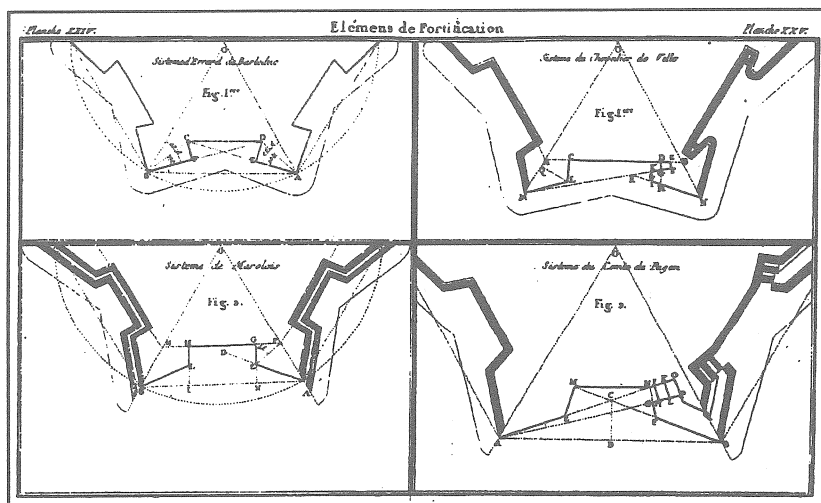
Détails : B - l'affût ; A - l'impact.

"Quand il ne s'agira que de démonter le canon ennemi, on pourra battre à pleine charge : mais aussitôt qu'il sera démonté, il faut battre en ricochets. Pour cet effet on doit mettre les pièces sur la semelle, c'est-à-dire à toute volée, et charger avec des mesures remplies, et raclées avec exactitude, en versant la charge dans la lanterne, et en la conduisant doucement au fond de la pièce, sur laquelle on coule la bourre, appuyant le refouloir dessus sans battre..."

Ci-dessous : Cavaliers de tranchée, planche du même manuscrit.

"... Tout cela bien poussé peut être fini au grand jour, et en état d'y faire monter les grenadiers qui, plongeant de près dans le chemin-couvert, en chasseront infailliblement l'ennemi, à l'aide des bombes, des pierres et des batteries à ricochets..."





Le Blond : *Elémens
de Fortification*, 1764.

[En haut à gauche :]

Planche XXIV.

Fig. 1ère.

*Système d'Errard
de Barleduc.*

Fig. 2.

*Système
de Marolois.*

[En haut à droite :]

Planche XXV.

Fig. 1ère.

*Système du
Chevalier de Ville.*

Fig. 2.

*Système du
Comte de Pagan.*

[Ci contre :]

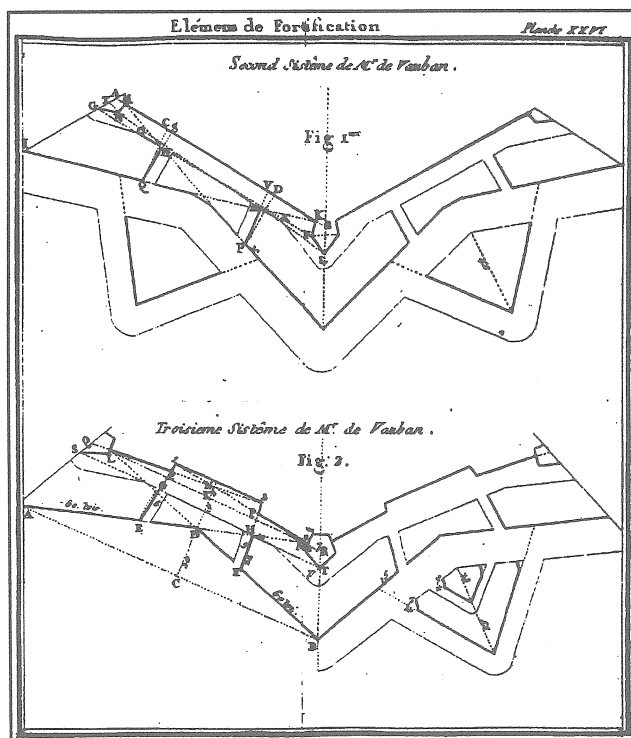
Planche XXVI.

Fig. 1ère.

*Second Système
de Mr. de Vauban.*

Fig. 2.

*Troisième Système
de Mr. de Vauban.*



VI. De l'art des évolutions : de Tartaglia à l'*Encyclopédie*.

Un autre aspect, parmi bien d'autres, des rapports qu'entretiennent mathématiques et art de la guerre peut être relevé dans l'art des évolutions. Là encore, la démarche empruntée par un Tartaglia au XVI^{ème} siècle, par exemple, et celle que proposent certaines pages de l'*Encyclopédie*, deux siècles plus tard, sont symptomatiques de la mutation des sciences et des techniques qui s'est opérée au XVII^{ème} siècle : au début du siècle des Lumières, la guerre est devenue une science, qui s'apprend comme toutes les autres, et l'on publie des traités aux titres révélateurs d'une rationalisation certaine, tels que les *Nouvelles Découvertes sur la Guerre* (1724) de J.-Cl. de Folard (1669-1752) ou *L'art de la Guerre* (1749) du Maréchal de Puységur (1656-1743), l'*Essai sur l'Art de la Guerre* (1754) de Turpin de Crissé, ou encore l'*Esprit des Lois de la Tactique* (1762) du Maréchal de Saxe. En particulier, on y enseigne qu'une armée en ordre de bataille est comme une forteresse en mouvement.

À l'instar d'un Stevin, dans son traité d'art militaire de 1618, *La Castrametation...*, consacré à l'édification de camps retranchés³², Tartaglia va user de l'art combinatoire hérité de la tradition des nombres figurés pour déterminer des formes de bataillons en manœuvre (voir en p. 534), tandis que l'art des évolutions, au XVIII^{ème} siècle, est régi par des lois issues de considérations plus pragmatiques et par des critères d'efficacité, même si les planches que lui consacre l'*Encyclopédie* semblent relever de critères de régularité et d'harmonie. Un seul exemple, emprunté à Tartaglia, suffira à illustrer ce dernier point.

En 1546, paraissent à Venise les *Questions et Inventiones diverses...* de Tartaglia³³. L'ouvrage est bien connu, puisque le dernier livre est consacré à la science *Arithmétique, Géométrie*, et à la *Pratique Spéculative de l'Algèbre, et de l'Almucabala, vulgairement dite Règle de la chose, ou Art majeur, et principalement à l'Invention du Chapitre de la Chose et du Cube [d'icelle] égaux à un nombre...* : Tartaglia y développe ses arguments pour revendiquer ses droits à la primeur de la règle dite de Cardan, que ce dernier avait dévoilé dans son propre traité d'Algèbre, l'*Ars Magna*, paru en 1545.

³² S. Stevin : *La Castrametation, Descrite par Symon Stevin de Bruges, selon l'ordonnance & usage de tres-illustre, tres-excellent Prince et Seigneur Maurice, par la grace Dieu Prince d'Orange, Comte de Nassau...* Leyde, 1618, à laquelle fait suite, en général, la *Nouvelle Maniere de Fortification par Escluses*.

³³ Nicolo Fontana, detto Tartaglia : *Quesiti et Inventioni diverse, di novo restampati con una Gionta al sesto Libro, nella quale si mostra duoi modi di reducir una Città inespugnabile. La Divisione et Continentia di tutta l'opra nel seguente foglio si trovara notata. Appresso de l'Autore (Questions et Inventiones diverses de Nicolo Tartaglia [Le Bègue], de nouveau réimprimées avec une adjonction au sixième livre, dans laquelle on met au jour deux procédés pour faire tomber une Ville inexpugnable. La division et le contenu de tout l'ouvrage se trouve indiquée dans le feuillet à la suite. Chez l'Auteur). 1ère éd., Venise, 1546 ; éd. consultée : s. l. (Venise), 1554. Le livre d'algèbre de cette seconde édition est le livre neuf.*

En réalité, l'ouvrage n'est pas un traité d'algèbre, car Tartaglia consacre les "livres" 1 à 5 (et 6, en 1554) à l'art militaire (fabrication des projectiles et de la poudre à canon, fortifications, etc.) et trois autres livres à des questions de mécanique et de statique relevant de la pratique de l'ingénieur. C'est au livre quatre (aux pages 43 à 54) que se situent ses considérations sur les manières de former divers bataillons de fantassins. On le voit alors se servir de sa connaissance des nombres figurés pour fixer le nombre de lignes de formations en carré, en triangle, en rectangle, ou encore en losange, dans la *Question neuvième, posée par le même Sieur Prieur de Barletta* (p. 50) :

"Comment peut-on s'y prendre pour disposer une certaine quantité de fantassins ou une armée en forme de rhombe [i. e. de losange] qui seraient aptes à manœuvrer en se présentant par l'angle [en fer de lance] face aux ennemis ?" [...]

Voici la figure et une partie de la réponse de Tartaglia, qui nous montre un art consommé d'accommoder les restes :

"Posons, par exemple, que les fantassins avec lesquels on souhaite former le rhombe, sont au nombre de 320 ; je dis qu'ils doivent être partagés en deux parties égales, de façon que d'un tel partage, il en viendra 160 par part, et que de l'une de ces parties, il nous faut faire un coin [un demi-losange] selon la règle décrite dans la question cinquième [consacrée à la formation en triangle formée de rangs impairs] ; puis, cela fait, il se trouvera rester 16 fantassins (pour les raisons exprimées dans la dite 5ème question), c'est-à-dire qu'il en manquera neuf, pour complé-

fronte	n	Σ
•	1	1
••	3	4
•••	5	9
••••	7	16
•••••	9	25
••••••	11	36
•••••••	13	49
••••••••	15	64
•••••••••	17	81
••••••••••	19	100
•••••••••••	21	121
••••••••••••	23	144
•••••••••••••	25	169
••••••••••••••	27	192
•••••••••••••••	29	213
••••••••••••••••	31	232
•••••••••••••••••	33	249
••••••••••••••••••	35	264
•••••••••••••••••••	37	277
••••••••••••••••••••	39	288
•••••••••••••••••••••	41	297
••••••••••••••••••••••	43	304
•••••••••••••••••••••••	45	309
••••••••••••••••••••••••	47	312
•••••••••••••••••••••••••	49	313
••••••••••••••••••••••••••	51	316
•••••••••••••••••••••••••••	53	319
••••••••••••••••••••••••••••	55	320

ter d'une file supplémentaire un tel premier [coin] ; alors je dis qu'une telle file doit être complétée avec des fantassins de l'autre moitié, c'est-à-dire qu'en ajoutant ces [neuf] fantassins qui manquent, le dit premier [coin] viendra à être formé de 169 fantassins ; et dans l'autre partie, il adviendra qu'il reste seulement 151 fantassins, avec lesquels, formant l'autre [coin] sous la file ultime du premier, laquelle sera de 25 fantassins, sous cette file donc, on aura à ranger une autre file diminuée de deux fantassins, c'est-à-dire de 23 fantassins, et sous cette file des dits 23 fantassins, à ranger une autre de 21 fantassins, et sous cette file de 21 fantassins, un autre de 19 fantassins, et sous cette file de

QVESITI ET INVENTIONI DIVERSE

DE NICOLÒ TARTAGLIA,
DI NOVO RESTAMPATI CON VNA
GIONTA AL SESTO LIBRO, NELLA
quale si mostra duoi modi di redur una Città inespugnabile.
LA DIVISIONE ET CONTINENTIA DI TUTTA
l'opra nel seguente foglio si trouara notata.
CON PRIVILEGIO



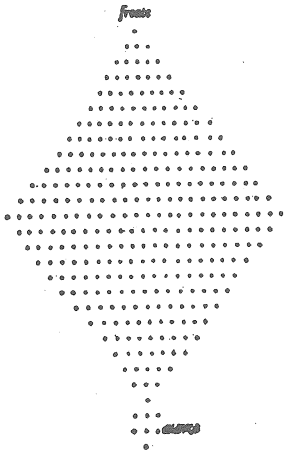
APPRESSO DE L'AUTTORE
M D L I I I I.

Nicolo Tartaglia : *Quesiti et Inventioni diverse, di nouo restampati con una Gionta al sesto Libro, nella quale si mostra duoi modi di redur una Città inespugnabile. La Divisione et Continentia di tutta l'opra nel seguente foglio si trouara notata. Appresso de l'Auttoe. MDLIIII.*

Questions et Inventions diverses de Nicolo Tartaglia [Le Bègue], de nouveau réimprimées avec une adjonction au sixième livre, dans laquelle on met au jour deux procédés pour faire tomber une Ville inexpugnable. La division et le contenu de tout l'ouvrage se trouve indiquée dans le feuillet à la suite. Chez l'Auteur. 1554.

LIBRO

fo li nientid. Et. Con la regola che si fa el corno, con quella medesima quist si fa el rñb
bo, perche diuidendo tutti quei santi, con quello offerito con, che si uol formar el
deco rhombo in due parti equali, et di quella mita formar el corno, et formato che le
figura el medesimo ultimo lato, al se debbe andar offettando l'altra mita de santi, ouer
del offerito con filo, che continuamente andasse declinando per doi santi mēdo, cioè
el contrario di quello si fa conuenendo della mita, cioè conuenendo il for le pante
del corno, nel qual si se continuamente descritto le filo per doi santi più, ma bñso
gna alterare, che se uelle fabricar el primo corno, si amasse qualche santi,
che non fossero à sufficienza de santi nel altro filo, quella medesima filo si debbe pur
compiere con li santi dell'altra mita de santi, perche uno di questi doi corni conueniet,
uolte a offer de una filo più de l'altro. P. Datine un' esemplo in figura me in picciol
numero.



Q V A R T O

R. Poniamo, assenti graia, che li santi, con li quali se desidero di uolte formar el
rhombo siano. 120. dico, che si debbono parire in due parti equali, che se tal partimēto
eo ne uenira santi. 60. per parire, et de l'una di queste parti se ne debbe far un corno
secondo l'ordine dato nel quinto Quesito, el qual fatto si trouara amare. santi. 60.
(per le ragioni alate nel detto quinto Quesito) cioè tal filo si debbe compiere con
li santi dell'altra mita de santi pigliando quelli santi. 120. che al numero, che nel detto primo
rhombo uenira à offer. santi. 60. et nell'altra parte uenira a offer solamente santi
60. et li quali formandosi l'altro rhombo, sopra la prima filo del primo, la qual el
un filo fora de santi ueniranno, andati pigliando sopra di quella offeruere un'altra
filo de dei santi meno, cioè de santi ueniranno, et di sopra di quella de dei santi ueniranno
offeruere un'altra de santi ueniranno, et sopra di quella de santi ueniranno, un'altra
de santi ueniranno, et sopra di quella de santi ueniranno un'altra de santi ueniranno, et così
andar procedendo sempre con dei santi meno, per fin à tanto che si peruenira alla fi
le dei santi solo, come di sopra appar in figura) uero è, che si trouara in ultimo amare
xer santi fatto, li quali il faciente Sargente li offerarà secondo il suo parere, et così con
tal modo, et ordine se potrà uolere in una filata ordinar ogni grande offerito, et
potranno uolere, et caminar facendo de se filo fronte, et finalmente de quel si uo
glio fanno. P. Io ho ho inteso ottimamente, et chel filo el uero, nel uolere primamēto
si, che se offerisca, come del primo corno si à offer de una filo di santi de più del filo
condo, e però offerito diuiso lo offerito in due parti equali, et ponendo poi quelli san
ti de fronte, che amaremo nella formation del primo corno, insieme co quelli santi. 60.
dell'altra mita faranno poi santi cento fatto amare, delli quali uolendo poi formar
l'altro corno sopra la ultima filo del detto primo corno, laquale farò solamente de san
ti ueniranno, et cominciando poi el secondo corno de santi ueniranno (che per dei santi
meno) et così andar procedendo (per doi santi meno) per fin al compimento di que
sto secondo corno, ne uenira amare. santi. 60. e per fin al compimento di que
sti ueniranno, che quella ultima filo (per fin al compimento del primo corno, quella è solamente
de santi de fronte, che la compimento de dei santi dell'altra mita (che pigliando quelli san
ti ueniranno che al numero di che fanno, et procedendo poi come di sopra se detto, in al
tutto si uenira amare. solamente santi fatto, come di sopra se detto, e da quel fatto pig
liati quante volte quella figura rhombica ha quella parte, che si trouara nelle ordina
re quadre di gente, per di terreno, cioè, che ella è alata à uolere, et se di spalla frō
te, et caminar elan per quel uerso, et finalmente è alata à far de quel si uole fanno
tepe, uero è, che al occorre in tal uerso à donarsi refregir per un uerso, et alargar
se per un altro, come medesimamente, occorre anchora nelle dette ordinar quad
re di gente, per di terreno. R. Non altro che questo uoleno inferire. P. Adm
que ne ho inteso, e però al profane non uoglio che procedano più oltre a quella filo.

QVESITO DECIMO FATTO DAL
medesimo Signor Prior di Rosetta.

19 fantassins, une autre de 17 fantassins, et on ira ainsi en procédant toujours par diminution de deux fantassins, jusqu'à parvenir à une file d'un seul fantassin (comme cela apparaît dans la figure ci-dessus). Certes, il se trouvera un reste ultime de sept fantassins [...] De la même façon et avec la même règle, on pourra réduire en une ordonnance semblable toute grande armée, et [les fantassins] pourront tourner pour avancer en présentant leurs épaules... "

On aura compris que "dans 160, moitié des 320, supposés former un demi-losange, il n'y va que de 144" douzième nombre triangulaire d'impairs, donc il reste 16 fantassins qui ne peuvent, il s'en faut de neuf, former le treizième rang impair, de 25 fantassins. En prélevant ces neuf des 160 restants, on pourra former cette file, puis, avec les 151 de reste, former le demi-rhombes de 144 fantassins, symétrique du premier demi-rhombes par rapport à la file de 25 : il restera encore 7 fantassins, qu'un *sergent sagace rangera comme bon lui semblera*. Quant à l'évolution de telles troupes, rangées selon des canons numériques assez statiques plutôt que selon des critères de mobilité, elle est ici restreinte à la portion congrue, ce qui contraste avec les considérations développées deux siècles plus tard : les planches de *Encyclopédie*, que l'on peut rapprocher de celles consacrées à la chorégraphie ou à l'art équestre, font la part belle au mouvement.

Cet aperçu sur quelques utilisations du nombre et de la figure dans l'art de la guerre aura permis à chacun de mesurer peu ou prou ce que sciences et pratiques de l'ingénieur doivent à la mathématique, et quelle est la part de vanité que peut comporter l'affirmation de son utilité en la matière. Il resterait à renverser le propos en posant la question réciproque : qu'a pu apporter l'art militaire au développement de la mathématique ?

Et en guise de conclusion provisoire : *quid* de la légitimité du soupçon de Georges Canguilhem ?

"Nous soupçonnons que, pour faire des mathématiques, il nous suffirait d'être anges..." [La connaissance de la vie, introduction.]

