

humanitas

Vol. XLV

IMPrensa DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA
COIMBRA UNIVERSITY PRESS



HUMANITAS

Vol. XLV • MCMXCIII

1.ª PARTE DA MISCELÂNEA EM HONRA

DOS DOUTORES WALTER DE MEDEIROS E MANUEL PULQUÉRIO



LOUIS CALLEBAT
Université de Caen

ÉLÉMENTS D'INTERPRÉTATION ET PROBLÈMES DE RÉCEPTION DU CORPUS VITRUVIEN SUR LA MÉCANIQUE *

Les trois derniers livres du *De Architectura* de Vitruve, et singulièrement le livre 10, proposent un ensemble spécifique d'informations qui intéressent plus précisément le domaine de la mécanique ¹.

Ce que nous appelons aujourd'hui *mécanique* peut être appréhendé sur les deux plans différenciés des sciences et des techniques. En tant que *science*, la mécanique moderne analyse les forces et les mouvements ²; en tant que *technique*, elle étudie les machines, leur construction, leur fonctionnement ...

* *La base de cet article est une communication présentée au Warburg Institute de Londres.*

¹ Une édition commentée de ces trois derniers livres a été publiée dans la Collection des Universités de France: *Vitruve, De l'Architecture, Livre VIII* (texte établi, traduit et commenté par L. Callebat), Paris, Les Belles Lettres, 1973; *Vitruve, De l'Architecture, Livre IX* (texte établi, traduit et commenté par J. Soubiran), Paris, Les Belles Lettres, 1969; *Vitruve, De l'Architecture, Livre X* (texte établi, traduit et commenté par L. Callebat, avec la collaboration, pour le commentaire, de Ph. Fleury), Paris, Les Belles Lettres, 1986. Les informations proprement techniques n'occupent qu'une partie des livres 8 et 9 (chapitres 5 et 6 du livre 8, consacrés aux problèmes d'adduction d'eau; chapitres 7 et 8 du livre 9, traitant de gnomonique). Quelques brèves indications figurent par ailleurs en divers passages des autres livres du *De Architectura*: référence (non explicitée) par exemple, en 6, 6, 3, aux deux types de pressoir (pressoir à treuil; pressoir à vis).

² Mécanique *statique* relative à l'équilibre des forces; *cinématique* ou étude du mouvement des corps hors des notions de masse ou de force; *dynamique*, traitant des relations entre les forces et les mouvements qu'elles déterminent. Cf. L. Callebat, Ph. Fleury, *Vitruve, De l'Architecture, livre X*, p. VII.

Au regard de ce concept, progressivement et assez tardivement élaboré³, le champ de représentation que couvre le mot *machinatio* n'est exactement superposable ni sur le plan théorique, ni sur le plan pratique. Sans doute pouvons-nous discerner, dans l'Antiquité gréco-romaine, une réflexion théorique touchant la mécanique, et c'est autour des noms d'Aristote et d'Archimède qu'est généralement située la naissance de la science mécanique occidentale⁴. Aucun «mécanicien» de l'Antiquité n'a pourtant précisément établi les cadres conceptuels d'une science mécanique indépendante de ses applications pratiques, et le terme latin de *machinatio* embrasse, en un ensemble indissociable, réflexion théorique et réalisation technique — impliquant aussi, avec celle de «puissance efficace», la notion spécifique d'«ingéniosité», de «réponse expédiente» à un problème donné⁵.

Que l'étude de la mécanique ainsi définie soit rattachée à l'*architectura* ne relève ni d'un choix singulier de Vitruve, ni des compétences diversifiées qui auraient été communément⁶ celles de l'*architectus* ancien, mais d'une procédure d'abord de groupement sémantique, rassemblant sous la dénomination générique *architectura* la polyvalence de significations du mot *architectus*. La définition liminaire du traité vitruvien (*Arch.* 1, 3, 1: *Partes ipsius architecturae sunt tres: aedificatio, gnomonice, machinatio*) explicite cette procédure et la structure complexe du concept d'*architectura*, bien plutôt qu'elle ne manifeste l'annexion à l'architecture de domaines techniques plus ou moins proches. Que les activités mêmes de Vitruve, comme celles plus tard des architectes — ingénieurs de la Renaissance, se soient exercées en différents secteurs (construction de bâtiments, service des eaux, armement), avec

³ A la lumière des travaux notamment de Stevin, de Galilée, de Huygens, de Newton, d'Euler, de d'Alembert, de Lagrange, une orientation nouvelle étant donnée, au début de notre siècle, par les travaux d'Einstein et de ses successeurs.

⁴ Au nom d'Archimède sont plus particulièrement attachés, avec la formulation des lois de la mécanique rationnelle, les fondements de l'hydrostatique. Aristote a certainement entrevu, pour sa part, quelques problèmes de dynamique et peut-être ébauché une définition de la mécanique, science autonome entre les mathématiques et la physique proprement dite. Cf. Arist., *Métaphys.* 3, 1077 b 17 — 1078 à 31.

⁵ Cf. L. Callebat, *Vitruve, De l'Architecture X*, p. VII-VIII.

⁶ Un adjectif ou substantif différenciateur précise souvent, dans les Inscriptions et dans les textes, la fonction particulière exercée par l'*architectus* désigné: cf. *Thes. L. L.* II, 464-466. Dans la comparaison, assurément éclairante, mais imparfaite, établie aujourd'hui entre *architectus* et «ingénieur» devrait être précisément prise en compte la diversification des fonctions entre différents types d'ingénieurs modernes.

des degrés divers sans doute de compétence et de responsabilité, a pu favoriser, si elle est véritablement originale, cette procédure généralisante du concept d'*architectura*.

Les éléments de mécanique appliquée rassemblés dans le corpus vitruvien intéressent les deux domaines de la mécanique civile et de la mécanique militaire: systèmes de soulèvement et de traction, appareils pour élever l'eau, moulins à eau, systèmes hydrauliques, systèmes pour le calcul des distances, horlogerie, mécanique de divertissement (orgue hydraulique) et, de manière seulement allusive, mécanique merveilleuse (automates, merles chanteurs). A la mécanique militaire se rattachent plus particulièrement les informations données sur les machines de jet et les machines de siège, mais aussi, dans la perspective antique de la *machinatio* et du concept d'ingéniosité y afférent, les *exempla* proposés de l'art d'assiéger et de défendre les villes.

La documentation ainsi offerte n'est pas seulement abondante. Elle est également riche d'informations sur les conditions et procédés techniques liés à différents secteurs d'activités: construction, avec l'étude des engins de levage; travaux publics et agricoles (irrigation, drainage); exploitation ou traitement de produits, par la meunerie singulièrement — Vitruve présentant la première description connue du moulin à eau, invention parmi les plus importantes dans l'histoire des techniques et de l'économie européenne; mesures du temps, activités militaires⁷.

Le corpus vitruvien sur la mécanique n'a pourtant suscité, à l'époque moderne, qu'un intérêt limité et les appréciations portées par les philologues contemporains ou par les historiens des sciences et des techniques (A. Reymond, I. L. Heiberg, E. W. Marsden)⁸ ont souvent été négatives. Dans l'Antiquité même, les mécaniciens postérieurs à Vitruve (Héron, Apollodore de Damas, Pappos)⁹ ne font aucune référence au *De Architectura*, et le développement consacré par Cetus Faentinus

⁷ Pour une illustration et une explication de ces données, cf. L. Callebat, *Vitruve, De l'Architecture X*, p. XIII-XXXIX; 65-293.

⁸ Cf. A. Reymond, *Histoire des sciences exactes et naturelles dans l'Antiquité*, Paris, Blanchard, 1924, p. 105; I. L. Heiberg, *Geschichte der Mathematik und Naturwissenschaften im Altertum* (Handbuch des Altertumwissenschaft 5, 1, 2), München, C. H. Beck'sche, 1925, p. 73; E. W. Marsden, *Greek and Roman Artillery, Technical Treatises*, Oxford, Clarendon Press, 1971, p. 4-5.

⁹ En retenant l'hypothèse selon laquelle les textes de Héron sont postérieurs à ceux du *De Architectura*: cf. *Histoire Générale des Sciences, I*, Paris, P.U.F., 1957, p. 339.

à la gnomonique — l'un des rares passages de son *Liber artis architectonicae* susceptible d'être rattaché à la mécanique — dérive d'une source autre que Vitruve¹⁰.

Encore convient-il d'observer que nos informations concernant la réception du texte de Vitruve dans l'Antiquité sont surtout lacunaires. Quels étaient exactement les lecteurs du *De Architectura*? Si toute coïncidence précise établie entre les lecteurs réels d'une oeuvre et le public visé par l'auteur (de manière conventionnelle ou sincère) est assurément hasardeuse, les destinataires du *De Architectura* évoqués par Vitruve (Chef d'Etat dédicataire du traité, commanditaires d'une construction, hommes «absorbés par leurs occupations privées et publiques», hommes instruits aussi)¹¹ constituent un ensemble relativement homogène et vraisemblable de lecteurs: lecteurs cultivés, mais non pas savants d'exception ni non plus simples praticiens¹², intéressés par un traité *de architectura* en fonction soit d'une préoccupation immédiate (appréciation plus éclairée des travaux commandés)¹³, soit d'une pure recherche d'élargissement de connaissances (connaissances techniques, scientifiques, historiques...). L'opinion rapportée par Frontin¹⁴, selon laquelle la *quinaria* aurait été introduite comme calibre-étalon des tuyaux, soit par Agrippa soit par l'architecte Vitruve, peut trouver son origine dans les activités professionnelles de Vitruve, mais peut-être aussi dans une lecture du traité devenue suffisamment large et familière pour que s'établisse une confusion entre une information écrite et une

¹⁰ Cf. Cetus Faentinus, *Arch.* 29. Voir J. Soubiran, *op. cit.*, p. 241; H. Plommer, *Vitruvius and Later Roman Building Manuals*, Cambridge, Univ. Press, 1973, p. 109.

¹¹ Cf. *Arch.* 1, *pr.* 2-3; 1, 1, 18; 5, *pr.* 3.

¹² Si un traducteur vitruvien de la Renaissance, tel que J. Martin, prétend proposer la version française du *De Architectura* «aux ouvriers et autres gens qui n'entendent pas la langue latine», Vitruve ne fait pour sa part aucune référence explicite aux simples praticiens en tant qu'éventuels lecteurs de son oeuvre. Sans doute ambigu hors de tout contexte, le mot *aedificare* est utilisé par Vitruve à propos du Chef de l'Etat (*Arch.* 1, *pr.* 3: (*animaduerti multa te aedificauisse et nunc aedificare*) et, dans sa mise en relation avec *sapientibus* (*Arch.* 1, 1, 18: *De artis uero potestate quaeque insunt in ea ratiocinationes polliceor, uti spero his uoluminibus non modo aedificantibus, sed etiam omnibus sapientibus cum maxima auctoritate me sine dubio praestaturum*), s'applique (comme pour le Chef de l'Etat) à celui qui *fait* construire, non à la personne chargée du travail matériel de construction. La nature même du traité vitruvien (cf. *infra*) conforte cette interprétation.

¹³ Cf. *Arch.* 1, *pr.* 3: *conscripsi praescriptiones terminatas, ut eas adtendens et ante facta et futura qualia sint opera, per te posses nota habere.*

¹⁴ Cf. Front., *Aq.* 25.

réalisation technique en rapport avec cette information. Et si le succès, dans l'Antiquité, du corpus spécifique de la mécanique vitruvienne reste très difficilement appréciable, les références au *De Architectura* faites par des auteurs tels que Pline l'Ancien, Sidoine Apollinaire ou Cassiodore¹⁵, son exploitation surtout comme modèle par Cetus Fauentinus et par Palladius manifestent une réception intéressée du texte et une audience sans doute assez large auprès d'un public cultivé jusqu'au début au moins du Moyen Âge.

Lacunaire entre le VIe et le IXe siècle, l'histoire de la réception, au Moyen Âge, du corpus vitruvien sur la mécanique, mais de l'ensemble d'abord du *De Architectura*, demeure imprécise et relativement pauvre de documents¹⁶. En assurant cependant très largement la transmission du texte, en donnant aussi l'un des meilleurs manuscrits connus du *De Architectura*, le *Harleianus 2767*, écrit vers l'an 800¹⁷, les clercs et les lettrés du Moyen Âge manifestaient activement leur intérêt attentif pour le traité vitruvien. La nature authentique et les motivations de cet intérêt sont aujourd'hui difficiles à cerner, mais apparaissent surtout diverses: volonté sans doute de conserver le seul ouvrage *de architectura* hérité de l'Antiquité; curiosité érudite aussi, plus particulièrement attirée par les développements historiques, anecdotiques, les *mirabilia* (ainsi déjà peut-être Alcuin, dans une lettre écrite à Charlemagne entre 801 et 804) ou par les informations spécifiques *de architectura* et les problèmes y afférents: dans une lettre datée du 14 mars 840 et adressée à Vussin son disciple, Einhard relève une terminologie vitruvienne jugée obscure; Hermann de Reichenau renvoie aux livres de Ptolémée et de Vitruve ceux de ses lecteurs qu'intéresseraient les détails

¹⁵ Cf. H. Koch, *Vom Nachleben des Vitruv*, Baden Baden, Verl. für Kunst und Wissenschaft, 1951, p. 11-13.

¹⁶ Sur la réception au Moyen âge du *De Architectura*, cf. J. E. Sandys, *A History of Classical Scholarship*, New-York, Hafner, 1958, I (1903), p. 481 sq.; F. Pellati, *Vitruvio*, Ed. Roma, Roma 1938, p. 53 sq.; H. Koch, *op. cit.*, p. 13 sq.; C. H. Krinsky, «Seventy-eight Vitruvius Manuscripts», *Journal of the Warburg and Courtauld Institute*, 1967, p. 36 sq.; B. Bischoff, «Die Überlieferung der Technischen Literatur», in *Artigianato e tecnica nella società dell'Alto Medioevo Occidentale* (Settimane di Studio del Centro Italiano di Studi sull'Alto Medioevo, XX, 1), Spoleto, Presso la Sede del Centro, 1971, 1, p. 267 sq.; *Les traités d'architecture de la Renaissance*, Paris, Picard, 1988, p. 7-48, et *passim*.

¹⁷ Cf. L. G. Reynolds, *Texts and Transmission*, Oxford, Clarendon Press, 1982, p. 440 sq.; L. G. Reynolds, N. G. Wilson, *D'Homère à Erasme*, Paris, Edit. du CNRS, 1984, p. 66 (édit. revue et augmentée de: *Scribes and Scholars, A Guide to the Transmission of Greek and Latin Literature*, Oxford Univ. Press, 1968; 1974).

techniques relatifs à la construction de l'astrolabe ...¹⁸ Signalée par un lecteur carolingien de l'*Harleianus* (*compos uoti actus sum qui cognouerim quae sunt in structuris et aedificiis adseueranda*)¹⁹, la recherche d'une information de type technique et pratique, plutôt qu'encyclopédique ou simplement pittoresque, a pu guider différents lecteurs du Moyen Âge²⁰. Mais si l'on a cru reconnaître l'influence des théories vitruviennes dans l'ordonnance de constructions de l'époque telles que l'abbatiale Saint-Michel de Hildesheim ou l'abbatiale de Cluny²¹, aucun des témoignages connus sur la réception au Moyen Âge du *De Architectura* ne met sûrement en évidence une exploitation pratique réelle du traité ni une interprétation systématisée des théories vitruviennes.

Les copistes médiévaux ont-ils été, comme le suggèrent P. Ruffel et J. Soubiran, «aveuglément fidèles à un texte mal compris», «poussant au delà du raisonnable la fidélité à leur modèle»?²² Fautes et dégradations matérielles, notamment observables dans les développements sur les machines de guerre, ont-elles été favorisées par l'intérêt même attaché au traité (entraînant annotations, manipulations...)?²³ On sait surtout que les humanistes et les artistes de la Renaissance attiraient déjà l'attention sur l'altération matérielle du texte vitruvien, celle singu-

¹⁸ Sur ces différents témoignages, cf. J. E. Sandys, *op. cit.*, p. 481 sq.; F. Pellati, *op. cit.*, p. 53 sq.; H. Koch, *op. cit.*, p. 13 sq.; C. H. Krinsky, *op. cit.*, p. 36 sq.; B. Bischoff, *op. cit.*, p. 274 sq.

¹⁹ Cf. B. Bischoff, *op. cit.*, p. 274.

²⁰ Cf. C. H. Krinsky, *op. cit.*, p. 40: «Vitruvius work offered attractions of another kind for medieval scholars. The manuscript may occasionally have been copied simply because of the rarity with which architectural subjects were treated. But general information concerning sites, winds and water could have been of use to churchmen and laymen who were planning new construction. Builders and scholars may have been interested in the technical terms preserved only partially elsewhere. Astronomers and astrologers could have added to their knowledge of the heavenly bodies and the manner of making astronomical calculations. Musicians would have found an important source of musical theory in the chapters on harmonics. Vitruvius's comparison of a human body with architecture appeared often in medieval writings, usually in appropriately modified forms, as in the works of Theodorich of St Trond and Hildegard of Bingen.

²¹ Cf. Carol Heitz, «Vitruve et l'architecture du haut Moyen Âge», in *La Cultura Antica nell'occidente latino dal VII all'XI secolo* (Settimane di Studio del Centro Italiano di Studi sull'Alto Medioevo, XXI, 2), Spoleto, Presso la Sede del Centro, 1975, II, p. 748 sq.

²² Cf. P. Ruffel, J. Soubiran, «Recherches sur la tradition manuscrite de Vitruve», *Pallas* (Ann. de la Fac. des Lettres de Toulouse), 1960, IX, p. 54.

²³ Les fautes constatées dans les manuscrits du Moyen Âge relèvent aussi de mélectures affectant notamment les sigles numériques.

lièrement des passages intéressant la mécanique. Barbaro note par exemple, dans son édition de 1567, à propos de la partie du *De Architectura* consacrée aux machines de guerre: *temporum enim iniuria et hominum incuria factum est, ut tertia haec Architecturae pars, quae ad machinationes pertinet, paene tota interierit* (p. 354). Mais le même éditeur qualifie aussi d'«obscur», indépendamment de toute altération matérielle, la description faite par Vitruve de l'orgue hydraulique. La première observation de Barbaro intéressait l'histoire du texte et sa transmission; le constat d'obscurité par ailleurs établi, comme celui précédemment évoqué d'Einhard, relève de la lecture (ou interprétation) du texte — deux plans d'analyse assurément distincts, mais souvent mal différenciés, les difficultés de compréhension rencontrées ayant conduit, en divers cas, à l'identification abusive de fautes textuelles²⁴. On portera au crédit de Barbaro l'effort tenté d'éclairer un passage difficile du texte vitruvien sur les machines de guerre par une mise en regard du texte d'Athénée (seulement imprimé pour la première fois en 1693)²⁵. En présence cependant des difficultés d'interprétation, ou proprement textuelles, du *corpus* sur la mécanique, les traducteurs et commentateurs de l'époque ont insisté surtout sur le faible intérêt que ce corpus aurait présenté pour leurs lecteurs²⁶.

La réception, depuis le Moyen Âge jusqu'à l'époque moderne et contemporaine, du corpus vitruvien sur la mécanique ressortit en fait à trois problèmes essentiels: celui de la transmission d'abord et de l'histoire du texte; celui des modes de lecture des textes techniques anciens; celui enfin des caractères et orientations spécifiques du texte de Vitruve.

Le succès que connurent ainsi, au temps de la Renaissance, les données proprement architecturales du traité vitruvien se révèle d'abord lié à un mode déterminé de réception du texte: type de lecture qui, au delà d'informations particulières, difficiles parfois d'interprétation ou jugées même aberrantes, privilégie la recherche d'un modèle de référence, d'une autorité — celle alors de l'Antiquité — et d'une orientation conceptuelle ou ligne incitative, plus précisément trouvée par Alberti et ses contemporains, dans les formulations vitruviennes des ordres et de la mesure

²⁴ Cf. *infra*.

²⁵ Mais ce type de confrontation a été source aussi de normalisations abusives. Cf. *infra*.

²⁶ Cf. D. G. H. Rivius, *Vitruvius Deutsch*, Nürenberg, 1548, p. CCCXIII. Et voir: V. Pavliévitch Zoubov, «Vitruve et ses commentateurs aux XVI^e siècle», in *La science au seizième siècle* (Colloque International de Royaumont, 1957), Paris, 1960, p. 69 sq.

humaine de toutes les proportions. «La bonne architecture moderne», comme le note Peter Murray²⁷, «devait consister en une concordance, une *concinmitas*, entre les théories proportionnelles de Vitruve, les monuments antiques et les qualités traditionnelles de l'art de construire».

S'agissant de mécanique civile ou militaire et touchant un texte qui présentait par ailleurs de graves difficultés de lecture et d'interprétation, l'intérêt ne pouvait guère être perçu d'une systématisation théorique de ce type. Sans doute Barbaro prétend-il retrouver dans les descriptions vitruviennes des catapultes et des scorpions non seulement les principes modulaires, mais les notions aussi de *symmetria*, d'*ordo*, de *dispositio*, de *decor*, de *distributio* proposées au premier livre du *De Architectura*²⁸. Et Francesco di Giorgio Martini se réfère à Vitruve pour établir une relation inattendue, dans son chapitre sur les forteresses, entre l'ordonnance de ces constructions et la structure et les proportions du corps humain²⁹. Ces témoignages cependant restent très limités et succincts en regard de l'exploitation constatée alors des données proprement architecturales du traité vitruvien. Traducteur et lecteur de Vitruve à l'égard duquel il déclare sa dette³⁰, traitant non seulement de la construction d'édifices, mais, comme dans le *De Architectura*, de différentes questions aussi touchant la mécanique (engins de levage, hydraulique, machines de guerre ...), Francesco di Giorgio Martini choisit en réalité, dans l'examen de ces questions, une perspective essentiellement contemporaine (déjà manifestée formellement par la rédaction italienne du traité). Et les passages des *Trattati* en référence explicite à Vitruve ou démarqués de son oeuvre se situent sur le plan surtout de rappels marginaux (anecdote par exemple de Diognète et de Callias)³¹ ou de données conceptuelles larges (ainsi pour l'adaptation évoquée de la mesure humaine à la structure des forteresses)³². Dans son *De re aedificatoria* divisé, comme le *De Architectura*, en dix livres et présentant une distribution des matières que marque l'influence du traité vitruvien, Alberti

²⁷ Cf. P. Murray, *L'architecture de la Renaissance*, Milan-Paris, Electa-Weber, 1973, p. 19.

²⁸ Cf. *M. Vitruvii Pollionis De Architectura Libri Decem*, cum Commentariis Danielis Barbari, Venetiis 1567, p. 354.

²⁹ Cf. Francesco di Giorgio Martini, *Trattati di Architettura, ingegneria e arte militare* (I, p. 3 in Edizioni il Polifilo, Milano, 1967, a cura di Corrado Maltese).

³⁰ Cf. *Trattati ... Preamb.* (II, p. 295 Maltese).

³¹ Cf. *Trattati, Macchine per muovere pesi* (II, p. 493-494 Maltese).

³² Sur l'attitude de Francesco di Giorgio Martini à l'égard des ouvrages théoriques de ses prédécesseurs, et singulièrement du *De Architectura* de Vitruve, cf. C. Maltese, *Trattati, Introduz*, p. XVII sq.

n'accueillait pour sa part, et dans un rapport très lâche avec son modèle, que les seuls éléments de mécanique appliquée intéressant la manipulation des charges (levage, transport: livre 6) et l'adduction des eaux (livre 10). Aucun développement sur les machines des guerres ne figure dans le *De re aedificatoria*, sinon, très indirectement, dans l'éloge liminaire — rappelant la notion d'ingéniosité attachée par les Anciens à *machinatio*, éloge des architectes défenseurs des cités, protecteurs efficaces de la puissance et de la liberté de leur patrie³³. Certainement plus précises et pertinentes, mais répondant essentiellement à un type d'analyse scientifique critique, sont les observations que présente par ailleurs Léonard de Vinci sur quelques développements vitruviens touchant la mécanique: mesure des distances sur l'eau³⁴; relations de nature et d'efficacité entre un modèle à échelle réduite et une réalisation à grande échelle (à propos de l'hélepole de Callias)³⁵; mesure des distances sur terre, Léonard de Vinci soulignant dans ce dernier cas les limites d'une description technologique: «Vitruve», écrit Léonard de Vinci, «en mesurant le mille au moyen de plusieurs révolutions complètes des roues motrices des chariots ... ne reconnut point que c'était le moyen de trouver le carré égal à un cercle»³⁶.

Les figures et dessins associés aux textes vitruviens sur la mécanique sembleraient accuser la qualité anachronique de la lecture faite de ces textes aux temps de la Renaissance: représentation par exemple de l'orgue hydraulique ou du compteur de distance dans les éditions de Daniello Barbaro³⁷ — mêlant éléments de l'époque romaine, du Moyen Âge et de la Renaissance: des appareils de nivellement, des roues éléva-

³³ Cf. *De re aedif.*, prol. 3: *Et quod maxime praestat, parua manu saluoque uincit milite architectus.*

³⁴ Cf. *Bibl. Inst. de France*, G 54 r (*Les Carnets de Léonard de Vinci*, Paris, Gallimard, 1942, II, p. 141). Léonard de Vinci renvoie également dans ce passage au procédé décrit par Battista Alberti.

³⁵ Cf. *Bibl. Inst. de France*, L 53 r (*Les Carnets*, I, p. 552).

³⁶ Cf. *Bibl. Inst. de France*, G 96 r (*Les Carnets*, I, p. 548).

³⁷ Si D. Barbaro ne peut pas être proprement désigné comme l'auteur même des figures et dessins qui illustrent ses éditions (figures et dessins réalisés pour la plupart sans doute par Palladio), plusieurs données convergentes mettent en évidence le choix très concerté de ces illustrations: le travail particulièrement attentif notamment de commentateur — manifesté par rapport à la fois à une documentation littéraire (examen par exemple du texte d'Athénée) et à des sources auxiliaires d'information (référence au modèle réduit de catapulte réalisé à l'Arsenal de Venise); le principe aussi de collaboration étroite établie avec différents spécialistes et intégrant un typographe même de ses éditions tel que Francesco Marcolini; cf. V. Pavliévitch Zoubov, *op. cit.*, p. 70 sq.

trices ou des opérations militaires chez Cesare Cesariano. Les fondements pourtant et les caractères de cet anachronisme se révèlent ici particulièrement équivoques. Quelques rares illustrations de manuscrits vitruviens intéressent la mécanique (représentation de la vis d'Archimède dans le *Parisinus* 7227; du chorobate et de la tortue d'Hégétor dans le *Vaticanus*, Ottoboni 1233)³⁸, mais pas plus que celles qui relèvent des autres domaines de l'*architectura* (dessins à la plume notamment du manuscrit de Sélestat, représentant chapiteaux, bases de colonnes...), ces illustrations n'entretiennent de relation d'authenticité avec les dix figures originales perdues auxquelles renvoie Vitruve³⁹. Parfois intégrées à une place aberrante par le copiste (la figure de l'élévateur à vis, décrit au livre 10, est ainsi dessinée, dans le *Parisinus* 72 27, à la fin du livre 9), ces illustrations ne faciliteraient guère sans doute une compréhension plus exacte du texte vitruvien. Si toutefois l'ignorance de quelques copistes du Moyen Âge a pu favoriser le choix abusif de diverses figures et dessins, les éditeurs de la Renaissance, tels que Cesare Cesariano ou Barbaro manifestent nettement leur intelligence du texte leur effort pour résoudre ses difficultés et leur perception lucide des discordances réalisées entre le texte de Vitruve et ses illustrations. Cesare Cesariano attire ainsi l'attention (p. CLXXV) sur l'absence de correspondance qu'il observe entre une figure de R. Valturio et le développement du *De Architectura* sur les catapultes. S'agissant également du passage sur les machines de guerre, qu'il déclarait désespérément obscur, Daniello Barbaro, conduisant une enquête attentive, appuie sa recherche sur une mise en regard d'un texte d'Athénée, mais fait aussi référence à un modèle de catapulte, fait à Venise et placé dans une des salles de l'arsenal, modèle, écrit Barbare, «che in molta parte si conforma con la narrazione di Vitruvio»⁴⁰.

³⁸ De nombreuses représentations ont été proposées des machines de levage ou des systèmes d'élévation de l'eau : par Francesco di Giorgio Martini, Buonaccorso Ghiberti, Leonard de Vinci... Cf. C. H. Krinsky, Introduction à l'édition du *Vitruvius de Architectura* de Cesare Cesariano (München, Fink, 1965, p. 26-27).

³⁹ Si les indications de Vitruve renvoyant à des illustrations de son texte ne peuvent raisonnablement être mises en doute (cf. cependant W. Sackur, *Vitruv und die Polierketiker*, Berlin, Ernst & Sohn, 1925, p. 12-19), l'hypothèse ne peut être en revanche exclue que ces illustrations aient été plus nombreuses que celles explicitement signalées. Sur l'ensemble de ces questions, cf. F. Pellati, *op. cit.*, p. 56 sq.; C. H. Krinsky, *Seventy-eight Vitruvius Manuscriptis*, p. 41 sq.; B. Bischoff, *op. cit.* p. 275 sq.; R. Recht, «Codage et fonction des illustrations : l'exemple de l'édition de Vitruve de 1521», in *Les traités d'architecture de la Renaissance*, p. 61-66.

⁴⁰ Cf. D. Barbaro, *I dieci libri dell'Architettura*, 6e éd., p. 270 : cité par V. Pavliévitch Zoubov, *op. cit.*, p. 71 ; p. 87 note 23.

Une dualité de plans apparaît en fait établie par les commentateurs de la Renaissance entre l'explication proprement dite du texte et son exploitation comme base d'un développement, largement ouvert sur les réalités contemporaines. Pertinente pour le commentaire écrit (chez Barbaro, chez Philander ...), cette observation l'est aussi pour les figures et dessins: une fonction ambiguë est assignée à l'image, fonction très large d'illustration tendant à prolonger, voire à transposer un discours spécifique, autant qu'à l'éclairer ou à l'expliquer. Cette fonction a sans aucun doute marqué et orienté les choix des éditeurs vitruviens de la Renaissance, leurs échanges et emprunts très libres d'illustrations⁴¹ où interfèrent influences contemporaines et antiques — antiquité identifiée dans le texte ou appréhendée à travers une documentation figurée, celle notamment peut-être des manuscrits (manuscrits non seulement de Vitruve, mais de l'ensemble des mécaniciens anciens).

Les commentaires de Claude Perrault, architecte du Louvre et éditeur du *De Architectura*, marquent une étape nouvelle, au XVII^e siècle, dans l'histoire de la réception du corpus vitruvien sur la mécanique. Pas plus sans doute qu'au siècle précédent n'est cherché dans ce corpus le modèle de référence de créations mécaniques originales, et le texte du livre 10 apparaît aussi corrompu à Perrault qu'il le semblait à ses lecteurs de la Renaissance. «La description de la catapulte», écrit ainsi Perrault, «n'a été entendue de personne quoique quantité de grands personnages s'y soient employés avec beaucoup de soin» (p. 332). Mais l'effort de compréhension et d'interprétation de Claude Perrault fut celui à la fois d'un philologue attentif et d'un ingénieur compétent, attaché à cerner précisément les problèmes et à les résoudre avec cohérence. Ainsi pour la description vitruvienne de l'orgue hydraulique. «Ni l'italien Barbaro», écrit Jean-Paul Dumont⁴², «ni le Père Mersenne dans son *Harmonie Universelle* (1636), ni Pierre Trichet dans son *Traité des Instruments de musique* (1640), ni le Père Kircher, dans sa *Misurgia Universalis* ne parvinrent à concevoir le rôle que pouvait jouer l'eau dans la production des sons. Et même Athanase Kircher, le savant jésuite, sensible au glouglou et aux gazouillis des fontaines, envisageait que l'eau produisît

⁴¹ Emprunts largement attestés en dehors du *De Architectura* (cf. par exemple, L. Reti, «Francesco di Giorgio Martini's Treatise on Engineering and its Plagiarists», in *Technology and Culture*, IV, 3, 1963, p. 287 sq.), et perpétués par Vitruve bien au-delà de la Renaissance — conduisant même à quelques illustrations modernes aberrantes du *De Architectura*!

⁴² Cf. Jean-Paul Dumont, «Un orgue imaginaire? Claude Perrault interprète de Vitruve», *Revue des Sciences Humaines*, 186-187, 1982-1983, p. 75 sq.

une sorte de trémolo étrange. Bref il fallut attendre 1673, c'est-à-dire la première interprétation de Vitruve par Claude Perrault pour que l'instrument parût capable de jouer, et pour que l'ordonnance des signes qui le décrivaient redevînt signifiante». L'interprétation de Perrault n'était assurément pas exempte de tout anachronisme. La forme imaginée, par exemple, pour les ressorts ou pour les manches de piston de l'orgue relève seulement de la pratique instrumentale du XVIIe siècle. Mais la méthode d'enquête était saine dans son principe qui tendait à retrouver une cohérence entre données philologiques et exigences mécaniques».

La difficulté constatée, dans l'édition de Perrault, mais dans la plupart aussi des éditions postérieures, à retrouver cette cohérence relève assurément de données textuelles ou matérielles (dégradation de la tradition manuscrite, obscurités ou lacunes de la description, disparition de l'instrument à identifier), mais d'un traitement souvent abusif aussi de l'information :

- . orientations aprioristes de l'interprétation, s'agissant par exemple de l'orgue hydraulique — dont la description chez Vitruve a été appréciée par les commentateurs comme simple reprise de la description de Ctésibios⁴³, en fonction de l'idée préconçue, souvent démentie par l'histoire des techniques, selon laquelle la machine simple précède toujours la machine complexe;

- . corrections introduites par *analogie*, sous l'autorité équivoque de textes thématiquement (parfois même formellement) proches. Que les descriptions de Philon ou de Héron par exemple ne correspondent pas exactement avec celles du *De Architectura* n'implique nullement en réalité une contradiction fautive et l'erreur nécessaire de l'un de ces auteurs, les descriptions proposées pouvant être celles d'engins et de machines, différents suivant les lieux et objets de transformations au cours des temps⁴⁴;

- . modifications textuelles, arbitrairement orientées par une documentation archéologique dont le témoignage ne saurait jamais être retenu au prix d'une violence faite au texte. Les variantes ici encore observables, touchant par exemple les roues à eau, la vis d'Archimède, le sommier de l'orgue ne suffisent pas à mettre en doute la pertinence des informations vitruviennes — pour peu que soient prises en compte la diversité intervenant, à une époque définie, entre machines du même genre, et les modifi-

⁴³ Sur cette question, cf. L. Callebat, *De l'Architecture X*, p. XXV; 174 sq.

⁴⁴ Cf. *ibid.*, p. XXXVII.

cations apportées au cours des temps⁴⁵. Cette primauté accordée au texte n'exclut naturellement pas les confrontations possibles avec les informations archéologiques⁴⁶, dont plusieurs ont confirmé l'exactitude des restitutions envisagées. Ainsi de la reconstitution de l'horloge anaphorique «pressentie par Perrault et précisée par Belfinger» — et dont l'exactitude a été garantie, au XXe siècle seulement, par la découverte, près de Salzburg, d'un fragment de disque en bronze⁴⁷.

Que ces correspondances soient, en plusieurs autres cas, difficiles à établir relève d'abord d'une composante essentielle de la réception du texte, composante certainement embarrassante à cerner et largement méconnue: celle de la nature même du développement vitruvien, de ses caractères et orientations spécifiques. Cette originalité du *De Architectura*, et singulièrement du corpus de la mécanique apparaît plus particulièrement déterminée par la connexion de trois caractères fondamentaux: celui de description technique, celui d'exposé normatif, ou exemplaire, celui enfin de discours scientifique.

En tant que description technique, le texte vitruvien propose une étude des machines, de leur construction, de leur fonctionnement. Une information spécialisée est ainsi proposée, touchant la mécanique appliquée, information certainement importante pour l'histoire générale des techniques, mais parfaitement réaliste d'abord et crédible sur le plan même de l'information. La précision des détails, la cohérence du texte, le caractère pratique de la représentation manifestent, dans de nombreuses descriptions, une compétence de type professionnel, plus que livresque: description des appareils de nivellement, des adductions d'eau (et des problèmes y afférents), des horloges ou cadrans solaires, et surtout des moulins à eau, des machines de jet, des machines de levage — la description de Vitruve étant, dans ce dernier cas, à la fois plus réaliste que celle de Héron et ordonnée dans une perspective plus pratique: Vitruve décrit d'abord, en ordre de puissance croissante, les engins les plus performants — ceux qui peuvent lever les plus lourdes charges avec une main d'oeuvre réduite —, puis l'engin le plus rapide d'utilisation. Et cette recherche de puissance et de rapidité répond parfaitement aux

⁴⁵ Cf. *ibid.*, p. XXXVI. La prise en considération est également indispensable de la spécificité de l'exposé vitruvien: cf. *infra*.

⁴⁶ Confrontations entreprises dès au moins la Renaissance: cf. C. Maltese, *Francesco di Giorgio Martini*, Introduz, p. XIX.

⁴⁷ Cf. J. Soubiran, *Vitruve, De l'Architecture IX*, p. 299-302: «... on ne soulignera jamais assez combien est remarquable», écrit J. Soubiran (*ibid.*, p. 301) «la concordance entre ce qui nous en reste et la notice de Vitruve».

préoccupations de l'architecte public, tel que l'évoque Vitruve dans sa préface — et tel qu'il était vraisemblablement dans la réalité historique de l'époque augustéenne ⁴⁸.

Les difficultés d'interprétation rencontrées cependant, depuis au moins la Renaissance, par les lecteurs du corpus vitruvien de la mécanique, les appréciations fréquemment dépréciatives aussi portées sur ce corpus doivent être situées dans une perspective d'analyse complexe relevant, en même temps que du traitement spécifique de ces questions par Vitruve, de l'état de conservation du texte, de l'histoire des techniques, de particularités de «genre»:

— état de conservation du texte tout d'abord, ou plus précisément altération, constatée dès la Renaissance ⁴⁹, de mots, de phrases, de sigles numériques déterminant des difficultés immédiates, et parfois graves, d'interprétation:

— histoire des techniques: les objets représentés ont connu une *histoire*: invention, ébauches, transformations, disparition parfois. Les difficultés créées par la disparition de l'objet de référence sont évidentes. Demeure la prise en considération nécessaire d'un état historiquement déterminé, à partir duquel ont été établies les descriptions vitruviennes — quel que soit par ailleurs le caractère normatif, voire «stratifié» ⁵⁰ de ces descriptions. Il apparaît ainsi par le *De Architectura* que l'artillerie romaine a eu une originalité réelle et un développement propre. Considérer comme erreur de Vitruve tout écart, dans ce domaine, par rapport à un modèle grec supposé est assurément abusif. Et les confusions ou difficultés sont également inévitables pour qui méconnaît l'évolution subie par un système de nomenclature (*ballista, catapulta, scorpio*) très différent à l'époque d'Ammien Marcellin de ce qu'il était aux temps de César ou d'Auguste ⁵¹;

— particularités de genre: la brièveté d'abord et l'économie d'expression que détermine la forte imprégnation des thèmes traités

⁴⁸ Sur ces différentes questions, cf. nos commentaires, dans la Collection des Universités de France, des livres VIII et X du *De Architectura*.

⁴⁹ Cf. *supra*.

⁵⁰ Cf. *supra*. Sur la notion de «stratification» des informations vitruviennes, surimposant des données relevant de différentes sources et différents moments, cf. B. Wesenberg, «Beitrag zur Rekonstruktion griechischer Architektur nach literarischen Quellen», *MDAI(A)* 9, Beiheft, Berlin, 1983, p. 164-181.

⁵¹ Cf. Ph. Fleury, «Vitruve et la nomenclature des machines de jet romaines», *REL*, LIX, 1981, p. 216-24.

chez un rédacteur homme de métier et spécialiste⁵² (mais les lacunes et imprécisions constatées peuvent être aussi parfois celles d'un exposé mal maîtrisé, dans les cas surtout où l'information vitruvienne se révèle purement livresque — pour la description par exemple de l'hodomètre)⁵³;

— l'orientation de «genre» aussi d'une littérature technique réalisant sa vocation encyclopédique par la diversité de ses objets d'étude plus que par des inventaires circonstanciés et exhaustifs.

Les caractères normatifs de l'exposé vitruvien ont, en différents cas, certainement accentué les difficultés constatées d'interprétation. Ces tendances normatives, appréhendées au demeurant dans l'ensemble de l'oeuvre, et notamment privilégiées par les architectes et par les artistes de la Renaissance, sont, dans le domaine de la mécanique, d'abord manifestées par la recherche de relations simples, de nomenclatures mathématiques systématisées. Cette systématisation qui, en certains cas, semblerait conduire à des solutions absurdes (pour la nomenclature, par exemple, des tuyaux)⁵⁴, est modérée cependant par un important correctif: en plusieurs passages du *De Architectura*⁵⁵, Vitruve signale en effet la nécessité d'adapter aux circonstances les relations modulaires touchant l'architecture et exprime une nouvelle fois, dans son livre 10, 10, 6, à propos des machines de guerre, cette notion importante, mais souvent méconnue⁵⁶.

Aux orientations normatives de l'exposé vitruvien ressortissent aussi les différentes classifications souvent proposées avec pertinence, mais facteurs d'ambiguïtés dans les cas où les classifications adoptées sont ensuite modifiées. Ainsi pour la classification des machines: en trois types d'abord, mêlant critères fonctionnels (*spirabile*) et critères d'utilisation (*scansorium; tractorium*); puis en deux types, déterminés par les critères de puissance (*machina*) et de maniabilité (*organum*).

En tant surtout qu'elles affectent la représentation même de l'objet, les orientations normatives de l'exposé vitruvien tendent à dégager, à

⁵² Cf. L. Callebat, «La prose du 'De Architectura' de Vitruve», in *ANRW*, 30, 1, p. 716 sq.

⁵³ Cf. *Arch.*, 10, 9 (et notre comment, *op. cit.*, p. 187 sq.).

⁵⁴ Cf. *Arch.*, 8, 6, 4 (et notre comment., *op. cit.*, p. 163 sq.).

⁵⁵ Cf. *Arch.*, 3, 3, 13; 3, 5, 9; 5, 6, 7; 6, 2, 1; 6, 3, 11.

⁵⁶ Sur l'importance accordée par un commentateur vitruvien de la Renaissance, tel que Barbaro, aux proportions et relations mathématiques, cf. V. Pavliévitch Zoubov, *op. cit.*, p. 77 sq.

partir d'éléments matériels précis, non plus seulement un objet particularisé, mais un *concept* d'objet. Pour les différentes machines que l'auteur semble connaître en spécialiste (machines de guerre notamment), la représentation proposée, élaborée à partir d'une réalité donnée, est à la fois «historique» et «exemplaire». Dans tous les cas où la connaissance de Vitruve paraît surtout livresque (pour l'hodomètre, peut-être aussi pour l'orgue hydraulique), l'image offerte se révèle beaucoup plus difficile à cerner.

Description technique et exposé normatif, le corpus vitruvien sur la mécanique est enfin singularisé par sa qualité spécifique de discours scientifique.

Le discours scientifique du *De Architectura* ne tend pas vers l'élaboration abstraite d'une théorie de la mécanique. Il élargit plutôt les perspectives technologiques de l'exposé en rattachant à quelques principes essentiels et à une histoire fondamentale l'étude présentée des machines, de leur construction, de leur fonctionnement. Le développement consacré par Vitruve, dans son livre 10, 3, à la ligne droite et au cercle, puis au levier, situe ainsi un ensemble d'informations technologiques par référence à un principe essentiel — le levier intervenant plus particulièrement à la fois comme élément d'explication et comme symbole: élément d'explication, touchant la presque totalité des machines, des rôles respectifs des forces agissantes et des forces résistantes, par rapport à un point d'appui; symbole aussi de l'ingéniosité de l'homme (les formes d'expression choisies par Vitruve sont significatives, qui opposent fortement et de manière réitérée la douceur de l'effort exigé et l'énormité de la tâche effectuée).

En tant qu'il définit une *histoire fondamentale*, le discours scientifique vitruvien est à la fois discours sur les origines et discours cosmologique: «Tout mécanisme», écrit Vitruve ⁵⁷, «a son origine dans la nature et son principe dans la rotation du monde ... De fait observons d'abord et considérons le système que forment le soleil, la lune et aussi les cinq planètes; si des lois mécaniques ne réglaient pas leur rotation, nous n'aurions pas, à intervalles déterminés, la lumière et la maturité des fruits. Lorsque donc nos ancêtres eurent observé ces phénomènes, ils prirent à la nature les modèles qu'elle offrait et, les imitant et s'inspirant des ouvrages divins, ils en tirèrent des applications utiles à l'existence. Par suite ils confièrent, pour plus de commodité, certaines de leurs réalisations aux machines et à leur rotations, d'autres aux instruments et

⁵⁷ Cf. *Arch.* 10, 1, 4.

ce dont ils observèrent ainsi l'utilité pratique, ils s'attachèrent à le perfectionner par des recherches spéculatives et techniques et par des théories scientifiques fixées peu à peu».

La nature de ce discours permet de mieux cerner sans doute les problèmes posés par le choix ou l'organisation jugés aberrants de quelques composantes du corpus vitruvien sur la mécanique: ainsi pour le long développement sur l'astronomie qui, occupant plus d'un tiers du neuvième livre, précède, dans le *De Architectura*, l'étude de la gnomonique. Léon Battista Alberti manifeste quelque ironie⁵⁸ à l'égard de la classification de l'astronomie par Vitruve au nombre des sciences que doit posséder l'architecte (auquel elle donnerait les notions d'orientation nécessaires et faciliterait la pratique de la gnomonique)⁵⁹. Mais le traitement privilégié accordé par Vitruve à l'astronomie ne coïncide pas seulement, comme le suggère J. Soubiran⁶⁰, avec l'engouement des Romains pour les choses du ciel. D'Archimède (fils de l'astronome Phidias et astronome lui-même)⁶¹ jusqu'à Einstein, en passant par Newton, Lagrange ou Laplace, l'histoire de la mécanique se révèle intimement liée à l'histoire de l'astronomie et les interférences mêmes sont remarquables en latin entre le vocabulaire de l'astronomie et celui de la mécanique⁶². Si l'on rapproche de ces données l'origine cosmique supposée par Vitruve à la mécanique, il apparaît très vraisemblable qu'après les développements hydrauliques du livre 8, très proches encore de l'*aedificatio*, la description au début du livre 5 de l'ordonnance générale de l'univers et du mouvement des astres constitue l'ouverture proprement dite du traité sur la mécanique.

* * *

Marqué par les altérations de sa transmission textuelle, difficile souvent d'interprétation, n'offrant aucun modèle directement exploitable aux plans des réalisations artistiques ou des concepts esthétiques, le

⁵⁸ Cf. *De re aedificatoria* 9, 10.

⁵⁹ Cf. *Arch.* 1, 1, 3; 1, 1, 10.

⁶⁰ Cf. J. Soubiran, *Vitruve, De l'Architecture*, IX, p. XXXV.

⁶¹ Cf. Tite-Live 24, 34, 2: «Archimède, homme sans rival dans l'art d'observer les cieux et les astres, mais plus merveilleux encore par son habileté à inventer, à construire des machines de guerre, à l'aide desquelles, au prix d'un léger effort, il se jouait des ouvrages que l'ennemi avait tant de peine à faire agir».

⁶² Des termes tels que *ara, aries, chele, coruus, delphinus, iugum, libra, plastrum, scorpio, sucula* sont communs aux deux vocabulaires.

corpus vitruvien sur la mécanique est très largement resté à l'écart du phénomène d'orchestration et de valorisation dont ont bénéficié, dès l'époque de la Renaissance, les parties proprement architecturales du traité. Souvent mal interprétés ou méconnus par les commentateurs modernes, les textes du *De Architectura* consacrés à la mécanique proposent cependant les descriptions techniques les plus pertinentes peut-être de l'oeuvre de Vitruve. Envisagés dans leurs contextes spécifiques de création et de réception, analysés dans leur connexion complexe de description technique, d'exposé normatif et de discours scientifique, ils constituent un document particulièrement important dans l'histoire des techniques, dans l'histoire aussi des mentalités et des civilisations.