

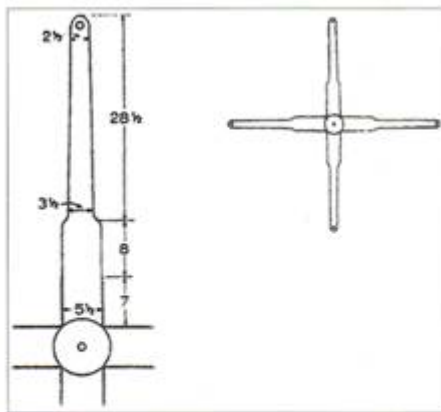
Hypothèses de restitution de certains outils des géomètres antiques

par Jacques Laversanne

En 2007, le Groupe Archéologique Forez-Jarez a reconstitué des appareils de géomètres antiques pour expérimenter sur les bases d'arpentage et les voies nouvellement découvertes. Les essais de restitution ont porté sur l'équerre (la *groma*), un type de niveau (la *libella*) et sur la perche d'arpentage (la *pertica* ou *decempeda*). Les journées du Patrimoine 2007 ont été l'occasion d'une démonstration sur le terrain.

Reconstitution d'une *groma* romaine

La *Groma* est une équerre d'arpenteur constituée d'une croix horizontale à branches égales d'où pendent des fils à plomb. Elle permet de tracer des alignements perpendiculaires même en terrain accidenté. Les écrits sur l'arpentage romain sont dits "gromatiques". Pour nos expérimentations, nous nous sommes inspirés de Jean-Pierre Adam ("Groma et chorobate, exercices de topographie antique", MEFRA 94, 1982, p.1003-1029) et d'Anne Roth-Congès ("Modalité pratiques d'implantation des cadastres romains : quelques aspects", MEFRA 108, 1996, p. 299-422).



Groma retrouvée de l'atelier de Verus à Pompéi mesures en cm (d'après Dilke 1971 "Les arpenteurs de la Rome antique").



Stèle funéraire de l'arpenteur Popidius Nicostratus (Pompéi).



Stèle funéraire de l'arpenteur L. Aebutius Faustus (Ivrea, Piémont).

Fig.1. Exemples de gromae antiques d'après G.Chouquer et F.Favory, 2001.

L'appareil, dit aussi *ferramentum*, l'engin en fer, est connu par deux gravures et un objet en réparation dans l'atelier de Verus à Pompéi (figure 1). Tous les archéologues qui ont tenté de reconstituer l'engin, l'ont conçu avec un pied support, un bras de recherche pour positionner le centre de l'équerre à l'aide d'un plomb de situation sur la borne ou le repère, et enfin une croix horizontale munie de 4 fils à plomb visés 2 à 2, sans que le géomètre soit gêné par le pied support.

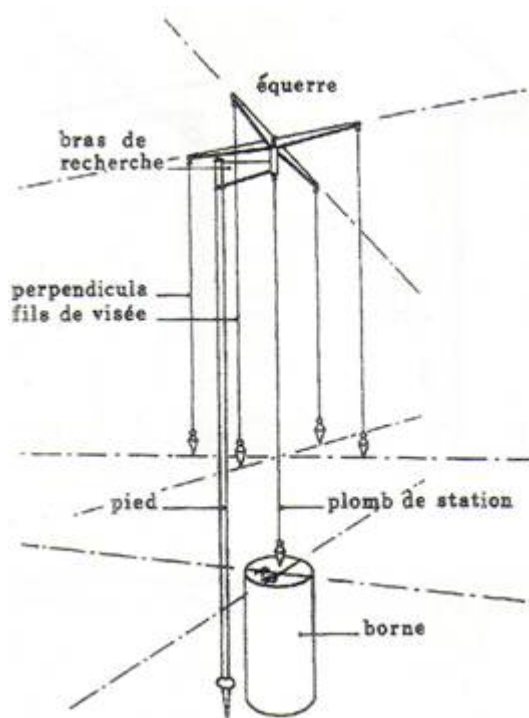


Fig. 2. Restitution de la groma par J.-P. Adam, 1982.

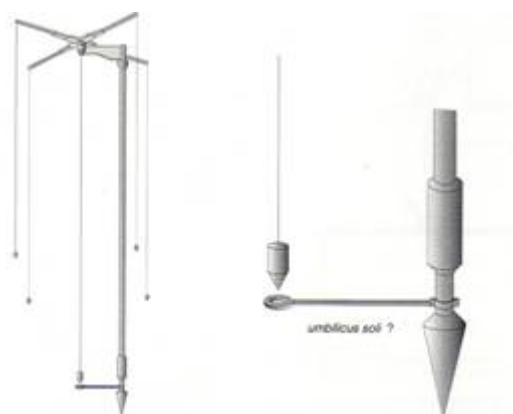


Fig. 3. L'ombilicus soli d'après A. Roth Congès, 1996.

Anne Roth-Congès a analysé les écrits de Iunius Nypsius, géomètre romain : « Reprenez le *ferramentum*, amenez-le à la pierre et fixez-le. Quand vous l'avez fixé, plombez-le. Quand vous l'avez plombé, prenez soin que le fil à plomb qui descend de l'*umbilicus soli* tombe au centre de la croix (de la borne). Quand vous avez fait cela, visez... ». Elle en a déduit l'existence d'un appendice, "l'ombilic du sol", en bas du pied support, destiné à mettre notamment en parallèle le pied et le fil du plomb de situation. Nous avons testé cette option, mais nous nous sommes heurtés au fait que nous mettions le pied support vertical, difficilement, mais que l'équerre ne l'était plus alors qu'il s'agit de la condition indispensable. Le point faible est la liaison pied – bras de recherche qui prend du jeu du fait du porte-à-faux.

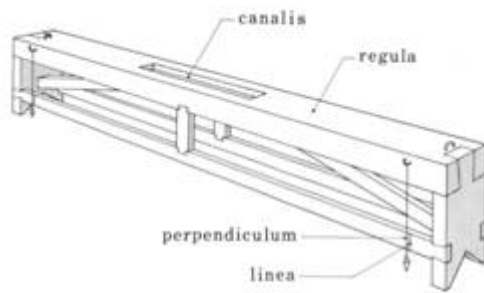
Nous avons opté pour une autre traduction d'*umbilicus soli* : “petit trou à la base” (sous-entendu de l’axe de l’équerre) ou téton à la base par référence à celui du rouleau de parchemin. Le positionnement sur le centre de la borne et la mise à l’horizontale de l’équerre en croix sont alors bien plus aisés. “Plomber” (*pendere*) s’applique alors à une mise à l’horizontale (si l’on utilise l’ancien niveau de maçon en forme de “A” avec un fil à plomb central, la *libella*). L’engin ainsi reconstitué a été muni d’un lest de pied en plomb pour tenir en équilibre dans les cavités parallélépipédiques supposées gravées par les géomètres antiques en certains points du Pilat comme à la pierre Saint Martin de Rambert à Saint-Just-Malmont.

L’expérimentation a été un succès avec une précision de visée de l’ordre de quelques dixièmes de degré. Vous pourrez vous initier à la pratique de cette *groma*, en situation, 4 bis rue André Malraux à Saint-Etienne, dans la salle des aqueducs du Groupe Archéologique Forez-Jarez. Pour nos prochaines expérimentations, nous avons conçu une nouvelle *groma*, entièrement métallique, dont l’équerre et le bras de recherche sont adaptables aux différentes bases possibles retrouvées tout autour du Pilat.

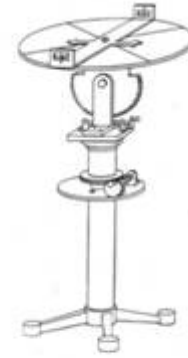
Reconstitution d’outils de nivellement

Dans le monde romain, la mesure des niveaux était particulièrement importante pour le tracé des aqueducs. Un ouvrage comme celui de Nîmes avec 25 cm de pente moyenne par kilomètre, pouvant se restreindre à moins de 10 cm dans certaines parties, fait figure de prouesse pour ces techniciens hautement qualifiés que les Romains nommaient *libratoris*. Ainsi Pline le Jeune, gouverneur de Bithynie, voulant relier le lac Sophon à la Mer Noire, écrit en substance à l’empereur Trajan : « Il ne tient qu’à toi, puisse-tu voir juste, de m’envoyer un *librator* ou un *architectus* (ingénieur) qui puisse faire un nivellement précis ».

Deux descriptions d’engins de nivellement nous sont parvenues : le *chorobate* de Vitruve et le niveau à eau de la *dioptra* d’Héron d’Alexandrie (figure 4). Le *chorobate* de Vitruve est une longue règle de 6 m, munie de fils à plomb pour assurer son horizontalité et d’une rigole remplie d’eau pour les jours où le vent perturbe le calage par les plombs. On ne sait si la règle reposait sur quatre pieds (Adam 1982), comme cela est généralement admis, ou si elle était en équilibre sur un pivot médian (Moreno Gallo 2004) pour faciliter son réglage. Le seul intérêt de la longueur de cet appareil est la précision de la visée, par contre elle le disqualifie pour un usage sur un terrain non spécialement préparé. Le niveau à eau d’Héron d’Alexandrie s’adapte sur sa *dioptra*, ancêtre du théodolite. C’est une règle supportant un tube de bronze en U terminé à ses extrémités par deux tubes de verre. Deux plaquettes de bronze munies d’une mince fente sont ajustées devant les niveaux d’eau des tubes de verre et permettent une visée selon une horizontale très précise sur une mire peinte de cercles de couleurs différentes. Le poids et la fragilité du système sont ses principaux défauts pour un usage sur un terrain accidenté. En fait, dans les deux cas, la vraie limite est notre acuité visuelle et pour ma part je ne peux pas distinguer mieux que le centimètre à 10 m. La lunette de visée a bien sûr tout changé pour les géomètres !



Chorobate de 20 pieds décrit par Vitruve et restitué par J.P. Adam (1982)



Dioptra d'Héron d'Alexandrie restituée par H. Schöne (1903)

Fig. 4. Chorobate et dioptra, deux appareils difficilement utilisables en terrain accidenté.

Alors à quoi pouvait bien ressembler le niveau, la *libra*, du *librator* ? Il fallait compenser les erreurs systématiques d'horizontalité et, aujourd'hui encore, le meilleur moyen est de pratiquer la mesure inverse. On mesure une première fois, on retourne le niveau, on mesure à nouveau et on prend la moyenne des deux mesures, on compense ainsi un éventuel défaut dans la mise à l'horizontale de l'engin. Quant aux erreurs aléatoires dues à notre œil, le meilleur moyen est de multiplier les mesures pour diminuer l'incertitude. Il nous faut donc imaginer un engin réversible et très facile de mise en station pour limiter le temps de mesure et multiplier les cheminements possibles.

La *libra* désignant aussi la balance, certains chercheurs (Lewis 2001) ont imaginé, d'après des appareils encore utilisés il y a peu, une longue règle suspendue en son milieu, comme le fléau de la balance, et se maintenant à l'horizontale sous son propre poids. Son horizontalité peut être vérifiée grâce à un fil à plomb le long d'une réglette perpendiculaire (figure 5). Relativement maniable et permettant des visées inverses, cette *libra* doit cependant être traitée avec délicatesse compte tenu de la sensibilité de son équilibre. M.J.T. Lewis qui l'a reconstituée dit, avec son humour de professeur anglais, qu'une mouche posée à un bout fausse la mesure. Elle nécessite un trépied pivotant avec réglage de la verticalité des montants supports, mais elle serait par contre peu sensible au vent. Vitruve cite la *libra aquaria*, engin de nivellement aussi précis que la *dioptra* mais moins bon que son *chorobate*. Certains auteurs l'ont traduit par "niveau à eau", j'y verrais plutôt le "niveau destiné à l'eau", il s'agirait alors d'une *libra* utilisée principalement pour le tracé des aqueducs et des canaux.

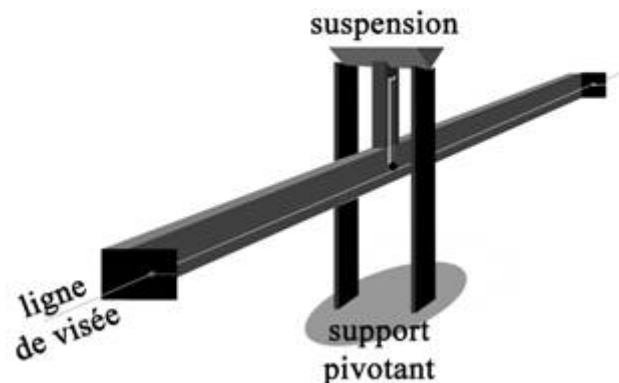


Fig. 5. Principe d'une libra reposant sur un support pivotant avec vérification de l'horizontalité par fil à plomb.

Avec Monsieur Joseph Barou, ancien géomètre des Houillères de la Loire, nous lui avons préféré un modèle dérivé du niveau triangulaire du maçon : la *libella* des Romains, figurant sur plusieurs tombes et dont un exemplaire trouvé sous les jardins du Luxembourg est exposé au musée Carnavalet à Paris. Nous avons remplacé le triangle de bois par un losange de corde et un contrepois au point bas en assure l'horizontalité en permanence (figure 6). L'engin peut être suspendu à un trépied ou une potence sans souci de verticalité. Il est réversible, peu encombrant et très maniable, même en terrain accidenté. Cependant, si le contrepois n'est pas assez lourd il peut vibrer par vent fort et il vaut mieux prévoir un lest de plomb d'au moins un kilo. La précision de la mesure pourrait être entachée par un manque de rigueur dans la construction du losange (ou plutôt des deux triangles isocèles superposés car un pseudo losange suffit), mais la correction par retournement de l'engin (visée inverse) et prise en compte de la seule moyenne, permet de corriger ce type d'erreur systématique. Au besoin les réglages ou réparations sont aisés et peuvent se faire sur le terrain.

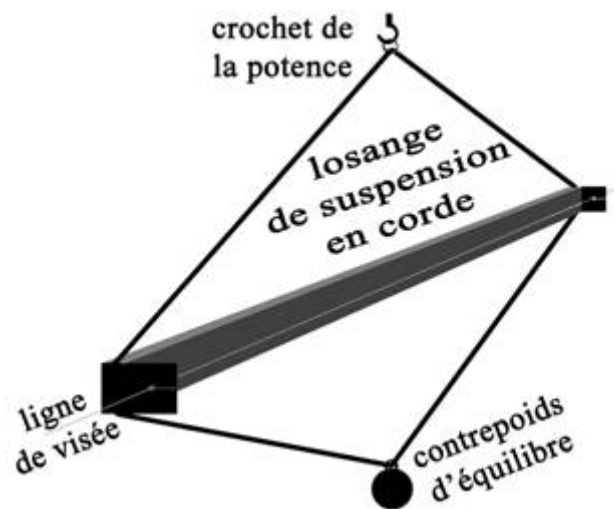


Fig. 6. Principe d'une "libella" suspendue, à cadre de corde, auto équilibrée par contrepois.



Fig. 7. "Libella" restituée par Joseph Barou du GAFJ, en position sous une groma.

Reconstitution d'une *pertica* romaine

La *pertica* est l'outil emblématique de l'arpenteur romain, elle donne son nom au territoire cadastré par un quadrillage horizontal régulier et se retrouve en français dans certains toponymes "Perche". Destinée à une mesure à l'horizontale, la *pertica* est une perche de 10 ou 12 pieds de long terminée par deux embouts de bronze munis d'un disque perpendiculaire et d'un fil à plomb (figure 8). Les embouts peuvent s'emboîter pour former un train de plusieurs *perticae*.

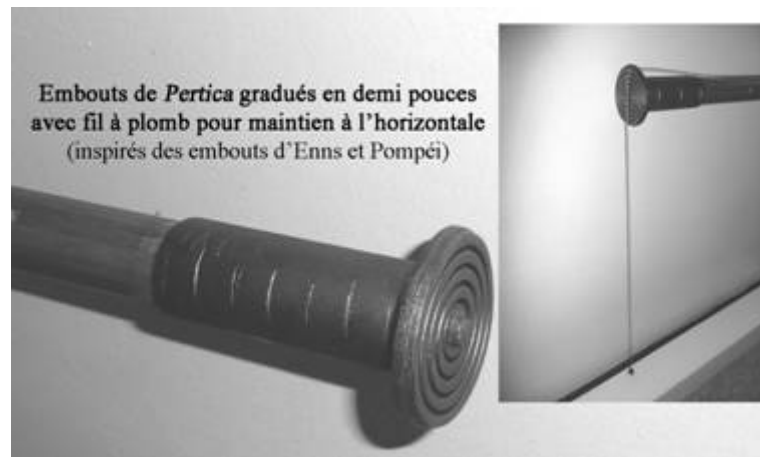


Fig. 8. Restitution d'embouts de *pertica* inspirée d'exemplaires trouvés à Enns (Autriche) et à Pompéi.

L'opération de mesure à l'horizontale, la "cultellation", exige une grande rigueur. Elle est décrite par plusieurs auteurs latins, dont Frontin qui fut consul et curateur des eaux de Rome à la fin du I^{er} siècle. Pour mesurer la distance horizontale entre deux jalons, on pose au sol un cordeau les reliant en ligne droite. On mesure à l'aide de la perche tenue à l'horizontale. Là où le fil à plomb de la perche la plus haute touche le cordeau, on pose l'embout de la perche la plus basse. On suit le fil de la lame d'un couteau imaginaire sans que l'on sache vraiment si le verbe *cultellare*, au double sens de mesurer à l'horizontale et de donner la forme d'un couteau, soit inspiré par la forme de la lame ou par celle du canif à demi replié.

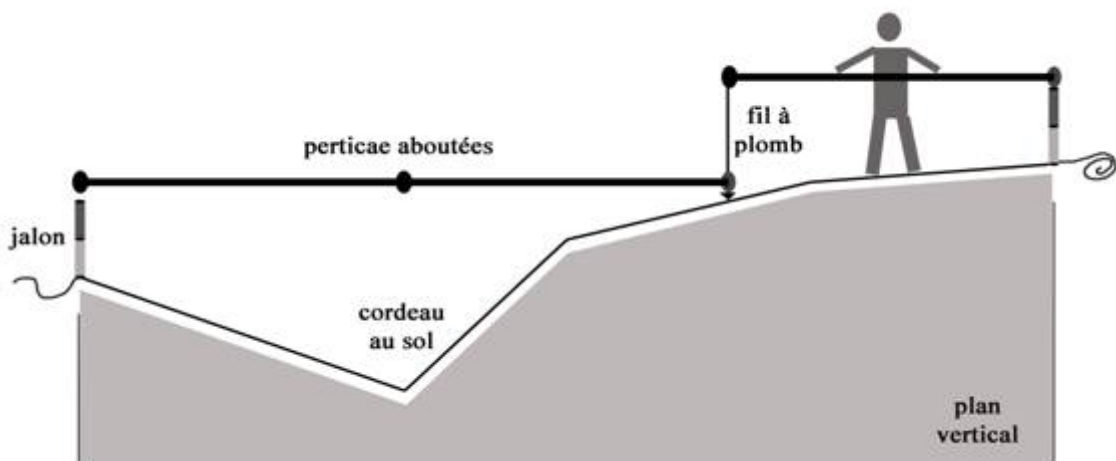


Fig. 9. Principe de la "cultellation", mesure de distance à l'horizontale à l'aide de la *pertica*.

L'opération devait être fastidieuse mais sûre, si sûre que Iulius Nypsius, pédagogue de l'arpentage romain, faisait corriger à son apprenti géomètre un décalage de 20 pouces à 2400 pieds de distance, soit 50 cm à 710 m : « *semper uideo quod praecedes xx* (je vois que tu dépasses toujours de vingt) ». Et pourtant la métrique des voies nous incite à penser que tout ne devait pas être si simple. La

métrique est l'étude du cadencement des intervalles entre croix, limites administratives, carrefours et toponymes (par exemple Septème pour le septième milliaire) qui pourraient témoigner de l'emplacement d'une borne indicatrice. La voie de la pierre Saint Martin de Rambert est rythmée par des intervalles, entre carrefours ou croix, d'un peu plus que 1250 m, une demi-lieue gauloise. La voie Condrieu – Roanne, dans sa partie sud, et le tronçon Vienne – Bourgoin de la voie d'Italie sont cadencés par des milles romains étrangement longs, de l'ordre de 1650 m, soit un pied de plus de 32 cm, contre 1500 m environ sur la *Via Domitia* à Nîmes ou sur la voie de Narbonne à Toulouse. À Lugdunum, le pied semble proche du pied "*monetalis*" (environ 29,6 cm) dont l'étalon était conservé à Rome dans le temple de Junon *Moneta* depuis le temps d'Auguste. Sur l'aqueduc du Gier, il dépasserait peut-être les 32 cm (les puits de visite sont écartés de 77 m alors que Vitruve conseille 240 pieds, Hamm et Litaudon 2004). Alors, où est la belle uniformité du monde romain ?

Un début de réponse se trouve en Tunisie où, probablement sous le règne des empereurs Auguste et Tibère, un découpage au carré des terres a été opéré sur près de 30 000 km² par la III^e légion *Augusta*. La voie d'Asprenas s'inscrit dans le maillage du cadastre sur environ 300 km et de nombreux milliaires écrits sont conservés (Decramer et al. 2005). Bien sûr, les géomètres des légions ne pouvaient pas conserver à la fois la surface de la maille unitaire et maintenir les directions sur 250 km du nord au sud : les méridiens vont en s'écartant vers le sud ! S'ils sont partis du nord, comme c'est logique, la maille de base serait d'environ 698 m de côté (elle varierait de 698 à 710 m) pour 2400 pieds, soit un pied de 29,1 cm. Or, le mille moyen de la voie est de 1617 m, soit un pied de 32,3 cm. Là où le "cadastral" aligne 10 pieds, le "routier" n'en aligne que 9 : cherchez l'erreur !

Nicolas Féret, qui publie en l'an IV de la République (1796) une Géographie mise aujourd'hui en ligne sur Google, prétend retrouver dans les écrits d'Héron d'Alexandrie l'indication que les légions d'Auguste en Egypte utilisaient pour tracer leurs voies un pied d'un huitième plus grand que le pied romain ou *monetalis*. Cet étalon, dit pied de *Drusus*, du nom d'un général beau-fils d'Auguste, avait droit de cité en Germanie.

Il se pourrait que les ingénieurs militaires appartenant à des légions "gauloises", comme la V^e *Gallica*, dite des Alouettes, aient utilisé des mesures de leur pays d'origine pour construire voies et aqueducs autour de leur cantonnement. La suite de la solution se trouve peut-être à Enns en Autriche. Les embouts de *pertica* qui y furent retrouvés, et qui m'ont servi de modèle pour reconstituer la mesure exposée au Groupe Archéologique Forez-Jarez, sont gravés à la fois en pouces de Drusus et en demi-pouces *monetalis*, preuve que les deux étalons coexistaient. On peut même avancer que, si cette perche mesurait un nombre entier de pieds, elle avait de bonne chance d'être une *decempeda* de 10 pieds romains... et de 9 pieds de *Drusus* comme en Tunisie. Ces Romains là devaient être plus soucieux d'efficacité que d'authenticité, la géométrie, qu'elle soit grecque, romaine ou gauloise, servait les desseins de l'Empire.

Bibliographie

- ADAM J.-P., « Groma et chorobate, exercices de topographie antique », *Mélanges de l'Ecole française de Rome. Antiquité*, 94, 1982, 1003-1029.
- CHOUQUER G. et FAVORY F., *L'arpentage romain*, Paris, Errance, 2001.
- DECRAMER L. et al., « Approche géométrique des centuriations romaines. Les nouvelles bornes du Bled Segui », *Histoire et Mesure*, XVII 1/2, 2002, disponible sur <http://histoiremesure.revues.org> document 903.html.
- DECRAMER L. et LAPIERRE L., « La centuriation de la colonie romaine de Nîmes, d'après le plan cadastral retrouvé à Orange », *Archéologie en Languedoc*, 29, 2005, 53-60.
- HAMM J. et LITAUDON J.-C., *L'aqueduc romain du Gier ou du Pilat*, Saint-Etienne, 2004.
- LEWIS M.J.T., *Surveying instruments of Greece and Rome*, Cambridge, University Press, 2001.
- MORENO GALLO I., « Elementos de ingeniería romana », actes du congrès *Las obras públicas romanas*, Tarragone, 2004, disponible sur <http://traianus.rediris.es> sous le titre Roman surveying.
- ROTH CONGES A., « Modalités pratiques d'implantation des cadastres romains : quelques aspects », *Mélanges de l'Ecole française de Rome. Antiquité*, 108-1, 1996, 299-422.