

Recherches sur la notion de précision dans la mesure médiévale

Pierre Portet

"Prendre des mesures précises, c'est prendre des mesures justes" nous dit Emile Littré et selon lui la précision se définit par "l'exactitude rigoureuse dans les calculs et les sciences".

Un ingénieur répondrait aujourd'hui d'une façon plus complète et il pourrait nous dire que, si l'on veut qu'une mesure soit précise, il faut d'abord que l'instrument qui sert à mesurer se rapproche le plus possible des caractéristiques d'une unité de référence, l'étalon. Il faut ensuite - nous dirait-il - que celui qui mesure prenne les précautions nécessaires pour assurer la justesse de sa mesure, et ces dispositions varient selon l'objet qu'il s'agit de mesurer.

Voilà ce que signifie prendre des mesures précises dans l'esprit contemporain.

Si l'on essaie de rechercher au Moyen Âge une définition de cette préoccupation, les choses deviennent plus difficiles.

Une fable de Marie de France et sa moralité commencent à nous mettre de plain pied avec l'évocation médiévale, je la laisse parler :

" Ceci nous parle d'un mesureur qui un jour mesurait une terre. Il maudissait durement la mesure car il ne pouvait d'aucune manière mesurer correctement [droit mesurer]. La perche lui dit alors : "Laisse moi tranquille ! Je ne fais rien par moi même : tu me jettes on le voit bien. Tu es plein de tricherie : sur moi tu tournes ta félonie."

Ainsi font les gens qui ne sont pas droits ; quant apparaissent leurs défauts, il veulent en accuser les autres et leur attribuer leurs méfaits¹. [Ecrit vers 1170 - 1178. Fable n° 90]."

Voici donc abordé le problème que je veux étudier : que peut-on savoir de la précision dans la mesure médiévale ? et d'abord comment la nomme-t-on ?

Le terme actuel de précision n'est sûrement pas le plus adapté pour parler du type de préoccupation qu'il désigne et qui touche à la fois, au Moyen Âge, à la morale chrétienne, aux comportements économiques et à l'histoire des sciences et des techniques.

Le concept n'est pas nommé d'un seul mot comme nous le faisons aujourd'hui et il me semble qu'il y a une voie de recherche intéressante à suivre la trace et la façon de décrire ce type de comportement.

La première série de remarques que je vais faire pour essayer d'approcher une définition portera sur le lexique des textes carolingiens consacrés à la mesure. Quels sont les mots que l'on utilise pour décrire les qualités que doivent avoir la mesure et les mesurages ?

Dans ce qui suivra, je voudrai seulement signaler les domaines où j'ai pu rencontrer des traces d'une volonté de faire qui montre un souci de ce que l'on appelle précision dans la métrologie actuelle. La deuxième série de questions s'adresse donc aux traces archéologiques et aux traces textuelles de la mesure, que peut-on savoir du souci de précision qui préside aux mesurages à l'examen de leurs témoignages ?

A - De la morale biblique à la nécessité de précision, l'exemple du vocabulaire carolingien de la mesure

Un premier point d'observation des qualités que doit avoir la mesure est constitué par les textes législatifs carolingiens qui donnent un corpus assez fourni de passages consacrés à la métrologie. Ces textes conciliaires, ces capitulaires montrent comment le pouvoir central définit les qualités de précision que doivent avoir les mesurages du royaume Franc.

Ils donnent une première description idéale des qualités de justesse de la mesure qui sont en connexion directe avec la morale chrétienne et non pas bien sûr avec un souci technique qui serait le premier moteur.

Ce vocabulaire est beaucoup plus inspiré des prescriptions bibliques que celui d'Isidore de Séville qui nous donne un catalogue de mesures antiques, rythmé par quelques étymologies mais où l'auteur n'insiste presque pas sur la nécessaire justesse des mesures.

Quelles sont donc les qualités que doit avoir la mesure pour les administrateurs carolingiens ?

La mesure doit d'abord être égale. L'**Aequalitas** est la grande préoccupation des textes législatifs et les vocables *aequus aequalis* sont ceux qui arrivent en tête des qualificatifs métrologiques des capitulaires. La mesure doit être égale aux étalons conservés au palais impérial : «ils reçoivent la mesure de notre palais selon la vieille coutume» nous dit le capitulaire *De villis*².

Cette mesure doit être **legitima, probata, generalis, publica**³. **Probat** = éprouvé au sens de l'or et de l'argent que l'on teste. L'ajustement des mesures utilisées se fait par comparaison avec la mesure légitime à l'aide de divers procédés techniques de mesurage qui vont de la comparaison entre 2 mesures à grains (Corbie 826) jusqu'au pesage de la mesure pour l'évaluer correctement (Mantoue 781)⁴.

La mesure doit être **justa**, juste. *Si l'aequalitas* préoccupe surtout le législateur c'est le terme *justa* qui est le plus présent dans les écrits des clercs⁵. Le concile de Paris de 829 insiste beaucoup sur la morale métrologique et sur le problème des balances trompeuses et des doubles mesures⁶. Il déploie à cet effet le plus grand nombre de citations bibliques sur le sujet.

In fine, ce sont les sermons d'Eloi, le saint évêque de Noyon (ap. 850) qui résumant de la meilleure façon les qualités que doit avoir un bon mesurage, chrétiennement exécuté⁷. Celui qui veut être un vrai chrétien ne doit avoir ni balance fautive ni double mesure, il doit avoir un juste muid, un setier égal et ne doit pas exiger d'usures pour de l'argent prêté.

Le vocabulaire des clercs et des administrateurs carolingiens fournit ainsi une première description des qualités que doit avoir la mesure, qualités qui sont fortement arrimées dans la morale biblique.

Pour pouvoir être respectées, ces prescriptions exigent que le mesureur mette en oeuvre des gestes techniques qui l'amènent tout droit sur le chemin de la précision.

Ces définitions carolingiennes reprennent des qualificatifs qu'il serait aisé de retrouver dans des textes médiévaux plus tardifs. Mais il faut constater que, non, il n'y a pas de mot ni de théories pour nommer, définir et expliquer le concept de précision. Je retiens simplement : une mesure précise au sens actuel du terme est une mesure juste. Examinons maintenant les applications pratiques des techniques de mesure pour y rechercher de la précision.

B - Les champs d'application

Trois secteurs retiendront mon attention : Le domaine du pesage, de la fabrication des monnaies et des métaux précieux. Le domaine de la mesure du vin, le jaugeage. Le domaine de la mesure des longueurs et des surfaces.

1 - Les métaux précieux, la monnaie et le pesage en général

C'est celui qui est finalement un des mieux connus

a - Les balances

Ce symbole par excellence de l'équité et donc de la précision a été beaucoup étudié par les archéologues scandinaves et allemands⁸ en raison des très nombreuses trouvailles effectuées dans la deuxième moitié du XXe siècle dans les fouilles archéologiques.

Erik Sperber⁹ a étudié en 1988 plusieurs dizaines de balances Wikings qui servaient au pesage des métaux précieux. Ces instruments étaient enfouis dans des sépultures où ils furent retrouvés en bon état de conservation. Il s'agit de balance à bras égaux (fléau de 100 à 120 mm) et l'auteur a analysé leur précision et leur sensibilité à diverses charges.

Les résultats obtenus nous montrent les caractéristiques suivantes :

1 - à charge nulle : 0,2 - 0,4 gr = 1 mm de mouvement de l'index

2 - à charge de 35 g sur chaque plateau le fléau bouge avec 0,8 à 0,12 g de surcharge ie 2 à 3 % de la charge

L'étude d'une série de 35 poids montre +/- 0,08 g d'écart type par rapport à la moyenne de la série. Pour résumer, la précision de fabrication des poids et des balances apparaît à l'auteur comme statistiquement homogène.

Il y a eu lors de la fabrication des balances et des poids le souci de construire des instruments qui possédaient une sensibilité qui se tenait à l'intérieur de normes de fabrication dont l'écart était déterminé et connu par l'artisan.

b - la fabrication des monnaies et la manipulation des métaux précieux

L'histoire de la frappe monétaire c'est pour une bonne part l'histoire d'une norme fixée par un pouvoir, c'est l'histoire de son respect par les monnayeurs, de sa transgression par les faux monnayeurs. Le problème de la précision est donc crucial dans la technique de la fabrication monétaire. Précision des pesages, connaissance des proportions de métal dans les alliages, il faut que le technicien puisse apprécier avec suffisamment de précision ce qu'il fait par rapport aux normes de fabrication qu'on lui a imposées.

Je n'évoquerai pas davantage le problème de la fabrication des monnaies médiévales, tous les processus de fabrication et les normes de tolérance - les façons de "chatouiller le remède" - ont été décrits et je renvoie là-dessus aux travaux des spécialistes.

Je ferai juste une petite incursion dans le domaine de la physique appliquée en mentionnant les problèmes d'alliage évoqués dans le texte tardo-antique intitulé *Carmen de ponderibus* (v. 500) et dans les *Mappae clavicula* (v. 1130)¹⁰. Ces textes exposent une sorte de méthode hydrostatique dont on ne sait pas si elle a été réellement mise en pratique par les artisans, en tout cas les résultats - faux - sont obtenus par le biais de pesages sophistiqués des alliages à évaluer.

2 - la mesure du vin et la jauge des tonneaux

La commercialisation du vin exige la maîtrise de facteurs de précision importants dans deux étapes de sa mise sur le marché. Il faut tout d'abord le mettre en tonneaux. Au XIV^e siècle le royaume de France connaît une multitude de barriques aux noms différents mais que l'on peut classer en huit grands types de capacité qui sont connus dans toute l'Europe. A ce stade les tonneliers doivent être capables de respecter et de reproduire de façon répétitive des normes de contenance dans la fabrication des futailles. Il faut pour cela des gabarits précis de traçage. La deuxième étape est celle du contrôle de la quantité de vin contenue dans la barrique. On doit connaître le type de capacité auquel on a affaire et il faut ensuite pouvoir trouver rapidement le volume de vin contenu. Pour cela les jaugeurs se servent au moins à partir du XIV^e siècle, de tiges graduées de métal ou de bois pour se livrer à l'inspection des tonneaux, ce sont les verges. La disposition de la graduation sur la verge dépend de la capacité du tonneau que l'on expertise. La question du calcul du volume des tonneaux à captivité de nombreux géomètres mais ce n'est qu'au XV^e siècle que Jean Fusoris [1365-1436]¹¹ et Nicolas Chuquet [1484]¹² donnent explicitement les moyens de calculer ces graduations. Auparavant, les graduations ont été tracées de manière empirique, de façon non pas géométrique mais artisanale comme aurait pu le dire Jean de Murs [*De arte mensurandi* composé vers 1343 édité par Busard 199]. Il faut retenir que le commerce du vin a généré, depuis le XIV^e siècle au moins, la recherche de solutions techniques et mathématiques qui soient garantes d'une précision constante - en tout cas acceptable - pour toutes les parties engagées dans ce trafic.

3 - troisième champ d'application : la mesure des longueurs et des surfaces

J'en viens maintenant à ce qui nous occupe aujourd'hui la mesure et l'estimation de la terre. Le débat sur la précision des mesurages agraires est ancien et continue de se développer avec vitalité, je ne veux pas l'aborder ici dans sa globalité, je veux simplement signaler des comportements techniques qui me paraissent dignes d'attention en ce sens qu'il manifestent un souci marqué de la précision du résultat que l'on veut obtenir.

Voyons tout d'abord quelques constantes des pratiques métrologiques médiévales. Il y a des étalons des mesures de longueurs placés un peu partout, là où les autorités de contrôle le jugent bon, sur les bâtiments publics, sur les bâtiments religieux ; dans l'Europe du Moyen Âge, il est facile de faire vérifier une mesure qui ne paraît plus de bonne longueur. Si cette montre publique de la mesure légale ne suffit pas, les contractants qui désirent mieux définir la mesure qu'ils emploient et s'assurer un degré de sécurité supplémentaire utilisent plusieurs méthodes. Pour cela on indique la longueur de l'unité de mesure employée par une représentation graphique.

Par exemple au Xe et XIe siècle dans la région de Bari le scribe indique que la taille du pied utilisé doit être mesurée à partir de la première lettre de l'acte jusqu'à une marque inscrite dans la marge¹³.

Autre exemple. En 1145 à Corbeny [02215] les abbés de Saint-Rémy de Reims et de Saint-Martin de Laon fixent les droits du prieuré de Corbeny sur un moulin. Pour donner la distance maximum permise entre deux pieux (paxellos) de la digue du moulin, une ligne en zigzag a été tracée sur le document¹⁴.

On peut aussi matérialiser la longueur de référence par un procédé plus tactile. Un acte de 1196 passé entre Jean de Corbeil et les moines de Saint-Victor de Paris, annexe d'un contrat de vente, nous montre un bâton de buis appendu au parchemin pour indiquer la longueur du pied utilisé lors de la transaction¹⁵.

Il arrive également que l'on utilise des reproductions de mesures linéaires à l'échelle 1 pour être bien sûr qu'il n'y aura pas d'erreur possible.

C'est ce que signale l'histoire de la lieue de Brionne [Eure] elle nous montre la circulation de procédés de mesurage de la Normandie vers l'Angleterre qui utilisent une technique de transport d'unité de mesure.

Après 1066, Le duc de Normandie [Guillaume I le conquérant] concède des terres en Angleterre à Richard de Bienfaite en échange de Brionne, voici ce que nous dit Robert de Torigny le continuateur de Guillaume de Jumièges qui écrit vers 1180 :

"Plusieurs anciens disent que Richard le père de Roger ... avait reçu la ville de Tonbridge et assurent que la lieue de Brionne avait été mesurée avec une corde et que, cette même corde ayant été transportée en Angleterre, la lieue de Tonbridge avait reçu une longueur identique à celle que l'on connaissait pour la mesure de Brionne."¹⁶

On voit donc des procédés de mesure de longueurs qui cherchent à être précis mais ils restent à l'état de traces dans la documentation et l'on ne trouve pas de justification théorique de leur emploi.

Ce sont les écrits de Bertrand Boysset produits à la charnière des XIV^e et XV^e siècle qui nous permettent de lire une véritable théorisation de la précision dans la métrologie des longueurs et des surfaces.

Voyons comment les choses se passent dans le détail pour mettre en place ce que les géomètres-experts d'aujourd'hui appellent une "démarche qualité". Boysset définit avant tout un système métrologique, celui d'Arles et le rattache par des équivalences à celui de la ville d'Avignon. Il représente de façon précise l'unité métrique de base de ce système, c'est le palm, l'empan. Sa longueur est figurée par plusieurs dessins de forme différente qui occupent quelques fos du ms de Carpentras.

Après ces premières définitions, Boysset théorise la prise de mesure, c'est-à-dire qu'il établit la liste des précautions qui lui paraissent nécessaire pour effectuer un mesurage juste et précis. Dans la Siensa de destrar, son traité d'arpentage, un tiers des chapitres est consacré à des prescriptions de ce genre soit 15 chapitres sur 46.

On peut essayer de dégager les divers points que le bon arpenteur doit prendre en considération :

Boysset dans le premier chapitre définit tout d'abord la **marge d'erreur maximale tolérable** lors d'un arpentage : elle est du 1/16^e de la mesure considérée lorsque figure l'expression *o entorn* dans un acte. Il note ensuite qu'il faut une **bonne connaissance de la métrologie régionale** et des usages locaux de mesurage et de bornage, cela est répété à plusieurs reprises dans les deux traités (7, 14, T62, T55). L'arpenteur nous dit-il au ch. 3 doit faire une **visite préalable des parcelles à mesurer**, il doit les examiner en les parcourant pour déterminer quelle va être sa stratégie d'arpentage.

Tout un ensemble de notations s'applique aux **instruments de mesure et à leurs conditions d'usage**. Le ch. 9 concerne le comportement du destre de corde, il est trop sensible aux variations hygrométriques car il s'allonge ou se rétrécit en fonction de l'humidité de l'air. Son emploi doit être réservé aux milieux aquatiques car sa longueur reste stable puisqu'il est alors constamment mouillé,

Le ch. 13 quant à lui explique comment réparer un destre rompu en ayant toutes garanties de précision. Un autre groupe de ch. concerne les procédures que l'on doit suivre pour rester précis lorsque l'on emploie telle ou telle méthode de mesure (6, 22, 38, T78). On peut enfin relever un dernier ensemble de prescriptions qui s'applique à la **façon dont les résultats des mesures doivent être relevés** (10, 11, 15, 19, 20) et qui indique comment l'arpenteur doit **contrôler les erreurs et comment il doit procéder à leur rectification** (2, T70). C'est à cette occasion que Boysset promeut vigoureusement l'usage de l'écrit dans ces opérations d'arpentage. La méthode de prise de mesure employée par Boysset a été analysée par les professionnels d'aujourd'hui, ils considèrent comme tout à fait recevables les précautions de précision que préconise l'arpenteur provençal¹⁷.

Conclusion

En guise de conclusion provisoire, au vu des pratiques techniques que je viens d'évoquer, on ne peut pas dire que le concept de précision soit étranger à une partie de ceux qui mesurent au MA.

Ces praticiens cherchent à faire des mesurages, des pesages et des arpentages qui se placent dans des limites connues et fixées par une autorité quelconque. Ils utilisent des méthodes parfois complexes pour parvenir à leurs fins [la jauge graduée]. A la charnière du XIV^e et du XV^e siècle Bertrand Boysset nous fait faire une avancée vers une meilleure compréhension de ce problème technique. Il consacre une part importante de ses écrits à la promotion et à la théorisation d'une méthode d'arpentage où le souci de précision de la mesure tient une place centrale. Ce qui reste largement incertain - avec les problèmes de définition du concept - ce sont les évolutions chronologiques de ce souci technique. Est-il possible d'évaluer la part des mesurages précis ? Est-il possible de retracer une évolution chronologique de cette préoccupation de précision ?

¹ Ecrit vers 1170 - 1178. Fable n° 90 : "L'Homme et son instrument de mesure" [note 1 : source inconnue]. Il s'agit d'une fable très éloignée de la tradition ésoopique habituellement suivie par Marie. L'utilisation d'un instrument de mesure "n'existe nulle part ailleurs dans la tradition de la fable ésoopique médiévale". Marie de France, *Les fables ; éd. critique accompagnée d'une introd., d'une trad., de notes et d'un glossaire par Charles Brucker*, Louvain, Peeters, 1991, X-402 p., (Ktemata 12), p. 333.

"Ci nus cunte d'un mesurur,
que tere mesurot un jur.
Durement maudist la mesure;
kar ne pot par nule aventure
od li, ceo dist, dreit mesurer.

La perche dist : "lai mei ester!
 Jeo ne faz par mei nule rien :
 tu me gettes, ceo veit hum bien.
 Mes tu es plein de tricherie :
 sur mei turnes ta felunie."
 Issi funt li nundreiturers ;
 quant hum aparceit lur mesters,
 les autres veulent encuper
 e lur mesfet sur eus turner."

² Capitulaire *De villis*, 770-800, MGH, *Capitularia*, n° 32 ; d°, I, p. 255, Brevium exempla..., visite d'une villa : « mensuram modiorum et sestariorum ita invenimus sicut et in palatio. » MGH, *Capitularia*, n° 28. Le roi a décidé de fixer le prix des blés évalués d'après « quam modium publicum et noviter statutum. ».

³ MGH, *Capitularia*, n° 255, Capitulaire donné à Toulouse en juin 844.

⁴ Hallinger (Kassius) éd., *Corpus consuetudinum monasticarum. Initia consuetudinis benedictinae (saec. VIII et IX)*. Siegburg, 1963. Les statuts d'Adalhard, datés d'avant 826, sont pp. 355-422. « Volumus ut illa modia anteriora coram illis molinariis ad istum novum modium aestimare facit cum omni aequalitate, quanta modia de illis faciant ista, et secundum haec modia quantum eis convenit. »

MGH, *Diplomata Karolinorum*, n° 132, pp. 192-183. Donné à Parme le 15 mars 781. Vital évêque de Mantoue se plaint à Charles des violences de ses agents et de celles de ses prédécesseurs. Elles constituent des entraves au commerce. «... et ad Mantuam civitatem quamque per reliqua loca et ut majorem modium de ipsis exactare recensuissent, quam illi consueti fuissent dare id est per libras quadraginta quinque. » Voir Chiavari (Aldo), *Misure agrimensorie altomedievali dell'Italia centrale. Il piede di Liutprando e il moggio nell'area marchigiana nei secoli VIII-XII, Atti e memorie della deputazione di storia patria per le Marche*, 1981, pp. 260-266.

MGH, *Concilia aevi karolini*, p. 402. « Propter diversitates et namque inaequalitates mensurarum quae apud plerosque non aequae secundum Domini legem sed secundum uniuscuiusque provinciae usum habentur, mensuram cibi et potus, ponderis ratione, canonicis dandam esse censuimus et hoc ideo, quia, cum huiusmodi mensurae diversissimae et inaequales soleant haberi, publicum tamen pondus provinciis civitatibus metallisque inditum, nihil diversitatis aut inaequalitatis pati debet, quatenus, sicut idem pondus aequum permanet, ita etiam eadem mensura aequae illis tribuatur. Noverint tamen generaliter omnes libram non amplius quam duodecim uncis constare debere. »

⁵ Il est intéressant de voir leur emploi dans la Bible. *L'aequalitas*, utilisée un petit nombre de fois, traite essentiellement de sujets métrologiques alors que le champ de *justus* est bien plus diversifié et étendu.

⁶ MGH, *Concilia aevi karolini*, pp. 44-45, 647, 672.

⁷ MGH, *Scriptores rerum merovingicarum*, t. IV, p. 753, ch. 5 « Nam qui verus christianus vult esse, haec ei necesse est praecepta custodire... qui stateras dolosas et mensuras duplices non habet; qui pecuniam suam non ad usuram tribuit... » Et p. 754, ch. 7 : « Sit vobis aequalitas in pondere et in mensura, sit statera justa, justus modius aequusque sestarius nec plus quam dedistis repetatis ne que usuras pro fenerata pecunia a quoquam exigatis. » Lafaurie (Jean), "Eligius monetarius", *Revue Numismatique*, 1977, pp. 111-151.

⁸ Steuer (Heiko), "Feinwaagen und Gewichte als Quellen zur Handelsgeschichte des Ostseeraumes", dans *Archäologische und naturwissenschaftliche Untersuchungen an ländlichen und frühstädtischen Siedlungen im deutschen Küstengebiet vom 5. Jh.v.Chr. bis zum 11. Jh.n.Chr. Bd. 2: Handelsplätze des frühen und hohen Mittelalters*, hrsg. von H.Jankuhn, K.Schietzel, H.Reichstein. DFG, Weinheim 1984, p. 273-292. Steuer (Heiko), *Waagen und Gewichte aus dem mittelalterlichen Schleswig. Funde des 11. bis 13. Jahrhunderts aus Europa als Quellen zur Handels- und Währungsgeschichte*, (Zeitschrift für Archäologie des Mittelalters, Beiheft 10), Köln/Bonn, 1997, 442 p., 247 ill.

⁹ Sperber (Erik), "How Accurate was Viking Age Weighing in Sweden ?", *Fornvännen*, 1988, t. 83, p. 157-166. Sperber (Erik), *Balances, Weights and Weighing in Ancient and Medieval Sweden*, Stockholm, 1996, (Theses and Papers in Scientific Archaeology 2).

¹⁰ Smith (C.), Hawthorne (J.), *Mappae Clavicula*, American Philosophical Society, 1974. Clagett (Marshall), *The science of mechanics in the Middle Ages*, Madison, University of Wisconsin Press : 1959, (1979), xxix, 714 p. (University of Wisconsin publications in medieval science), p. 85 sq.

¹¹ Nantes, Bibliothèque municipale, ms. 456 ; Paris, Bibliothèque nationale, lat. 7287 et fr. 1339, fo. 85 et suiv., *Géométrie pratique*. Inc. : « Geometrie est ung art par lequel sont trouves toutes mesures. Et deves savoir quelz sont 3 manieres de mesures, si comme droit, plain, corps. ... » Vivait vers 1365-1436. Ms. Paris copié vers 1460 (Beaujouan), ms. Nantes (d°) copié vers 1480. Cf. également G. Beaujouan, Op. cit., 1988, p.74-77, ce ms. et ses dérivés adaptent les calculs de Sacrobosco aux calculs sur le papier. Emmanuel Poulle, *Un constructeur d'instruments astronomiques au XV^e siècle*, Jean Fusoris, Paris, 1963. Ce traité est inédit. Fusoris vivait à Paris de 1339-vers 1460.

¹² Edition : *La géométrie. Première géométrie algébrique en langue française (1484), introduction, texte et notes par Hervé L'Huillier*, Paris, Vrin, 1979. La première version de la Géométrie (nouv. acq. fr. 1052) reflète les études parisiennes de Chuquet, la version définitive est imprégnée par l'influence italienne d'après Guy Beaujouan, « The place of Nicolas Chuquet in a typology of fifteen-century French arithmetics », dans *Mathematics from Manuscript to Print, 1300-1600*, édité par Cynthia Hay, Oxford, Clarendon Press, 1988, p.73-88.

¹³ Genarro (G. de), « Le chiusure nella storia agraria pugliese », dans *Universilà degli studi di Padova. Annali delta facolta di economia e commercio in Verona*, t. 8. 1967-1968. Nitti di Vitto (F.), Rossi (N. de) et alii, *Codice diplomatico barese (IXe-XIle s.)*, t 1 à 10, Trani et Bari, 1900-1927.

¹⁴ Barthélemy, (Edouard de), Notice historique sur le prieur de Saint Marcoul de Corbeny, dépendant de l'abbaye de Saint-Remy de Reims, Paris, Champion, 1876, 106 p. et pl. Extrait des *Annales de la Société académique de Saint-Quentin*. 3e série. T. XIII.

¹⁵ Chassel (Jean-Luc), Portet (Pierre), "Le sceau et la mesure : un acte du chartrier de Saint-Victor de Paris à la fin du XIIe siècle", dans *Revue française d'héraldique et de sigillographie*, t. 62-63, 1992-1993, p. 111-127.

¹⁶ "Sunt antiquorum plurimi, qui dicant, quod Ricardus, pater Rogerii, pro repetitione ejusdem castri, dudum in Anglia acceperat oppidum Toneburgae, asserentes leugam Brionii [27116 Eure] cum funiculo circumcirca fuisse mensuratam et eodem fune in Anglia delato leugam Toneburgae [Tunbridge] tantumdem spatii in metiendo recepisse, quantum hactenus Brionnense miliarium probatur retinere". Tiré de Guillaume de Jumièges, *Gesta Normannorum ducum*, éd. Jean Marx, Rouen-Paris, 1914. P. 289, n. 1 Marx nous dit : "il semble parfaitement exact qu'à la mort de Gilbert de Brionne, Brionne revint au duc de Normandie et que les fils de Gilbert, Richard de Bienfaite et Beaudoin de Meules ne tinrent jamais ce château. Richard reçut Tunbridge en compensation " Ce passage se trouve dans les interpolations de Robert de Torigny (mort en 1186) prieur du Bec Hellouin puis abbé du Mont Saint Michel. Cité dans le papier de Bernard Gauthiez, "Culture savante et urbanisme en Normandie", 2000. En mai 1200 le mesurage et le bornage de la frontière normande entre Evreux et le Neubourg est effectué avec une corde de 20 toises Dainville et Powicke (Maurice), *The loss of the Normandy 1189-1204*, Manchester, 1913, 2e éd. 1961, p. 168-173.

¹⁷ XYZ, 1994.