Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses

Band: 114 (1988)

Heft: 4

Artikel: Les grands traceurs de plans: d'un ingénieur à l'autre, de Micheli du Crest à Dufour: les tracés effacés de la structure urbaine entre 1720 et 1860

Autor: Vasiljevi, Slobodan M.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-76787

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Les grands traceurs de plans

D'un ingénieur militaire à l'autre, de Micheli du Crest à Dufour : les tracés effacés de la structure urbaine entre 1720 et 1860

«En abordant l'étude de presque quarante ans d'activité de G. H. Dufour en tant qu'ingénieur, on aurait pu étendre presque sans limites le champ des recherches. L'une d'elles aurait consisté à démontrer la *continuité de l'influence de Paris sur Genève*, principalement depuis le XVIII^e siècle, et d'en observer les effets.»
Armand Brulhart [1] [1]

PAR SLOBODAN M. VASILJEVIĆ, GENÈVE

Architecte et ingénieur

Un parcours sinueux depuis les «trattatistes» jusqu'à l'Académie et l'Ecole polytechnique

Dans «Ingegnere Filosofo, Soldato, Politecnico», A. Biral et P. Morachiello [2] analysent le concept «ingegnere» dans sa double acception sémantique. Le terme latin «ingenium» désigne à la fois une machine de guerre et un trait inné de caractère, une prédisposition intellectuelle à l'invention qu'on pourrait appeler l'«invention ingénieuse». Dans le latin médiéval, «ingenium» a donné «ingeniarus» (qui correspond au grec «mechanarios» ou «mechanicos»): celui qui invente et construit des machines. Mais il est également intéressant de remarquer que les célèbres bâtisseurs de l'église Sainte-Sophie de Constantinople s'intitulaient «mechanicos» [2].

L'ancien français a fait de l'«ingenium» latin le mot «engignier» (ou «engignere»), la machine de guerre (l'engin). Cette guerre est celle de l'esprit («ingegno») et des méthodes d'agression rationalisées; c'est la *guerre entre les ingénieurs*, c'est-à-dire une *guerre d'ingénierie*. C'était vrai en italien, comme le montrent les *Trattati di Architettura, Ingegneria et Arte militare* (1478-1485), une œuvre de F. di Giorgio Martini, jamais traduite en français.

Discipline entre «ars» et «techno», la science des ingénieurs sera par conséquent enseignée aux militaires comme une pure géométrie.

A l'intérieur de la cité fortifiée, l'architecture civile [3] est du ressort de l'architecte. En France, dès la fin du XVI^e siècle, la langue consacre la séparation des domaines en précisant «architecture civile» et «architecture militaire»; de même les titres «architecte» et «ingénieur militaire» signifient cette rupture.

L'Académie royale d'architecture (Perrault, Blondel, Mansard, etc.) sera créée en 1671 à l'instigation de Colbert; elle donne sa première forme institutionnalisée au métier d'*architecte*. Alors que le discours de l'architecte-intellectuel de la Renaissance visait la *synthèse* des arts, des sciences et des techniques, la création de l'Académie conduit à la *réduction* de la démarche de l'architecte, qui va porter uniquement sur l'*image*.

Les architectes-académiciens, renfermés sur leur discours restreint, perdent leur rôle d'hommes de synthèse. L'Académie des sciences prend progressivement le pouvoir.

En 1664, sur l'ordre de Colbert, Claude Perrault (architecte, médecin, traducteur de Vitruve) trace dans l'axe du Palais du Luxembourg – qui est orienté plein sud – les plans des fondations du futur Observatoire royal de Paris, qui sera le siège de l'Académie des sciences et abritera notamment jusqu'à l'Empire le quartier général de «la Carte». L'Académie des sciences exerce sa tutelle sur cette grande entreprise topographique.

La première expédition de *triangulation*, de Dunkerque, au nord, à Perpignan, au sud, prend son départ en 1669 sous la direction de Cassini [4]. Deux corps de métier, à l'exclusion de tous les autres, y participent: les ingénieurs géographes militaires et les ingénieurs (civils) des Ponts-et-Chaussées. Ce sont eux qui détiendront, tout au long du XVIII^e siècle, le monopole des levés.

La Méridienne (1792-1799), du mathématicien Denis Guedj [3], décrit comment Jean-Baptiste Delambre et Pierre Méchain, partis de Dunkerque et de Barcelone, traversent la France révolutionnaire à la rencontre l'un de l'autre et définissent un nouvel étalon universel, le *mètre* [5]. Lorsque Delambre offre à Napoléon les trois

---

[1] Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie en fin d'article.

[2] Les «mechanicos» de Sainte-Sophie (532-537), Anthémios de Tralles et Isidore de Milet, ont tous deux été professeurs de mathématique. Isidore a révisé l'œuvre d'Euclide en en complétant le douzième livre. On lui attribue aussi le commentaire du livre d'Héron *Sur les Voûtes*. Anthémios quant à lui est l'auteur d'une thèse *Sur Focus* (les foyers des miroirs); il est le premier à avoir tracé une ellipse à partir des deux foyers à l'aide d'une corde.
Voyons comment, dix siècles après, Léonard de Vinci (1452-1519) se présente en 1482 dans une célèbre lettre à Ludovic le More comme «maître et artisan en instruments de guerre: ponts volants, machines et échelles d'assaut, mines et explosifs, armes navales, tranchées de siège [...] architecte, ingénieur hydraulicien, sculpteur, peintre qualifié *aussi bien que qui ce soit*». Son ouvrage monumental *Plan d'Imola*, commandé par le même Sforza, est fondé sur l'utilisation de la méthode de relevé d'Alberti.

[3] Dans la littérature de l'époque sur *l'art de fortifier*, les termes «art» et «science» sont parfaitement interchangeables. En 1567 encore, Philibert de l'Orme se plaint de l'inaptitude de la langue française à décrire l'architecture: «... je prieray les Lecteurs ne trouver étrange si j'use quelquefois en ce discours des colomnes & ailleurs, de mots Grecs, Latins, Italiques, ou autres; car pour dire vérité notre langue francoise, en l'explication de plusieurs choses est si povre et stérile, que nous n'avons mots qui puissent les présenter proprement, si nous n'usurpons le langage & mot étranger [...]»
Plus d'un siècle plus tard, en 1648, Claude Perrault remarque dans la préface de sa traduction de Vitruve: «[...] quand on a dû laisser le mot Grec ou Latin dans le texte, seulement par la raison que notre langue n'en a point d'autre [...]»
Cette précision sur la traductibilité des termes nous intéresse particulièrement au sujet des rapports architecte/architecture et ingénieur/ingénierie, des termes que l'italien a assimilés dès les origines. Or en français, «ingénierie» n'a été reconnu par l'Académie qu'en 1972, mais en se référant à l'anglais «engineering» (technique de l'ingénieur) et non pas à l'italien (esprit, intelligence de l'ingénieur).

[4] Les Cassini, astronomes et géodésiens d'origine italienne, ont exercé une grande influence sur l'établissement de la Carte de France. Jean-Dominique Cassini (1625-1712) fut appelé vers 1680 par Colbert pour organiser l'Observatoire de Paris; son fils Jacques (1677-1756) a surtout étudié la forme de la Terre; «la forme du globe: datte ou oignon», cette querelle des savants astronomes vexés par les ingénieurs géographes qui prétendaient mieux viser qu'eux. Révélatrice de cette époque, l'anecdote de Voltaire s'adressant à Maupertuis, chef de l'expédition des mers: «Je vous félicite Messieurs d'avoir aplati la terre et les Cassini.»
Avec Cassini de Thury (1714-1784), la famille travailla jusqu'en 1744 sur la Carte de France gravée en 18 feuillets, appelée «Carte Cassini» et dessinée à l'échelle de 1/86400, soit une ligne pour 100 toises, c'est-à-dire 600 pieds du Roi.
Cassini IV enfin, que Dufour élève à l'X a pu rencontrer, acheva la Carte et prit part à sa subdivision en départements. Cette Carte Cassini, menée à chef en 1815, devait devenir une sorte de mythe entretenu par les guerres, jusqu'aux dernières défaites de Napoléon.

[5] C'est le 25 juin 1792, munis d'un ordre de mission signé Louis XVI, que les astronomes Delambre et Méchain quittent Paris, chargés d'établir un étalon universel de mesure. A cet effet, ils vont mesurer la longueur du méridien entre Dunkerque et Barcelone. En pleine Révolution, l'expédition conduit les deux savants «d'un clocher à une tour, d'un château à un pic de montagne» durant plusieurs années. Je tire cette anecdote du roman de Guedj [3]: «Le Père-la-Liberté parla de *la chose* à Delambre, qui se précipita à Marchecourt. A la place de la pyramide, il ne trouva que quelques gravats, mais en cherchant bien, il exhuma une plaque de marbre blanc sur laquelle était gravée l'inscription «MÉRIDIENNE DE L'OBSERVATOIRE ÉTA-»BLIE PAR CASSINI EN 1748». Il l'emporta.»
Cela confirmait la continuité du travail de mesure du territoire.

Cette étude s'articule autour de deux axes - le texte et les illustrations - afin de permettre au lecteur une approche séparée ou parallèle de l'un et des autres. Sous une forme condensée, elle présente les compétences multiples des grands concepteurs ingénieurs-architectes lorsque ce métier était homogène et multiforme, contrairement à ce que l'on constate aujourd'hui, où la profession éclate en corporations presque antagonistes.
La partie graphique tend à démontrer que les différents plans, et leur développement avec des modifications successives, répondent invariablement à un code méthodologique prescrit, de telle sorte qu'ils présentent une continuité théorique. Elle met essentiellement en évidence la possession et la maîtrise des connaissances adéquates, aussi bien théoriques que pratiques, au moment même où elles étaient découvertes et appliquées. Ces architectes-ingénieurs ont été capables de conduire l'évolution harmonieuse de la ville, dont l'image reflète le respect témoigné au code moral de leur profession.
En espérant que cette double approche permettra au lecteur de déchiffrer facilement les composantes de l'étude, j'ajouterai que la partie graphique en a été présentée sur une matrice qui permet de suivre plus aisément les développements.

tomes de ses *Bases du système métrique décimal*, vers 1810, l'empereur dira: «Les conquêtes passent, mais ces opérations restent.»
Elaboration de la Carte, mensuration de la méridienne pour définir le mètre: le terroir devient territoire[6] sur lequel viendront s'implanter les éléments d'un *projet* qui exigera des ingénieurs l'acquisition d'un nouveau bagage intellectuel et technique pour la réalisation des Grands Travaux. L'Etat, aussi bien la monarchie que la République postrévolutionnaire, témoignera sa volonté de modeler l'espace par la construction de ponts et d'ouvrages d'art, l'établissement d'un réseau de routes, le percement de canaux: l'ensemble du *territoire* doit être organisé, structuré. La première conséquence de cette approche globale des problèmes, c'est que la *ville* devient une réalité pour les scientifiques, un champ d'action où ils vont pouvoir intervenir.
Les architectes perdent toute responsabilité dans les programmes qui définiront *la ville et ses équipements*; ils n'ont plus de pouvoir de décision. Metteurs en forme des programmes élaborés par des scientifiques, ils ne sont plus que les dessinateurs d'une architecture découlant d'une typologie raisonnée, définie par d'autres. C'est bien un rôle d'architecte «décorateur», dont le travail se réduit à un simple «habillage». A cette époque, l'architecte ne conçoit plus qu'un édifice; jamais sa démarche n'englobe la ville comme un tout, avec l'ensemble de ses problèmes.
Pour mieux comprendre cette rupture et la prédominance de l'ingénieur devenu le spécialiste des sciences appliquées, il faut évoquer la mécanique, le mécanisme: le *mouvement* qui séduit. Dès l'aube de l'industrie, le mouvement est omniprésent.
Dans la seconde moitié du XVIIIe siècle, Gaspard Monge réalise la synthèse de diverses méthodes graphiques en créant la *géométrie descriptive*. L'Ecole polytechnique est créée sous la Révolution, en 1794. Elle oriente son enseignement sur trois ordres de connaissances: les mathématiques, la physique et le dessin. Monge y professe dès les débuts de l'Ecole sa géométrie descriptive, outil privilégié des ingénieurs. Tout aussi important est le cours d'architecture donné par Jean Nicolas Louis Durand, élève de Boullée, de 1795 à 1834. Tous les ingénieurs ayant œuvré dans la première moitié du XIXe siècle, qui va voir l'affirmation du rationalisme et la remise en cause globale de la tradition académique, avaient suivi cet enseignement. «Durand, en refusant à la décoration d'être le terme premier du discours d'architecture», dit Savignat [4], «remet en cause les fondements mêmes de l'Académie». Durand définit une nouvelle méthode pour l'élaboration des projets, centrée sur la *composition modulaire*,e la combinaiso éléments et des parties d'un édifice. On y décèle une vague référence à Philibert de l'Orme et à Scamozzi par l'emploi de la *trame*, outil rationnel de mise en forme du programme («Grand Durand», Recueil, Précis)[7].
On peut aujourd'hui apprécier beaucoup mieux l'importance de l'apport théorique de Durand, en qui les générations actuelles saluent le véritable fondateur de la discipline architecturale et l'apôtre d'une science de l'architecture.
La suite de l'histoire de l'Ecole polytechnique montre par quels méandres et au travers de quelles difficultés les mathématiques sont arrivées à l'hégémonie qu'elles exercent dans le système d'enseignement français.

Amnésie et mémoire

Deux ingénieurs militaires genevois: J.-B. Micheli du Crest (1690-1766) - G. H. Dufour (1787-1875)

Jacques-Barthélémi Micheli du Crest appartenait à une famille de réfugié italiens originaires de Lucques, établie à Genève depuis 1556. Capitaine genevois au service de la France (1713), il se spécialisa dans le génie et la physique, publiant divers ouvrages scientifiques. Membre correspondant de plusieurs sociétés savantes, il entretint des relations épistolaires avec Albert de Haller, Bernoulli (calcul exponentiel!) et Jallabert. Participant activement à l'élaboration dès 1716 de la dernière enceinte de Genève, avec Levasseur des Roques et Pierre Pradès de la Ramière, il critiqua le projet officiel de réfection et présenta un contreprojet fort mal accueilli par les autorités de la ville. En 1728, il quitta Genève pour ne plus y revenir. Condamné à l'exil et enfermé au château d'Aarbourg en 1747, il ne devait en sortir que trois mois avant sa mort.
Pourquoi a-t-on «oublié» Micheli du Crest?
Je citerai A. Corboz: «Le *Mémoire* [...] fait aussitôt scandale. Son auteur l'avait tiré à deux cents exemplaires et expédié de Strasbourg, où il était en garnison, aux membres du [Conseil des] Deux-Cents: à peine en apprend-il l'arrivée que le Petit Conseil le fait saisir à la poste... Quelques copies échappèrent cependant à la vigilance des censeurs; l'une d'elles parvint même à la cour de Turin par la faute de Jean-Jacques Rousseau, alors âgé de 25 ans. Le 9 mai 1730, Micheli est expulsé du Deux-Cents, cassé de sa bourgeoisie et privé de ses biens; une nouvelle procédure, cinq ans plus tard, le condamnera à mort pour *lèse-majesté* et *sédition*.» (*Genava*, tome XXIX, 1981, pp. 163-165.)
Guillaume Henri Dufour est né à Constance[8]. Dès 1797, il suit l'école à Genève, puis entre en 1807 à l'Ecole polytechnique, à Paris. Il fréquente ensuite l'Ecole d'application du génie, à Metz. Il fait toute la campagne de France comme officier, défend Corfou en 1811.
Ayant quitté le service étranger en 1817, il revient à Genève, où il sera ingénieur cantonal pendant plus de trente ans. En 1833, il est nommé directeur de la carte topographique de la Suisse (à l'échelle 1:100 000), couronnée à l'Exposition universelle de Paris en 1867: c'est la Carte Dufour. Il est nommé général en 1847 et reçoit de très nombreuses distinctions tant scientifiques que militaires.
Cours de géométrie descriptive (1835), *Traité de perspective* (1827), *Géodésie* (1827), *Astronomie* (1846), *Théorie des fleuves* (1847), *La statique appliquée à la construction des ponts*: ce sont parmi ses écrits scientifiques et techniques ceux qui nous intéressent ici.
Dufour a toujours marqué une prédilection pour la géométrie descriptive. Voici comment il relate son unique rencontre avec le créateur de cette discipline nouvelle: «Nous avons eu, dans cette première année, une visite

[6] Dans *La description géométrique de la France* de 1783, Cassini IV déclarait: «L'exactitude de la configuration du terrain est presque aussi importante que la position des objets de détail. On ne peut former de projets utiles au commerce sans consulter la *Carte*. La construction des chemins, la direction qu'il faut leur donner pour les rendre plus courts et praticables, en évitant les inégalités du terrain, l'établissement de canaux de communication qui ne sont pas assez multipliés en France, cela suppose une Carte bien figurée et assez détaillée pour la conduite des ouvrages et l'estime de la dépense. Il ne manque plus qu'un *nivellement* général, suite naturelle de la Carte de France. Les ingénieurs, hélas, n'avaient pas les instruments nécessaires pour prendre simultanément les angles de hauteur.»
Pour compléter l'image de la stratégie monarchique de structuration du territoire, il faut aussi mentionner un autre corps d'ingénieurs, celui des Eaux-et-Forêts. Son rôle dans l'établissement des canaux et le reboisement de la France a été fondamental. Les trois corps actuels d'ingénieurs - X, Ponts-et-Chaussées, Eaux-et-Forêts - représentent aujourd'hui encore l'élite de l'administration de l'Etat français.

[7] Boullée, qui avait été le maître de Durand, lui avait inculqué des principes qu'on peut qualifier de candides: «Il faut concevoir pour effectuer [...]. C'est cette production de l'esprit, c'est cette création qui constitue l'architecture.» Ce principe déclenchera un rejet catégorique de l'interprétation de l'Académie des conceptions vitruviennes de l'art de bâtir et de l'architecture. En bouleversant ce qui était admis jusqu'alors, Durand va donner à son travail le caractère systématique et la rigueur d'une construction scientifique, notamment au travers de ses principaux ouvrages: *Vue des plus beaux édifices publics et particuliers de la ville de Paris* (1787); *Recueil et parallèle des édifices de tout genre, anciens et modernes, remarquables par leur beauté, par leur grandeur ou par leur singularité, et dessinés sur une même échelle* (Paris, 1799-1801); *Précis des leçons d'architecture données à l'Ecole polytechnique*, 2 volumes (Paris, 1802-1805); édition remaniée: *Le Nouveau Précis* (1813).

[8] Où son père était du reste exilé par suite de difficultés avec les autorités genevoises... (Rédaction.)

[9] La structuration des corps d'ingénieurs commence vers 1730. Le contrôleur général des Ponts-et-Chaussées Orry - celui qui fit appel aux services de Cassini de Thury - organise et coordonne les activités des ingénieurs. En 1743, il recrute Trudaine - fondateur de l'Ecole des ponts et chaussées - qui place le Vaudois Perronet, célèbre ingénieur et ami de Ledoux, à la tête d'un bureau de dessin. A partir de 1776, Orry ordonne de Grands Travaux, utilisant la Carte Cassini et plus de 2000 dessins de tracés de route (représentant une longueur de 14000 km) ainsi que 750 dessins de ponts. Le siècle des Lumières, entre 1750 et 1850, est aussi celui des canaux. On entreprend la jonction des fleuves navigables avec des canaux artificiels pour assurer l'approvisionnement des grandes villes en blé, en bois et en vin. Après les premières tentatives de Sully et de Colbert, l'Etat va enfin s'intéresser aux voies navigables: les ingénieurs des Eaux-et-Forêts conçoivent et réalisent un réseau général de navigation pour la France.

[10] L'expérience directe (dans le domaine tant des routes que des canaux) va être progressivement relayée par des ouvrages scientifiques et techniques. Les maîtres livres sont ceux de Bélidor (*La Science des ingénieurs dans la conduite des travaux de fortifications et d'architecture civile*, 1727, *Architecture hydraulique*, 1737-1739). Dans le deuxième de ces ouvrages, Bélidor consacre un chapitre à des «maximes» pour le tracé, après avoir étudié les «principaux canaux exécutés en Europe par les modernes».

[11] L'idée de l'extension naît du relief même tel que l'analyse le regard de Micheli. Des Roques et la Ramière avaient dessiné leur enceinte comme

de l'illustre Monge. Ce fut la dernière. Il passa dans toutes les salles, marchant sur la pointe des pieds pour ne pas troubler, disait-il, le sanctuaire des sciences. Il me fit diverses questions et parut satisfait de mes réponses.» Autre rencontre importante pour Dufour: son professeur d'architecture à Polytechnique, Jean Nicolas Louis Durand, surnommé par Dufour «L'entr'axe», dont il dit: «Il n'y a pas un élève qui n'ait profité des bons principes architectoniques de M. Durand.» (Cité par Armand Brulhart [1].)
L'année dernière, on a célébré dans toute la Suisse le bicentenaire de la naissance de Dufour par diverses manifestations propres à raviver la mémoire collective; citons l'exposition «Portrait topographique de la Suisse», à Carouge, directement liée à nos propos, puisqu'elle évoquait l'outillage de l'ingénieur géomètre et ses méthodes de mensuration.

Les deux ingénieurs militaires et leur temps

Pour mieux documenter ces deux personnages historiques, dont la stature politique et professionnelle dépasse le cadre de mes investigations, j'ai fait appel aux importantes publications d'André Corboz sur Micheli du Crest [5] et au récent ouvrage d'Armand Brulhart, *Dufour, génie civil et urbanisme à Genève* [1].
Corboz analyse les différents plans d'extension, développant notamment des thèses passionnantes sur les Tranchées et, dans son étude sur le cadastre [6], sur les liens qui ont pu exister entre Micheli et Billon. Un point reste toutefois obscur: la formation professionnelle de Micheli. En admettant qu'il ait atteint vers 1710 l'âge d'une éducation militaire, on s'aperçoit qu'il n'existait alors aucune école en France qui dispensât ce genre d'enseignement - l'Ecole d'ingénieurs de Mézières n'a été créée qu'en 1747[9]. Micheli a pu profiter en revanche des traités existants sur l'«architecture militaire», tels que *Les fortifications du chevalier Antoine de Ville, contenant la manière de fortifier toute sorte de places*, paru à Lyon en 1628, ou *Véritable manière de bien fortifier de M. de Vauban, où l'on voit de quelle méthode on se sert aujourd'hui en France pour la Fortification des Places. Le tout mis en ordre par M. l'abbé Du Fay et le chevalier de Cambray*, Paris, 1695.
Les manuels de fortifications, fondés sur la méthode de Vauban, ont une vaste diffusion. Les titres tournent tous autour du même sujet: «L'ingénieur francois, contenant la géométrie pratique..., la fortification régulière [...] avec la méthode de Monsieur de Vauban» (exemple du début du XVIII[e] siècle). Rappelons que Sébastien le Prestre de Vauban (1633-1707), créateur du système portant son nom, avait réalisé durant sa carrière militaire de nombreux projets de systématisation de vieilles forteresses et de construction de nouvelles places fortes; il fut aussi le promoteur d'un groupe spécial des ingénieurs du génie, en 1678.
C'est avec l'ouvrage de Bélidor[10] sur la «science des ingénieurs», paru en 1729, que va être défini pour la première fois le nouveau domaine théorique de l'*architecture qui appartient principalement à l'ingénieur*. Bernard Forest de Bélidor (1693-1761) a occupé un certain nombre de postes importants: Commissaire ordinaire de l'artillerie, professeur royal de mathématiques à l'Ecole d'artillerie, membre des académies royales des sciences d'Angleterre et de Prusse, correspondant de celle de Paris. L'impact de son livre peut se mesurer à la quantité des éditions successives qui en furent faites: 1729, 1734, 1739, 1749, 1753, 1754, 1775 et enfin en 1813, alors que Dufour était élève à l'X, une édition annotée par son professeur Navier.
Du même âge et d'un même milieu, Micheli et Bélidor ont donc pu se connaître et se fréquenter. Rappelons également qu'à l'époque de la formation de Micheli en France, l'Académie des sciences réalise des cartes dans la France entière sous la direction du deuxième Cassini: *Pourtour du royaume, Carte particulière des environs de Paris* et, surtout, la première opération de *triangulation de la Méridienne de Paris* (1680-1715). Tout au long du XVIII[e] siècle, les ingénieurs géographes militaires exécutent des levés de détail.
Cette œuvre extraordinaire se réalise sous le regard de Micheli. Les mathématiques de Bélidor, la triangulation selon les Cassini, tout cela impressionne le jeune militaire qui note: «Il n'y a point de Science plus utile pour le gouvernement économique que celle de la *Géométrie*, je my étois appliqué dans ma jeunesse.»
A. Corboz, dans «Digression topographique» [5], rapporte la technique d'arpentage utilisée par Micheli, qui fait part de sa méthode à certains de ses collègues du Conseil: «J'étois connu à Genève en 1722 pour expert dans l'art de lever ces cartes. Cela fit que l'on m'y chargea d'y former des gens propres pour un tel effet [...]»[11]
Elève de Micheli, Jean-Michel Billon réalise en 1726 (soit quatre ans après avoir reçu les leçons de Micheli) ce que Corboz appelle «le Cadastre exquis» [6], c'est-à-dire le plan constituant le premier cadastre parcellaire urbain géométral européen, qui donne aussi le plan des bâtiments.
Dans le chapitre «Prémices épistémologiques», nous reviendrons sur les

instruments et les méthodes utilisés par les grands traceurs de plans.
La critique constructive de Micheli du Crest, qui allait dans le sens où s'oriente aujourd'hui le débat sur la ville, lui avait été néfaste. Il fut banni et son nom occulté tout au long des XVIII[e] et XIX[e] siècles. En 1822, lors de la controverse sur la démolition des fortifications opposant Dufour à Pictet de Rochemont, ce dernier devait rappeler – sans le nommer – le rôle exceptionnel de Micheli: «Si nous rétrogradons d'un siècle dans notre histoire, nous voyons qu'il s'était formé dans le Conseil des Deux-Cents un parti qui, par ses vues politiques, voulait des fortifications étendues, et dont l'ingénieur étranger la Ramière était l'instrument. Un citoyen, d'un caractère indépendant, et ingénieur lui-même, avait inutilement cherché à ramener la Commission et le Conseil d'Etat à des vues plus sages. La passion et l'esprit de parti avaient étouffé sa voix...»[12]
Autant les Genevois ont été frappés d'amnésie durable quant à l'importance de l'influence – même indirecte – de Micheli du Crest sur la structure urbaine, autant leur mémoire collective s'est imprégnée, dans les moindres détails, des multiples interventions de Dufour sur la scène genevoise, suisse et européenne.
Nous voulons essentiellement faire une rétrospective de la persistance et du respect des tracés directeurs – défensifs – établis durant la période séparant Micheli de Dufour par des ingénieurs militaires, eux aussi. Cette permanence des mêmes canevas, réseaux et points fixes a été mise en évidence dans le travail d'urbaniste de Dufour, qui cheminait sur les tracés mêmes définis par Micheli, alors même qu'il est pendant longtemps resté un défenseur du maintien des fortifications et de l'idée de Genève place forte. Mais, lorsqu'il se pliera démocratiquement aux souhaits de la majorité, il mettra en œuvre toute sa science d'ingénieur pour la réalisation de la ville «post-ceinturée».
A ce propos, il faut souligner l'importance des leçons de Durand, qu'il a su appliquer à bon escient. Rapportés par Armand Brulhart, les souvenirs de jeunesse de Dufour mentionnent que «son professeur d'architecture, J. N. L. Durand dit «L'entr'axe», comptait ses plaisirs par le nombre de colonnes qu'il *traçait* au tableau» [1]. Or cette étude est précisément fondée sur l'exploitation de ces *entr'axes* par des traceurs de plans hors du commun qui nous ont légué un palimpseste genevois à découvrir. Les tracés effacés des XVIII[e] et XIX[e] siècles peuvent être reconnus comme une leçon aux urbanistes de notre époque, qui ignorent les grands *desseins* de la ville dans leur technique opératoire.

«Tractus» – «Trajectus» Prémices épistémologiques

Technique et instruments des traceurs

«On dit que le philosophe Aristippe disciple de Socrate sauvé d'un naufrage en l'Isle de Rhodes, & ayant apperceu des figures Géométriques *tracées* sur le sable du rivage, dit en s'écriant à ceux qui estoient avec luy, ne craignons riens, je vois des *traces* d'hommes.»

Vitruve Pollione,
X Livres d'Architecture,
Livre VI, Préface

Arrêtons-nous d'abord au célèbre dessin d'Albrecht Dürer montrant la construction d'une perspective, illustrant la double signification de la leçon de perspective: d'une part la matérialisation de la *trajectoire*, par la corde tirée de l'objet à dessiner à travers le cadre coordonné de filtrage, d'autre part le *tracé perspectif* représentant le même objet (fig. 1).
A travers ces deux exemples du «tractus» – le cri d'Aristippe découvrant les *tracés*, rapporté par Vitruve, et le dessin de Dürer – se profile l'animateur, plus souvent le créateur, qui «déflore» une surface «vierge» par le premier *trait*, suivi par d'autres traits jusqu'à ce que prenne corps le projet.
La lenteur de notre progression dans les techniques et les méthodes doit mieux permettre au lecteur de découvrir et d'apprécier le savoir technique de nos deux «ingénieux» ingénieurs compte tenu de l'état des connaissances à leurs époques[13].
Inspirés par leur découverte de l'œuvre de Vitruve, les «trattatistes» italiens et français ont été les premiers à évoquer la *trace* et les *tracés* («traccia e tracciato»), suivis par les encyclopédistes du siècle des Lumières, jusqu'à la théorie de Monge.

«Il faut avoüer que nos Ancêtres ne pouvoient rien faire de plus sage ny de plus utile que de mettre par écrit leurs belles inventions. Car c'est ce qui nous en a conservé la mémoire: & il est arrivé que chaque siècle ayant adjouté quelque chose aux connoissances des siecles precedens, les Arts & les Sciences ont esté portées à la perfection ou nous les voyons maintenant. On ne sçauroit donc avoir assez de reconnoissance pour ceux qui ne nous ont point envié par leur silences les belles connoissances qu'ils ont eues; mais qui ont pris soin de les communiquer à leurs descendans.»

Vitruve, Livre VII, Préface

Ces citations de Vitruve sont tirées de la traduction française qu'en a donnée Claude Perrault en 1684. Non seulement s'il s'était agi de *fortifier quelque cité abstraite et horizontale*. Micheli, qui connaissait nombre de places (notamment Saint-Ours, Landau, Sarrebruck, Strasbourg, Philippsbourg) pour y avoir vécu, s'y être battu ou en avoir levé le plan, possédait de la *fortification à la Vauban* une expérience pratique remontant à 1712 au moins. La spécificité du site genevois dut lui sauter aux yeux, puisqu'il se passionnait aussi pour la technique de l'*arpentage*. Comme les cartes du territoire genevois alors disponibles étaient des *évaluations* géographiques plutôt que des documents sûrs, il décida de constituer lui-même cette base qui lui manquait. Et comme il procédait seul, il lui fallut d'abord *inventer* les instruments d'arpenteurs appropriés. Je suis quant à moi d'avis que Micheli n'a pas employé la technique d'arpentage, car il explique lui-même «sa» méthode de relevé topographique par intersections successives. De son temps déjà, la géométrie permettait au cartographe de s'économiser physiquement: l'œil se substitue au pied, la vue au pas. «Les distances que je vois portées sur la carte n'auront pas été parcourues, mais calculées.» Par conséquent, Micheli n'arpentait pas, il triangulait.
«J'avais dans ma chambre une table de 7 pieds du Roi de longueur et 5 pieds de large sur laquelle je traçais mon brouillard de plan bien exactement et je vis conséquemment le vide que j'avais à remplir. Je tirai dans tout ce quartier à divers points des *marques*, telles que des arbres, des maisons, des tours, des rochers, des croix, en un mot tout ce qui put me servir de *signal* dans les lieux élevés des alignements sur grands cartons, d'abord du *clocher de Saint-Pierre* (note de l'auteur: comme Dufour un siècle plus tard), ensuite de quantité de points du pays, de sorte que je pris bien une douzaine de *stations d'alignement* en tous sens, sur différents cartons... Je ne fis donc que copier ces points sur de nouveaux cartons, les placer sur ma planchette, y ajouter la *ligne de la boussole* et avec cela sans qu'on sût ce que je faisais, car je n'avais pas moi *ni toise ni chaîne*, ni aucun signal, je levais ce détail de tout le pays que j'avais à lever sans difficulté, car d'abord j'avais *orienté ma planchette avec ma boussole*, je la remettais en poche et par tout au moins de mes divers points marqués sur ma planchette je trouvais d'abord en croisant le lieu où j'étais et la preuve de la justesse de l'opération en *visant à un autre point avec mon alidade*, de sorte que je prenais ainsi tout le plan en détail fort juste.»
Pour ce qui est d'inventer les instruments d'arpentage appropriés, comme le dit Corboz, l'explication de Micheli prouve en tout cas qu'il utilisait *l'alidade, la boussole et la planchette*, trois instruments d'usage courant à son époque, tout en apportant sûrement des améliorations à sa planchette.

[12] A. Brulhart démontre qu'on savait que le projet d'extension de Micheli du Crest de 1723 s'implantait sur le plateau des Tranchées; ce qu'on ignore souvent, mais que connaissait bien Dufour, c'est que ce projet faisait suite à la proposition faite en 1708 par l'ingénieur Du Châtelard d'agrandir la ville sur le même espace, proposition acceptée mais n'ayant pas connu de suite.

[13] J'exprime ici avec insistance mon propre besoin de justifier cette démarche pour une raison précise: il y a plus de trois décennies, alors que j'avais rédigé mon premier travail traitant des mesures et des tracés, les «saints Thomas» et surtout les charlatans m'ont obligé à vérifier l'historicité de chaque trait, de chaque forme géométrique retrouvée, depuis les «ad triangulum» et «ad quadratum» de l'artifex Mignot (qui avait déclaré au XIV[e] siècle à Milan: «Ars sine scientia nihil») jusqu'au Modulor.
Fondation royale serbe, le monastère Decani avait été construit par l'artifex Fra Vita de Kotor (1327-1335). Mes analyses métriques (utilisant compas et mesures médiévales) m'avaient amené à démontrer que l'ensemble s'inscrivait dans une composition «ad triangulum».
Les archives du Dôme de Milan possèdent un croquis daté de 1391 montrant le même type de tracé. Les célèbres dessins de C. Caesariano et V. Scamozzi présentent le développement de la même figure (fig. 2).

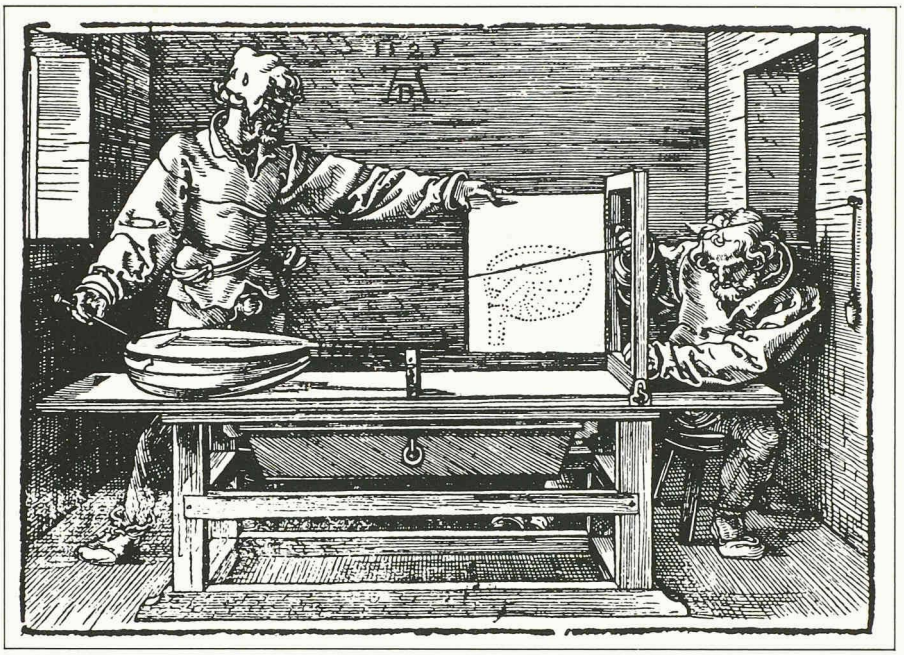


Fig. 1. – Albrecht Dürer : dernière illustration de Unterweisung der Messung. *La manière de mesurer appliquée à la construction de la perspective.*

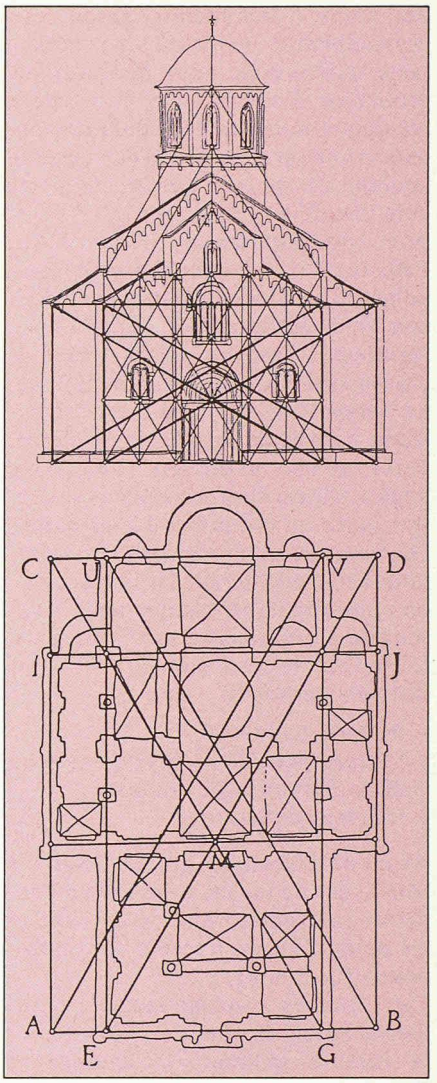


Fig. 2. – Le monastère Decani (1327-1335), dans le centre de l'ancienne Serbie, aujourd'hui Kosovo, conçu selon une parfaite grille «ad triangulum» par l'artifex Fra Vita (Kotor), qui a signé son œuvre. D'autres réalisations procèdent du même modèle, ce qui indique l'existence d'une école de Petits-Frères sur la côte. A noter la similitude avec les diagrammes proportionnels de Scamozzi et Caesariano pour le Dôme de Milan, correspondant aux tracés, trouvés dans les archives du sanctuaire, concernant les discussions de la fin du XIVe siècle sur les principes géométriques à employer.

ment le texte, mais les illustrations et les interprétations graphiques y inspirent aujourd'hui encore l'admiration. Reprenons un exemple auquel ont très souvent recours les théoriciens modernes : l'*Observatoire de Paris* (projet de Perrault). Les planches II et III du premier livre représentent les quatre projections géométrales de l'édifice : l'Ichnographie & l'Orthographie (plan et élévation) ainsi que la Sciographie et la Scénographie (profil « coupe » et élévation perspective) : un sommet de l'art graphique !

Dans son introduction de la traduction qu'il donne de Vitruve, Perrault note : « Lorsque le Roy Francois premier fit venir d'Italie Sebastien Serlio l'un des plus grands Architectes de nos temps, à qui il donna la conduite des Bastiments de Fontaine-bleau ou ont esté composer les excellents Livres d'Architecture que nous avons de Luy ; nos Architectes profiterent si bien de ses instructions [...] »

François Ier mena une politique italienne et soutint le mouvement de la Renaissance française, fondant le Collège de France et l'Imprimerie Nationale.

Depuis Serlio et son ouvrage (1537), les différentes séquences graphiques sont dessinées sur la même feuille et articulées géométriquement (tripartition plan-coupe-élévation).

Arrêtons-nous au passage sur le rôle du premier grand architecte français, Philibert de l'Orme. Venu à Rome examiner les vestiges du monde antique, il ne se borne pas à les contempler avec curiosité : il mesure tout ce qu'il voit, en fait des relevés et, pour mener ce travail avec précision et système, il élabore sa propre méthode et invente ses instruments. « Ce que je dis non pour reprendre nos Anciens mais plutôt pour montrer que le temps qui découvre toutes choses nous apporte de jour en jour nouvelle connaissance et inventions, non seulement en architecture, mais encore en tous Arts et Science. » De l'Orme se plaint que l'architecture soit restée en retard face au développement des sciences : « Sans géométrie, l'architecte n'est rien. » Néanmoins, il développe le système de la stéréotomie et des proportions. Il entreprend le projet d'un grand palais aux Tuileries et du château d'Anet – son chef-d'œuvre. La Révolution sera sans pitié pour cet architecte royal : aucune de ses constructions ne subsistera intacte. Cela n'empêche pas les architectes et les historiens du monde entier d'analyser aujourd'hui avec admiration sa virtuosité géométrale exprimée dans la conception de la chapelle d'Anet. De l'Orme meurt en 1570, mais ses travaux théoriques sur l'architecture ne seront édités qu'en 1648.

La géométrie, science de l'espace et mesure de la terre

L'expression graphique essentielle des notions fondamentales du « tractus » et du « trajectus » est exprimée dans le « lineamentum » (le « lineamento » italien), par le *trait*, le linéament ou le contour, c'est-à-dire le trait au pluriel. Pour Leon Battista Alberti, l'un des principaux « trattatistes », auteur de *De Re Aedificatoria*, la construction existe essentiellement *en dessin et en maçonnerie* ; la *division conception/réalisation* dans le travail de l'architecte se retrouve dans *le trait et la matière.*

Alberti voit dans le tracé géométrique ou la désignation de l'objet la forme fondamentale de l'élaboration du plan ; selon lui, la figuration graphique en architecture vise à la représentation de quelque chose *qui n'existe pas encore.* Quant au tracé géodésique, il sert la science ayant la détermination de la forme de la terre et la mesure de ses dimensions pour objet, visant par conséquent la représentation de quelque chose *qui existe déjà* par l'assemblage de points géodésiques.

Si Alberti s'intéresse aux problèmes de géodésie, c'est parce qu'à l'aube de la Renaissance, les techniques de relevé

des plans d'architecture et du levé topographique revêtent une importance primordiale pour deux raisons probables : d'une part, l'évolution de la technique militaire découlant de l'apparition des armes à feu, d'autre part le courant de pensée humaniste porté vers l'étude de l'Antiquité.
Avec son traité de perspective (1443), Alberti, associé à son ami Filippo Brunelleschi, découvre la perspective dans son sens moderne (la « costruzione legittima »), moyen terme entre le tracé géométral et le tracé géodésique. La perspective, avec ses deux dimensions, permet de calculer la troisième. Parce qu'elle prend en compte les angles, elle est voisine de la trigonométrie, parce qu'elle projette le plan dans l'espace, elle est proche de la cartographie. En se consacrant à la perspective, on a aussi bien l'arpenteur que le bâtisseur ou le topographe pour collègues. Le traceur recourt donc à trois types distincts de tracés :

- le tracé géométral
- le tracé perspectif (le tracé optique de la terminologie antique)
- le tracé géodésique.

Avant de développer plus en détail ces trois types de tracés, il est utile d'énumérer rapidement les instruments et les outils dont les traceurs ont pu disposer (fig. 3 et 4).
Les fouilles archéologiques nous livrent les outils usuels de l'architecte : la mesure graduée, le compas et l'équerre. *Il Codice Atlantico* de Léonard de Vinci nous révèle le raffinement et la précision de ses instruments de mesure[14]. Ces constatations sont confirmées par l'ouvrage *Manière de mesurer*, d'Albrecht Dürer[15]. Pour savoir quels outils le parfait dessinateur-traceur utilisait à l'époque de Micheli du Crest, puis de Dufour, il suffit de consulter l'*Encyclopédie* sous « Dessein » : on y trouve même un parfait pantographe. Quant aux instruments de géodésie, les navigateurs les utilisent dès avant la Renaissance : boussole et alidade. Pour son usage exclusif, Micheli perfectionnera la planchette. Dufour, enfin, dispose d'appareils de mesure modernes, théodolite y compris : l'ensemble des instruments du XVIII[e] siècle ont été présentés à Carouge lors de l'exposition « Portrait topographique de la Suisse » à la fin de l'année dernière.

L'orthographie ou le code de perception de l'espace

La base de toute intervention

1. *Le tracé géométral*

Tout projet d'architecture ou d'ingénierie s'élabore dans le dessein[16]. Alberti convient que la conception précède la réalisation et que ces deux moments expriment la division intellectuelle/manuelle du travail. Il ne fait que confirmer la démarche préconisée par Vitruve pour la mise en images d'un bâtiment : « L'ichnographie est le tracé à la règle et au compas d'un édifice... » La tradition vitruvienne assimile le *plan* à l'empreinte du pied (ichnographie) et l'élévation à l'orthographie (du grec « orthos », droit). Les séquences plan-coupe-élévation prennent forme sur le même *dessein* (« dessiner » et « former le plan », avant le XVIII[e] siècle), selon Serlio. Le dessein d'architecture, tel qu'il est évoqué ici dans son interprétation humaniste, ne se réfère pas à la phase construction/réalisation : le plan d'exécution n'existe pas encore. Le *trait de coupe* est alors tracé directement, sur le chantier, sur le matériau à tailler (procédé qui préfigure l'actuel plan de détail). Le XVIII[e] siècle subit l'influence des travaux sur le *mécanisme*. L'image statique, la représentation graphique fondée sur les traditions mathématiques dans une optique humaniste ne répondent plus aux besoins nouveaux inspirés par la séduction du mouvement. Il y a rupture dans le rapport avec l'image. Il ne suffit plus de montrer celle-ci immobile, il faut encore pouvoir démontrer le mouvement (J.-M. Savignat [4]). Et la géométrie projective de Desargues n'est qu'une réponse provisoire à ce nouveau besoin de décomposer. Ce n'est qu'au moment de la Révolution que les travaux de Monge ont apporté la solution : la géométrie descriptive permet d'analyser un mécanismécomposant. La géométrie descriptive des ingénieurs s'oppose dorénavant à la géométrie projective des architectes. Mais maintenant encore, les tracés géométraux continuent de servir les deux procédés.

2. *Le tracé perspectif*

Etymologiquement parlant, le terme « perspective » embrasse un sens plus large que celui qu'on lui attribue aujourd'hui. Dérivé du latin « perspectus » – examiné à fond, approfondi – et « perspicare » – voir clairement –, il traduit le grec « optike » – la science de la vision. Dans l'Antiquité et au Moyen Age, on ne faisait pas de distinction entre « optique » et « perspective ».
Vitruve commente un certain système de réduction perspective pour peindre des décors de théâtre : la scénographie. Et à partir du moment où Brunelleschi eut présenté dans le cadre de ses recherches *La place du Dôme de Florence* en perspective tandis que son ami Leon Battista Alberti en formulait le principe dans son traité *Della Pittura*, en 1443, la « costruzione legittima » – la construction perspective – devint le mode privilégié de représentation architectonique.
La perspective n'arrivera en France qu'au XVI[e] siècle ; elle devient rapidement le moyen de maîtriser intellectuellement l'espace. Et dès lors, la totalité de la réalité de l'espace sera appréhendée par réduction à ce type de représentation.
Dès la création des corps d'ingénieurs, on pratiqua aussi un autre type de perspective, opérant selon deux directions, sans point de fuite : l'axonométrie, d'origine militaire et dont les Jésuites furent les grands théoriciens. Dès 1677, Millet Deschales, dans *L'art de fortifier, de défendre et d'attaquer les Places*, comprend l'usage que peut faire l'artillerie d'un tel système graphique éliminant les angles morts. Dans *Perspective pratique* (1651), P.-J. Breuil avait fait une démarche analogue en décrivant « l'élévation en géométral ou perspective militaire ».

3. *Le tracé géodésique*

Dès la fin du XVI[e] siècle, les ingénieurs militaires italiens mentionnent dans leurs écrits la nécessité d'évaluer avec précision les obstacles militaires (naturels ou artificiels), afin de les franchir sans trop de dommage. Mesurer par une méthode optique (« les distances que je dois porter sur la carte n'auront pas été parcourues, mais calculées », disait Micheli du Crest) : cette exigence pouvait être satisfaite par des procédés de mesure indirecte. Pour connaître la position et la configuration des ouvrages défensifs d'un terri-

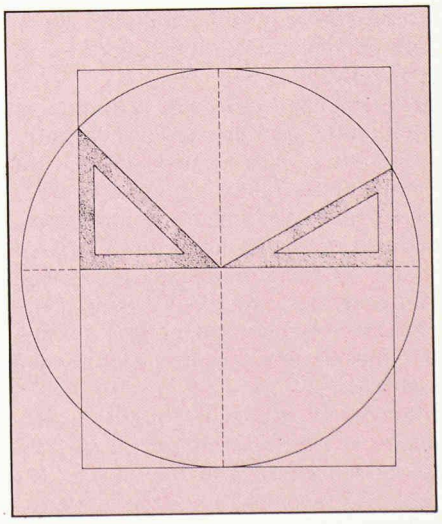


Fig. 3. – Les équerres à 60 et 45° sont les outils dont nous nous servons sans y penser pour nos dessins. Leur utilisation a été très significative dans le passé : leur construction basée sur un écartement de compas constant en permettait une manipulation simple dans la composition de figures « ad triangulum » (moitié d'un triangle équilatéral) et « ad quadratum » (moitié d'un carré partagé selon une diagonale). Dans le cas du développement de Genève, les deux équerres, qui y ont joué un rôle important, facilitent la lecture.

[14] Le Centre Armand-Hammer pour les études sur Léonard de Vinci a publié une étude de M. Carpiceci sur des mesures développées par Vinci dans son *Codice Atlantico*.
L'ouvrage comporte sept chapitres où sont présentés les instruments de mesure, la technique de mensuration à distance, l'«odometro» (instrument pour calculer la distance parcourue par un marcheur, que l'on retrouve au livre X de Vitruve), la boussole. La mensuration est liée à l'ensemble complexe des problèmes posés par l'élaboration et l'exécution d'un projet. En 1487, le duc de Lombardie voulut stimuler les esprits par un concours pour une méthode de relevé dimensionnel du Dôme dans son «stato di fatto», en vue d'une mensuration minutieuse des murs tels qu'ils étaient conservés depuis 1387, ainsi que pour la prise en compte par la topographie des problèmes causés par la courbure terrestre et pour passer du compas rudimentaire au compas proportionnel et au compas parabolique : en un mot, pour affiner les relevés.

[15] *Unterweisung der Messung*, par A. Dürer (1525) : la manière de mesurer ou l'apprentissage des mensurations avec le compas des données exactes des lignes directrices.

[16] *Dessein*, n. m. de *desseigner*, d'après l'italien *disegno* (Petit Robert), est le terme qui a signifié jusqu'au XVIII[e] siècle «projet contenu sur une feuille» et, par conséquent, a une acception plus large que «dessin» dans la représentation architectonique.

[17] Consulter à ce sujet *Paris-Rome-Athènes, le voyage en Grèce des architectes français aux XIX[e] et XX[e] siècles*, catalogue de l'exposition de 1982, et *Images et imaginaires d'architecture*, catalogue de l'exposition de 1984 au Centre Georges-Pompidou (dessin et peinture dans l'Europe des XIX[e] et XX[e] siècles).

[18] Voir à ce sujet la note 3.

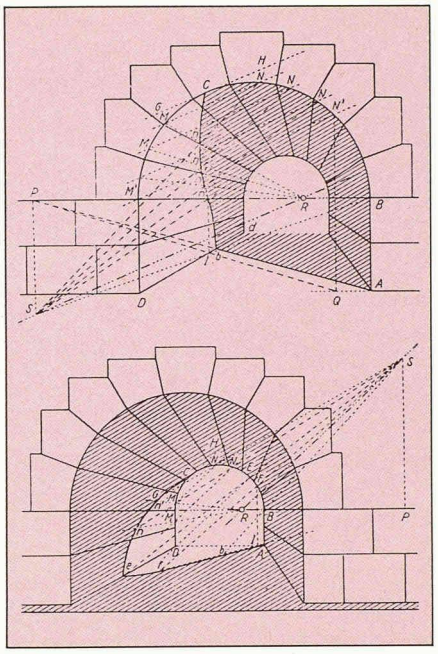


Fig. 5. – Perspective géométrique de Guillaume Henri Dufour. Cette voûte éclairée à la fois par-devant et par-derrière donne la preuve que son auteur maîtrisait parfaitement la «représentation graphique» des architectes.

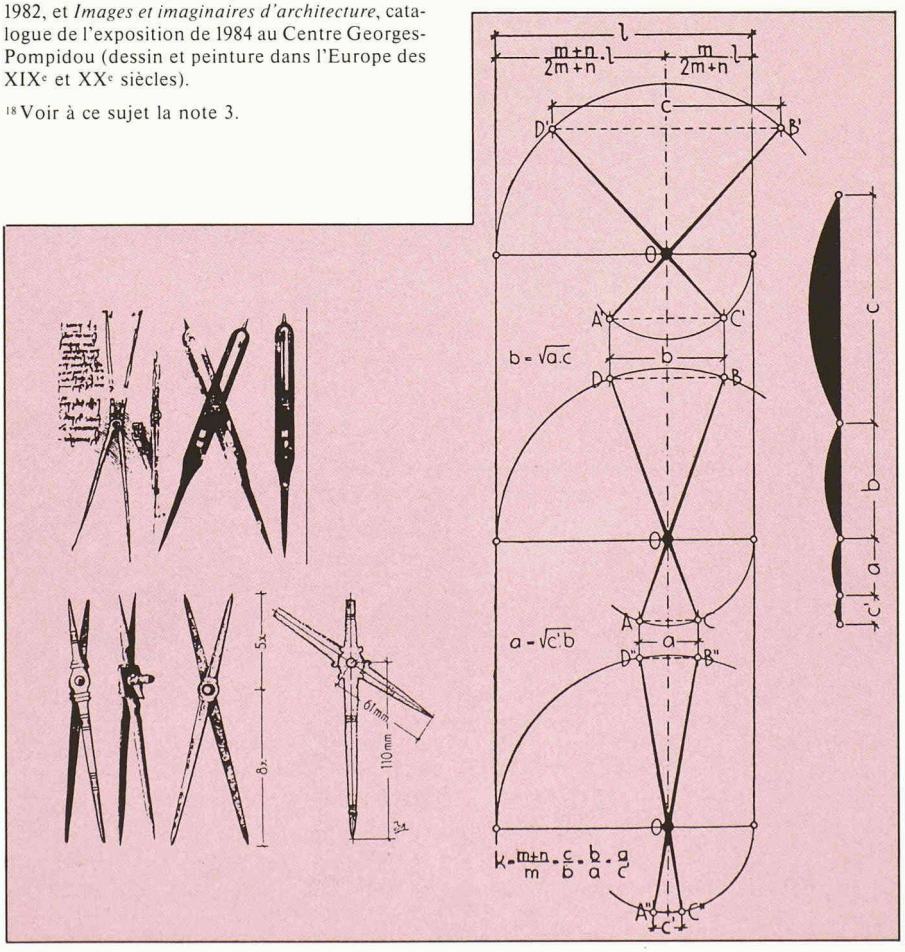


Fig. 4. – Le compas proportionnel (à quatre pointes) est un instrument servant aux mesures et au report de rapports (fixes ou variables) dès l'Antiquité. Son usage est lié aux rapports définis par le nombre d'or. *Le dessin analytique de M. Zlokovic se réfère à un croquis de Léonard ainsi qu'à un compas romain trouvé dans une fouille archéologique. Le compas «moderne» à position variable a surtout trouvé son application chez les géomètres.*
Le compas à quatre pointes fixes permet, tout comme le compas à deux pointes, d'obtenir la série d'or, mais la formule avait été «oubliée» durant toute la Renaissance ; ce n'est que vers 1850 que Zeising l'a retrouvée.
Le Modulor *de Le Corbusier est basé sur l'application de la série Fibonacci (1, 2, 3, 5, 8, 13, 21...) qui tend vers le nombre d'or.*

toire donné, il fallait développer des méthodes rapides, assurant une précision convenable.
La deuxième raison, encore plus importante, de l'intérêt témoigné, à la Renaissance, aux techniques de relevé des plans d'architecture et au levé topographique des territoires est d'ordre culturel. Elle est liée à l'intérêt que les humanistes témoignent à l'Antiquité et à ses monuments. Objets des théories de Vitruve, ceux-ci pouvaient être examinés de près, étudiés, mesurés et ressuscités matériellement par le *trait* des architectes, devenus des savants. Et pendant cinq siècles, tout architecte désireux d'enrichir son expérience professionnelle se devait de faire au moins un long séjour à Rome pour voir, mesurer, noter, comparer et commenter. Le Grand Prix de Rome est un témoignage vivant de cet engouement[17].

Habituellement, on considère l'apport théorique de Leon Battista Alberti sur la géodésie comme mineur dans l'ensemble de son œuvre. C'est dans *Ludi Matematici* qu'il a décrit pour la première fois, vers 1445, la méthode du relevé topographique territorial et architectonique ; la perfection de ce texte en fait une étape primordiale dans l'histoire du relevé cartographique. L'absolue priorité de l'invention d'Alberti n'a été établie qu'il y a quelques années par l'examen de *Descriptio Urbis Romae*.

Cette longue évocation du rôle joué par Alberti dans la représentation cartographique, en particulier dans le relevé topographique urbain, conforte l'hypothèse sur laquelle se fonde la présente étude, à savoir que la *trilogie dans la manipulation graphique* – le traçage des plans – faisait partie intégrante de l'art des ingénieurs et des architectes – qui étaient à la fois ingénieurs et architectes.

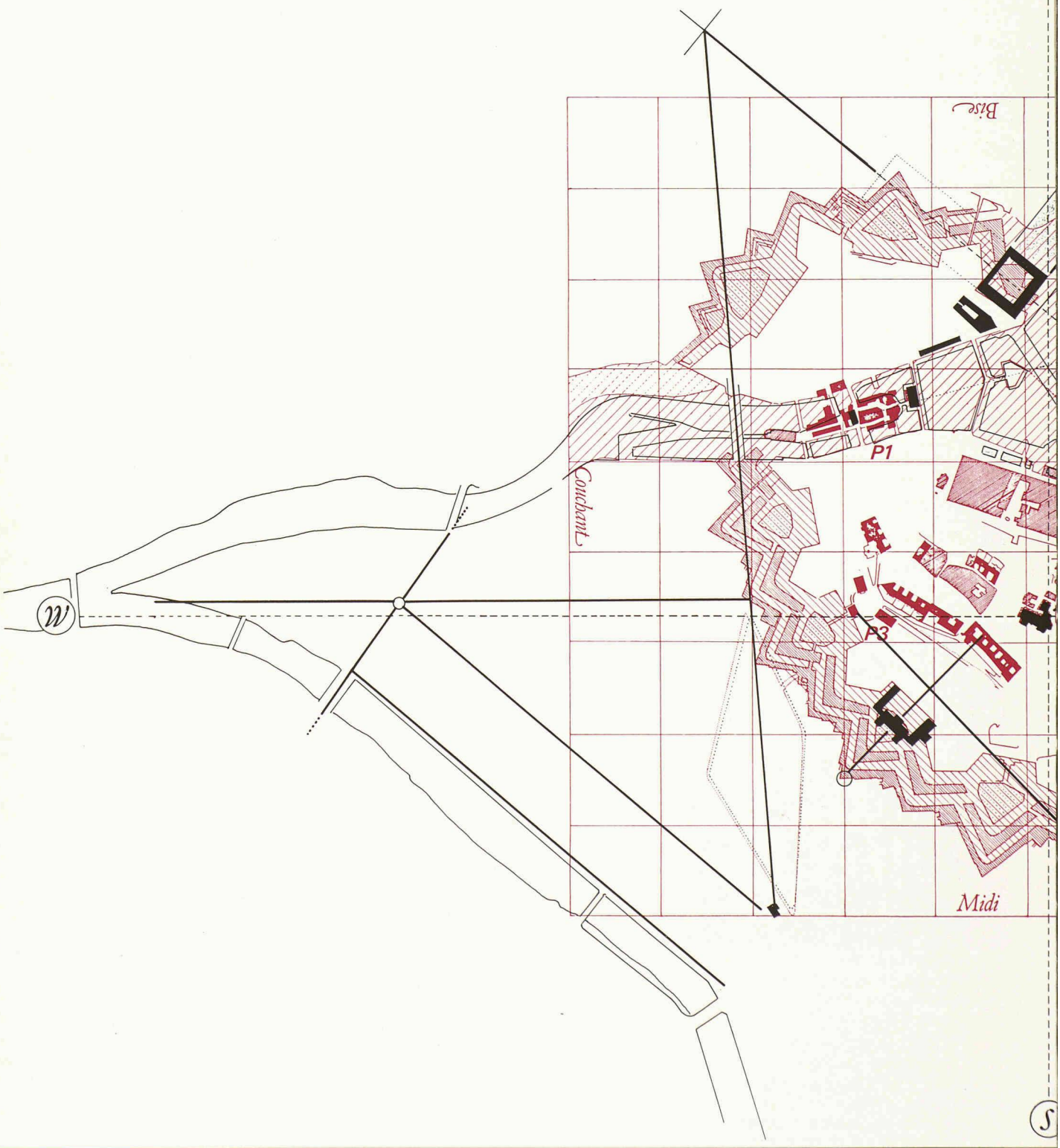
Pour retrouver les racines de l'implantation en France des méthodes d'Alberti, il faut une fois encore se reporter à Cassini. L'astronome romain avait en effet été appelé à la cour de France par Colbert[18] et c'est sa «dynastie» qui sera le principal artisan de la cartographie française, à commencer par la triangulation de la méridienne de Paris entre 1680 et 1715. Selon Bruno Fortier, «la carte géométrique de la France est l'une des plus grandes entreprises du XVIII[e] siècle, et son étude est assurément essentielle pour clarifier une histoire de la cartographie restée obscure jusqu'à nos jours».

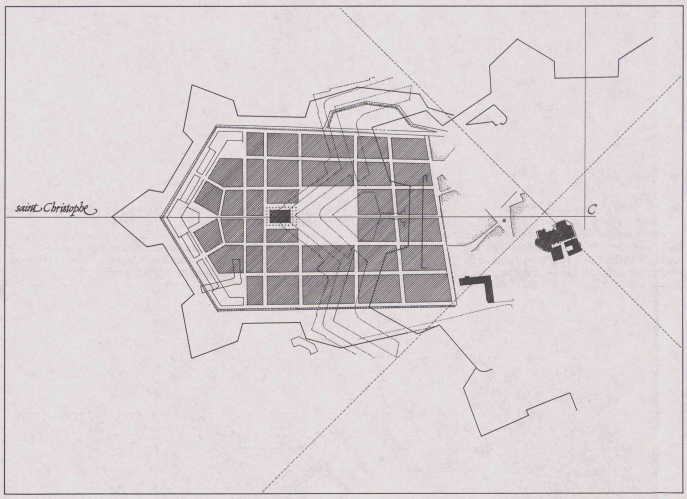
En ce qui concerne Genève, la cartographie entreprise par Micheli du Crest, puis par Dufour a constitué un progrès scientifique décisif qui a donné naissance au fonctionnalisme urbain et permis l'essor de la ville.

Les figures 7 à 19 concernent toutes le plan de la ville de Genève, sa conception topographique, sa dernière enceinte ainsi que son développement par Fazy et Dufour. Trois axes de référence ont été définis pour une meilleure lecture des plans successifs. Leur position et leur orientation résultent du schéma à la Vauban des dernières fortifications édifiées entre 1718 et 1740.

Le système Vauban repose sur la régularité géométrique des lignes défensives composées de *courtines* (du latin « cortina », espace circulaire, auditoire) et de *bastions*, protégés par une zone de « non aedificandi » extérieure. Les trois axes A, B et C des dessins correspondent aux centres des trois courtines successives, d'une longueur de 75 toises chacune, avec les redoutes en leur centre :

- axe A : la courtine ayant la *porte Neuve* pour centre
- axe B : la courtine devant l'ancien Jardin Botanique
- axe C : axe de la tour Saint-Christophe, construite en 1416 ; il s'agit de la courtine devant la promenade Saint-Antoine.





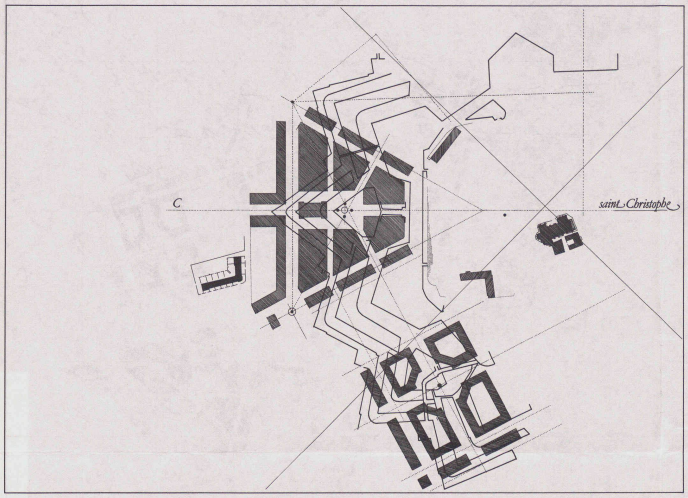
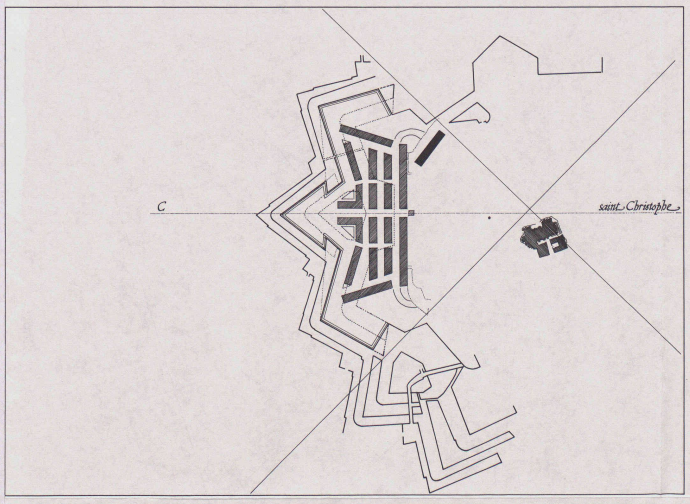


Fig. 14, 15, 16 et 17. – Les quatre « instantanés » du plan autour de l'axe C, nommé Saint-Christophe. La figure 14 est un des plans de développement proposés par Micheli du Crest en 1730. (Echelle 1:750.)
La figure 15 montre un projet d'extension sur le plateau des Tranchées, selon un dessin de Dufour datant de 1843, que Brulhart qualifie de « dernier exemple d'urbanisme militaire ».
*La figure 17 expose un projet « ad triangulum » de Wolfsberger sur le tracé Saint-Christophe, fixant définitivement le quartier du rond-point de Rive. Le rythme parfait développé par le Polonais Léopold Stanislas Blotnitzki mérite une explication plus poussée. J'ai consacré dans ces colonnes une étude à sa modulation selon les principes de Durand (*Ingénieurs et architectes suisses, *N° 1/81). Par une simple translation, j'ai accentué la perfection du rythme ayant servi à traiter les îlots et les voies de communication. Le point de départ de cette trame se situe au* signal géodésique *devant le palais de l'Athénée.*

Fig. 9. – L'épure détaille la « structure canonnière » entre les deux portes Neuve et de Rive. L'axe A situe le Conservatoire et le temple maçonnique (aujourd'hui Sacré-Cœur) dans le prolongement de la porte Neuve. L'axe B place l'Université, sous la courtine (entre les bastions de l'Oye et Bourgeois), ainsi que le rond-point de Plainpalais. L'axe C, perpendiculaire au précédent et passant au milieu de la courtine de Saint-Antoine, est aujourd'hui matérialisé par les « Propylées » entre le Musée d'Art et d'Histoire et l'Ecole des Beaux-Arts (passage Burlamachi). Une parallèle à l'axe C, tirée à partir du point sud du triangle équilatéral – soit le signal de « l'Orme de Champel » – aboutit à la porte Neuve. L'axe D et sa perpendiculaire élevée sur le signal de Champel définissent le rond-point de Rive. Le pointillé traversant le point A organise le pont de la Coulouvrenière en « linéament » sur le clocher du temple de Plainpalais.



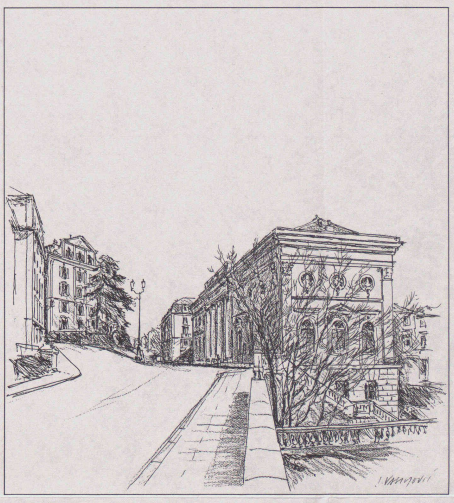
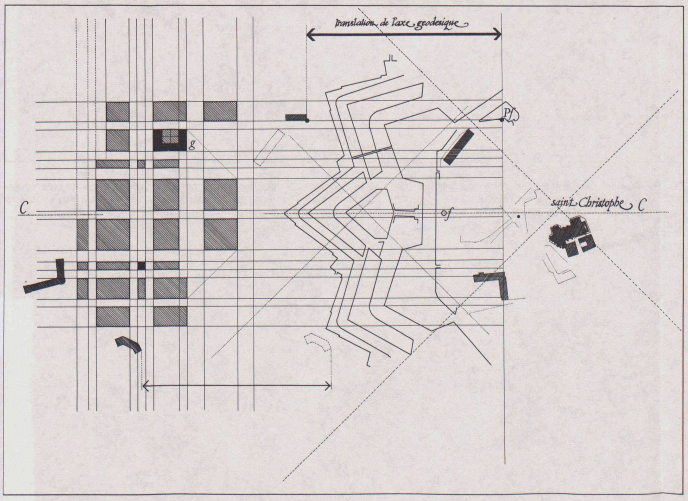


Fig. 18. – Le palais de l'Athénée est le principal point d'articulation entre la ville ancienne et les nouveaux quartiers. Le palais mérite un bref rappel historique, car sa construction est liée à la Société des Arts. Considérée comme un dangereux foyer d'opposition conservatrice, cette société fut dissoute en 1846 par décision du gouvernement et dépossédée du Musée Rath. La famille Eynard vint à son aide, mais dut se contenter du rectangle étroit et allongé rétrocédé par le pouvoir radical, trop étriqué pour permettre une distribution des locaux satisfaisante. Malgré la difficulté de la tâche, les architectes Diodati et Schaeck ont conçu un ouvrage remarquable (1863). Le palais de l'Athénée présente son axe au passant débouchant de la rue Beauregard et prolonge l'alignement des nouveaux quartiers.



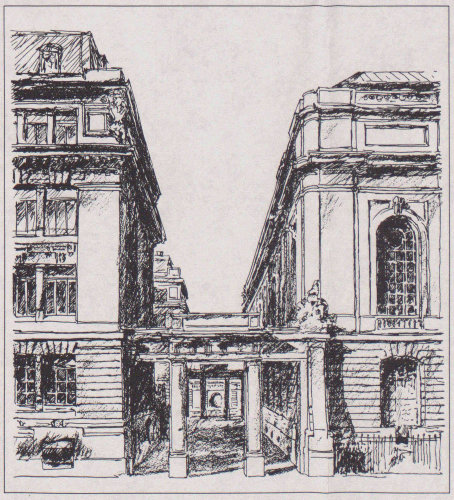


Fig. 19. – Les propylées de Saint-Christophe, au passage Burlamachi, peuvent aujourd'hui paraître un tribut gratuit au formalisme académique. Les deux portiques sont toutefois situés sur un axe allant de l'axe de la courtine de la tour à Monnetier, sur le Petit-Salève, lieu distant de 6 km souvent mentionné dans les récits des vieux Genevois, par exemple Un Genevois d'autrefois, *par Henri-Albert Gosse (1753-1816), ce qui peut témoigner de son importance stratégique.*

Fig. 10. – Dans l'étude que Corboz consacre à l'extension prônée par Micheli, le dessin de A. Léveillé inscrit plusieurs prismes orientés sur l'axe C. Cette figure en est une transcription sur la matrice type, destinée à faciliter la comparaison avec les « instantanés » des interventions qui ont suivi. En médaillon, on a inscrit dans le modèle géodésique (maille de 200 m) le plan du palais de Dioclétien à Split.

Fig. 12. – Plan d'agrandissement de la ville sur les deux rives du Rhône, inscrit sur les terrains non aedificandi, selon le plan publié par I.-C. Wolfsberger à Vienne en 1858, résultant de la fusion de deux plans avant le retour des radicaux au pouvoir en 1855.
Ce plan fixe définitivement le rond-point de Rive ainsi que l'ordonnance de la rive droite : le quadrilatère Mont-Blanc, le tracé du futur chemin de fer, l'emplacement du pont de la Coulouvrenière. Avec le point fixe « sF », l'enchaînement « ad quadratum » correspond avec une précision toute géodésique à une parfaite utilisation des proportions à l'aide de l'équerre à 45°. Le tracé proposé autour de l'axe C – inspiré à la fois par l'extension selon Micheli et par le plan de densification de Dufour – n'avait pas remporté les faveurs des autorités.

Echelle 1:5000.

Fig. 11. – Le plan de Genève fortifiée selon des Roques et la Ramière, reporté sur la matrice type. A l'intérieur des fortifications, les modifications du port de Longemalle, de l'île et de la porte Neuve correspondent à l'état selon le plan Céard (1830). Les trois axes A, B et C indiquent encore le système défensif envers la Savoie. L'ensemble des quatre immeubles Beauregard (1774) est la dernière réalisation intra-muros au sud.

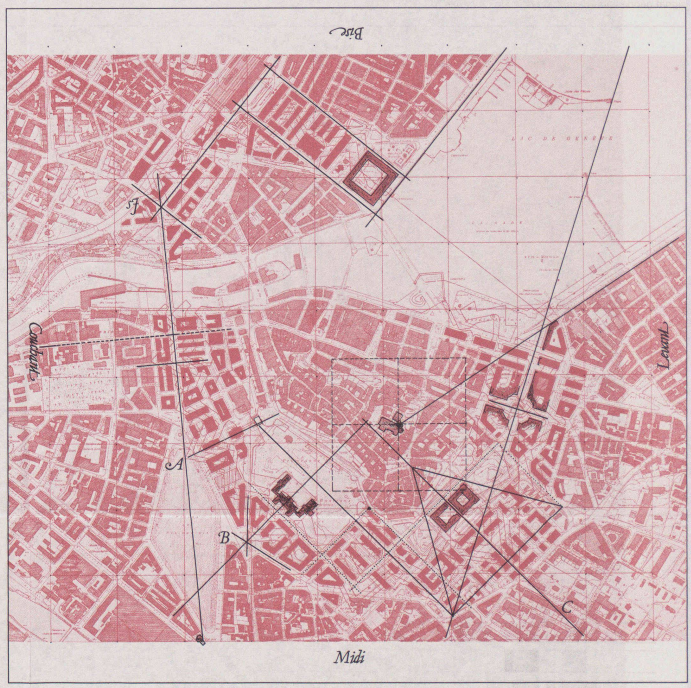


Fig. 13. – Plan de la ville actuelle. Le « Ring », ou ceinture « fazyste », est souligné par pochage, avec superposition des principaux axes régulateurs mentionnés dans les figures précédentes. La modulation autour de Saint-Pierre correspond aux coordonnées établies par Dufour lors de sa mensuration de 1830, abandonnée depuis au profit du canevas adopté pour l'ensemble de la Suisse.

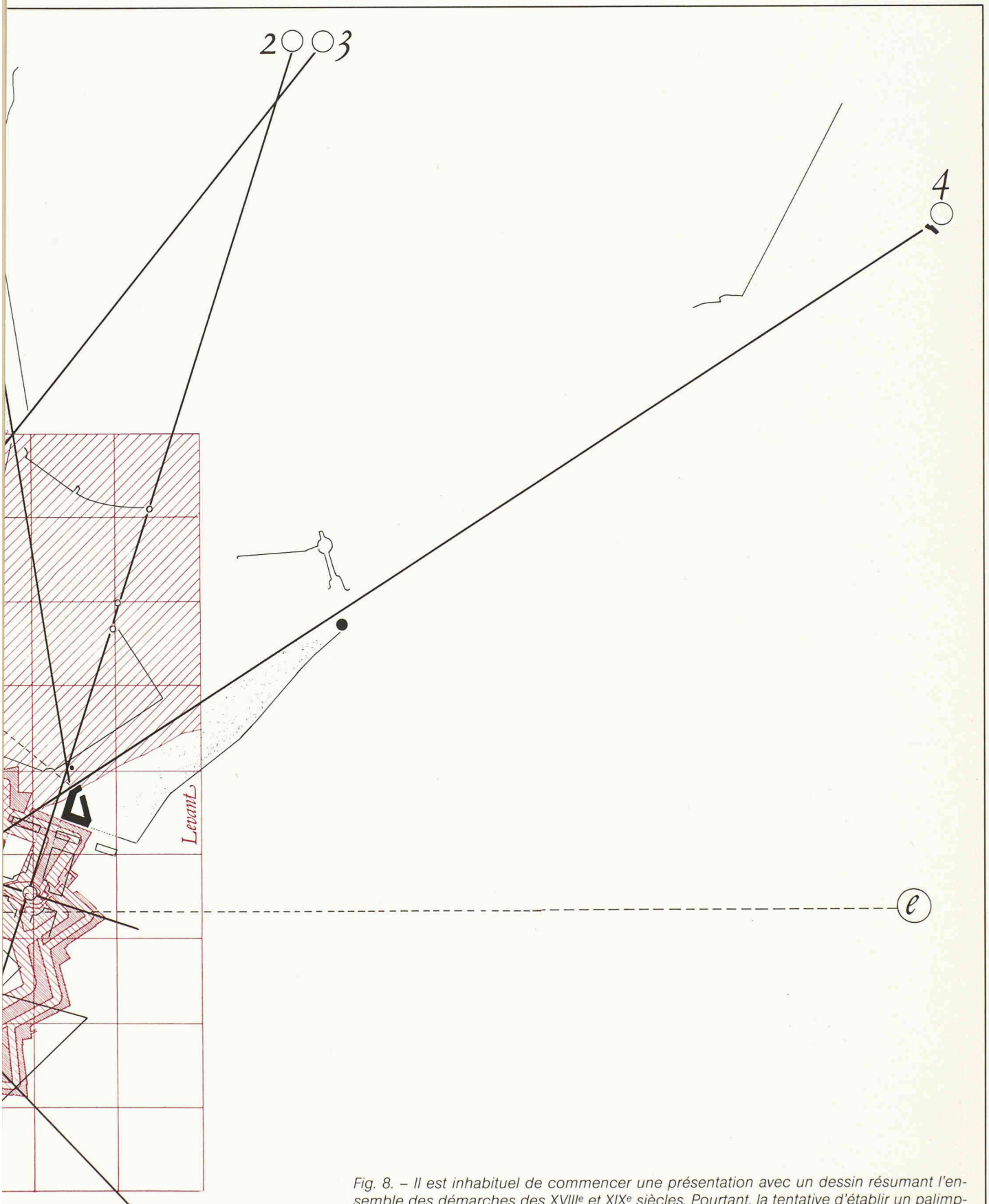


Fig. 8. – Il est inhabituel de commencer une présentation avec un dessin résumant l'ensemble des démarches des XVIII^e et XIX^e siècles. Pourtant, la tentative d'établir un palimpseste en superposant toutes les étapes du développement et de l'extension de la Genève moderne doit en clarifier la lecture.
Le rôle des trajectus *militaires exigés par les artilleurs pour la ceinture fortifiée trouvera son équivalent dans le nouveau bouclier formé par la Rade, délimité par les visées de la ville moderne. Genève a passé d'une enceinte à l'autre, cette dernière constituée par les quais qui fixent son image.*
L'habileté d'un ingénieur militaire peut être jugée en observant la façon dont il découpe le territoire. Pour les quais, le tracé (4) reliant Saint-Pierre au clocher de Cologny définit la rive gauche (quai Gustave-Ador), le tracé (2) part du signal « l'Orme de Champel » et traverse le rond-point de Rive, le jet d'eau et le phare, etc.

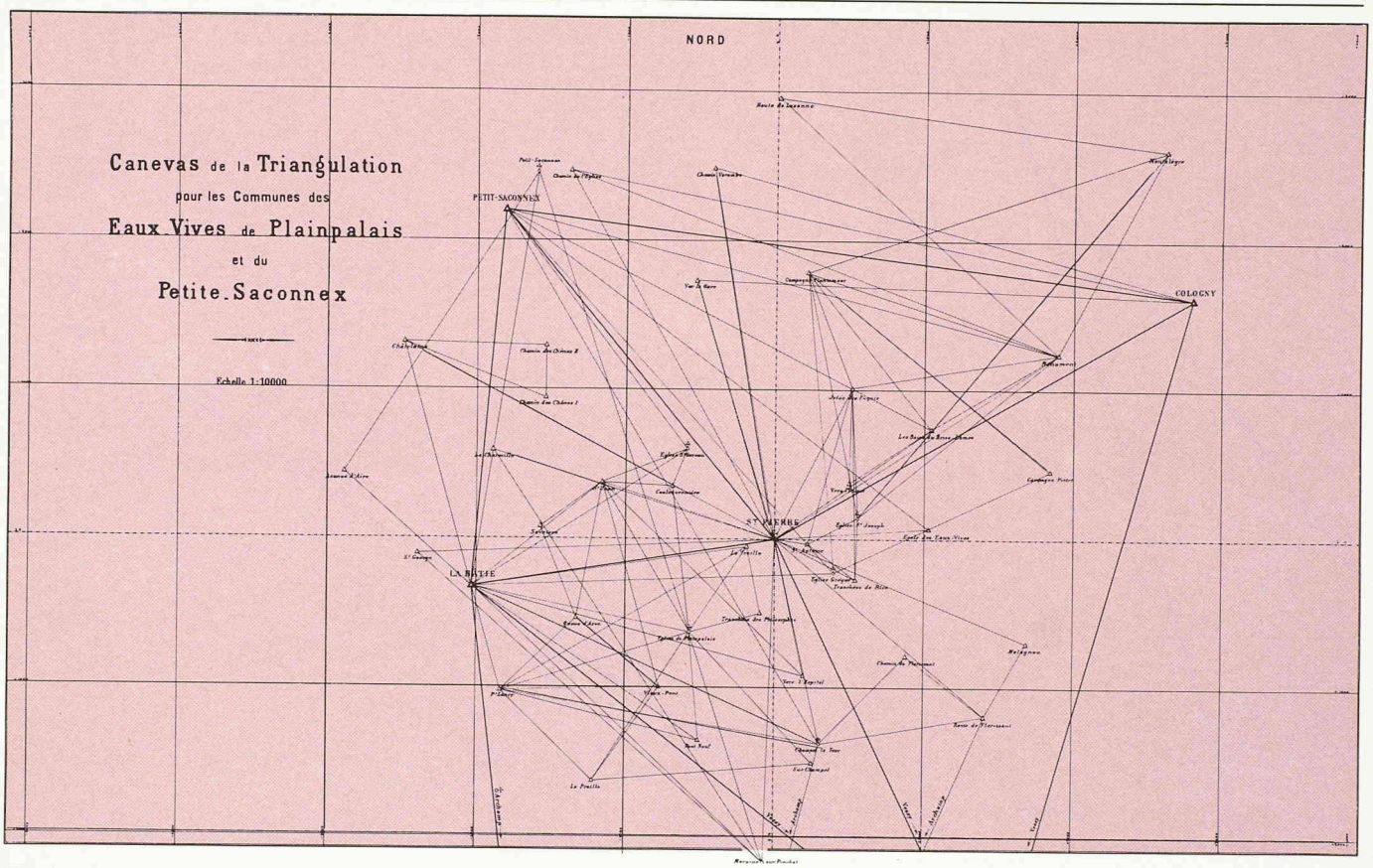


Fig. 6. – Canevas de la triangulation des communes genevoises, élaboré vers 1830 sous la direction de l'ingénieur cantonal Dufour. Le système de coordonnées géodésiques part alors de la tour nord de la cathédrale Saint-Pierre. Les repères géodésiques étaient exposés aux dégradations commises par des citoyens ignares. « [...] la triangulation de 1838-1841 avait dû être refaite spécialement, parce qu'il n'était rien ou presque rien resté des anciens repérages des points trigonométriques. Nous trouvons bien aujourd'hui dans les archives des calculs exacts, méticuleusement opérés, et des valeurs de coordonnées qui correspondraient encore aujourd'hui aux exigences les plus sévères ; mais que sont devenus les repérages des points ? On n'en trouve plus trace ! » (H. Zoelly vers 1910.)

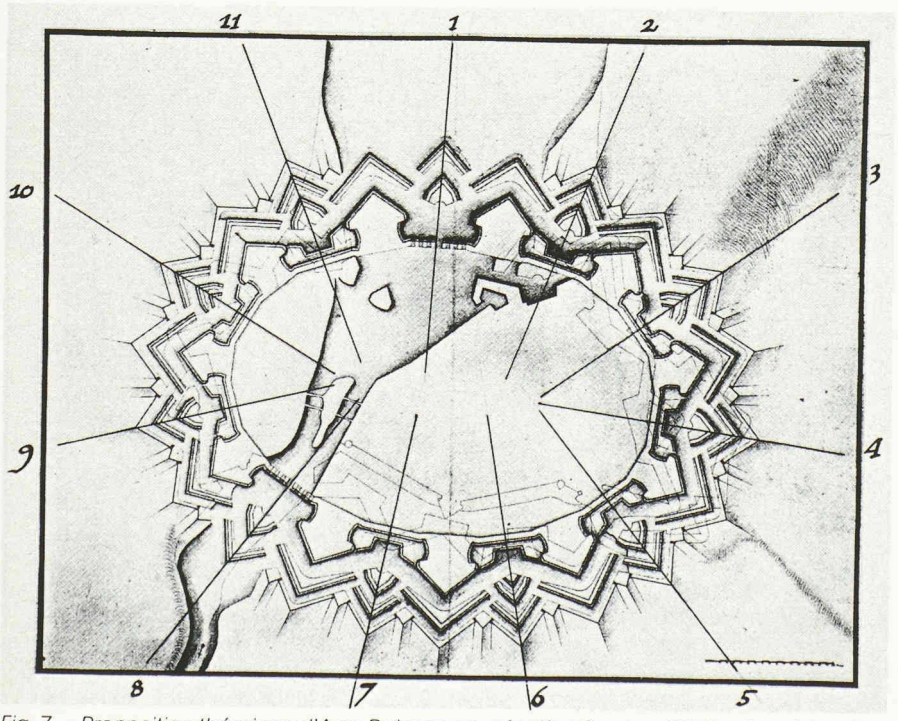


Fig. 7. – Proposition théorique d'Amy Buisson pour fortifier Genève (1716) : répartition régulière de onze courtines sur une elliptique de la ville. Corboz cite la description de ce plan par Micheli du Crest : « c'etoit une ovale parfaite de je ne sais combien de bastions Royaux [...] qui supposait une destruction de toutes les anciennes fortifications [...]. » Corboz évoque dans ce passage deux thèmes de réflexion de Micheli, liés aux conditions topographiques : d'une part, il ne suffit pas de défendre Genève du côté de la terre, mais il faut aussi la protéger du côté du lac ; d'autre part, on ne peut se contenter de beaux tracés à la table à dessin, mais il convient de les subordonner aux données topographiques.
Selon Micheli, des Roques et la Ramière n'ont rien compris non plus : ils ont « voulu construire la même fortification, dans un terrain montant et commandé, que l'on aurait pu faire dans un terrain de niveau et sans commandement ».

Si Micheli et Dufour laissent le souvenir de grands traceurs-urbanistes, ceux qui leur ont succédé aujourd'hui légueront aux générations à venir un patrimoine dont ils auront moins lieu d'être fiers (fig. 6).

Les planches encartées au centre de ce numéro rassemblent les figures 9 à 19 sous une forme permettant une comparaison directe des plans.
Les lecteurs intéressés peuvent obtenir des exemplaires non pliés et imprimés sur une seule face (deux feuilles) moyennant une participation aux frais d'expédition de Fr. 3.50 (en timbres-poste ou au CCP Ingénieurs et architectes suisses, *Lausanne, 10-15728-4 avec mention « Plans de Genève »).*

Adresse de l'auteur :
Slobodan Vasiljević, arch. SIA
Avenue Marc-Monnier 5
1206 Genève

Bibliographie

[1] BRULHART, ARMAND: *Guillaume Henri Dufour - Génie civil et urbanisme à Genève au XIX^e siècle*, Payot, Lausanne, 1987.

[2] BIRAL, ALESSANDRO; MORACHIELLO, PAOLO: *Immagini dell'ingegnere tra quattro e settecento*, Ed. Franco Angeli, Milan, 1985.

[3] GUEDJ, DENIS: *La Méridienne (1792-1799)*, roman, Collection Etonnants voyageurs, Seghers, Paris, 1987.

[4] SAVIGNAT, J.-M.: *Dessin et architecture du Moyen Age au XVIII^e siècle*, Ecole nationale supérieure des beaux-arts, Paris, 1983.

[5] CORBOZ, ANDRÉ: «Micheli du Crest, Polybe et Salomon: examen du projet d'extension de Genève en 1730» (en deux parties), *Genava*, tomes XXVII et XXIX, Genève, 1980-1981.

[6] CORBOZ, ANDRÉ: «Cadastres exquis: les plans Billon (1726) et Céard (1837) et leur intérêt pour l'histoire de l'urbanisme», *Genava*, tome XXXIV, Genève, 1986.

[7] CARPICECI, MARCO: *Leonardo, la misura e il segno*, Ed. Kappa, Rome, 1986.

[8] BORISSAVLIEVITCH, MILAN: *L'esthétique scientifique de l'architecture - Découverte de la perspective optico-physiologique*, Payot, Paris, 1923.

[9] CHOAY, FRANÇOISE: *La règle et le modèle - Sur la théorie de l'architecture et de l'urbanisme*, Editions du Seuil, Paris, 1980.

[10] DUFOUR, GUILLAUME HENRI: *Géométrie perspective, avec applications à la recherche des ombres*, Barbezat et Delarue, Paris et Genève, 1827.

[11] GHYKA, MATILA: *Le nombre d'or*, Gallimard, Paris, 1931.

[12] PANOFSKY, ERWIN: *Perspective comme forme symbolique*, Les Editions de Minuit, Paris, 1975.

[13] PERRAULT, CLAUDE (CORRIGÉS ET TRADUITS PAR): *Les dix livres d'architecture de Vitruve*, réédition Pierre Mardaga, Bruxelles, 1979.

[14] SZAMBIEN, WERNER: *Jean Nicolas Louis Durand 1760-1834 - De l'imitation à la norme*, Edition Picard, Paris, 1984.

[15] VASILJEVIĆ, SLOBODAN M.: «Nos anciens bâtisseurs et leur culture créative», *Recueil des travaux sur la protection des monuments historiques*, tomes VI-VII, Beograd, 1955-1956.

[16] VASILJEVIĆ, SLOBODAN M.: «Le pragmatisme raisonné», I, II et III, *Ingénieurs et architectes suisses* N^os 25/80, 1/81 et 4/81.
Edité également comme catalogue pour l'exposition «Cinquième façade», en 1981 à Genève.

[17] VASILJEVIĆ, SLOBODAN M.: «Triangulature et quadrature - Etude sur l'approximation des nombres irrationnels», *CRB Informations*, 1/1968, Zurich.

[18] ZLOKOVIĆ, MILAN: «La coordination modulaire», *Industrializzazione dell'edilizia*, Dedalo libri, Bari, 1965.

[19] Articles publiés dans les catalogues-monographies suivants:
Cartes et figures de la terre, Centre Georges-Pompidou, Paris, 1980:
- KONVITZ, JOSEF W.: «Remplir la carte»
- VAYSSIÈRE, BRUNO-HENRI: «La Carte de France (1)» et «Cadastres (2)»
- VAGNETTI, LUIGI: «Histoire de triangle: mieux vaut voir que courir»

Images et imaginaires d'architecture, Centre Georges-Pompidou, Paris, 1984:
- CULOT, MAURICE: «La fille prodigue, le dessin d'architecture comme instrument des lettres urbaines»
- BOIS, YVES-ALAIN: «Avatars de l'axonométrie»
- BOUDON, PHILIPPE: «L'échelle du scèma»
- SARFATI, ALAIN: «Mort du dessin et naissance d'un code»

Un canal... des canaux?, La Conciergerie, Paris, 1986:
- BEAUDOIN, FRANÇOIS: «Navigation intérieure»
- LEMOIN, BERNARD: «L'évolution de la technique de construction des canaux»
- PICOT, ANTOINE: «De l'hydrostatique à l'hydrodynamique, la théorie hydraulique du siècle des lumières»

Actualité

L'état du Rhin bâlois une année après Schweizerhalle

En raison de l'interdiction de la pêche décrétée au lendemain du 1er novembre 1986, les pêcheurs bâlois n'ont pas pu célébrer leur traditionnel concours de pêche ce printemps. Mais comme un certain nombre de chevaliers de la gaule n'arrivaient pas à se convaincre que le Rhin était mort pour dix ans, si ce n'est vingt comme l'affirmaient d'aucuns, une pêche test a eu lieu le 5 juin 1987, après intervention politique auprès du Grand Conseil bâlois, pêche qui s'est traduite par des résultats satisfaisants permettant de conclure que le Rhin n'est de loin pas aussi mal en point qu'on a pu le dire ici ou là. Les prises de cette pêche de contrôle ont de fait correspondu à celles des concours des années précédentes, en révélant toute la gamme - bien qu'en proportions variables selon les espèces - des poissons peuplant habituellement le fleuve, c'est-à-dire la truite de rivière et la truite arc-en-ciel, le brochet, la sandre, la perche, le barbeau, la brème, le gardon, l'ablette, la tanche, le vairon, le chevesne, etc. L'absence de l'anguille et de l'omble s'explique de façon relativement simple: à l'époque de l'année où l'accident a eu lieu (novembre), les ombles se tiennent en règle générale à une profondeur de 50 cm à 80 cm au-dessous de la surface du fleuve, les anguilles étant quant à elles des poissons de fond. L'eau d'extinction polluée qui s'est échappée de Schweizerhalle a commencé à se déverser en surface pour gagner rapidement le fond, frappant ainsi en premier lieu et principalement ces deux espèces. Comme le montrent les résultats de la pêche de contrôle, aucune des autres espèces n'a totalement disparu dans la zone considérée, même si certaines ont été plus touchées que d'autres. On ne peut donc en aucune façon affirmer que le Rhin est mort pour les dix à vingt ans à venir.

Etant donné qu'un nouveau rapport daté du 19 juin 1987 permettait de conclure que le Rhin, sur son parcours de Bâle-Campagne, avait récupéré de manière satisfaisante, et puisque les examens toxicologiques effectués régulièrement sur les poissons se sont révélés négatifs, l'interdiction de la pêche a été levée le 1er juillet 1987 sur la totalité du cours du Rhin traversant le territoire de Bâle-Campagne.

Selon le chef du service de la chasse et de la pêche de la Direction économique et sanitaire du canton de Bâle-Campagne, le Rhin pourrait avoir retrouvé d'ici deux à quatre ans - après une série de crues de fonte et d'étés chauds - l'état qui était le sien au 31 octobre 1986.

(Infochimie)