

Cette réflexion clot le chapitre ouvert sur l'arpentage romain tout en s'inscrivant dans le sillage de l'article de Gérard Chouquer, intitulé « Le renouveau des études sur l'arpentage

**archéologie
expérimentale
et
arpentage
antique**

**orientation
et maintien
des axes du
cadastre romain
de la
colonie d'orange**

**Patrick Joachim RUBINI
Géomètre-Topographe**

antique » publié dans le n° 77 de la revue XYZ. Le débat sur la précision des mesures et des tolérances linéaires et angulaires utilisées par les arpenteurs romains nécessite l'avis de deux nouveaux intervenants : un astronome et un géomètre, aux côtés des chercheurs travaillant sur l'aspect théorique des manuels d'arpentage, à savoir les archéologues et des morphologues directement confrontés aux réalités paysagères des cadastres romains. La division de l'espace agraire romain répond à deux critères morphologiques essentiels, à savoir la métrologie du module de centurie et l'orientation des axes des limites. Les études effectuées sur les cadastres romains ont fourni une littérature bien plus abondante sur la métrologie que sur l'orientation de ces réseaux agraires. Le critère de l'orientation n'a jamais été abordé de manière systématique si ce n'est au travers de quelques publications : « Les romains et l'orientation solaire » [Le Gall 1975 : 287-320], « Les orientations des centuriations quadrillées » [Guy 1993 : 57-68] et « Les centuriations de Tunisie et l'orientation solaire » [Troussat 1997 : 95-109]. Les méthodes d'orientation liées au nord géographique des cadastres romains nous sont parvenues grâce aux commentaires techniques attribués à Vitruve, architecte de l'époque augustéenne, Hygin Gromatique, arpenteur romain de la fin du I^{er} siècle après notre ère. Ces documents, trop souvent considérés comme un sésame suffisant à de nombreuses générations de chercheurs, méritaient d'être revisités d'une part, à la lumière de l'astronomie fondamentale, des connaissances de terrain d'un technicien de la topographie et, d'autre part, faire l'objet d'un programme d'application d'archéologie expérimentale validant du même coup les présomptions de tolérances admises par les arpenteurs romains dans la réalisation de leurs ouvrages agraires. Cet article tente de recadrer un débat trop longtemps ajourné faute d'avis circonstanciés tout en apportant de nouveaux éléments sur la précision théorique et pratique des instruments d'arpentage romains et des hommes qui les utilisaient.

1 - LES PROCÉDÉS ANTIQUES

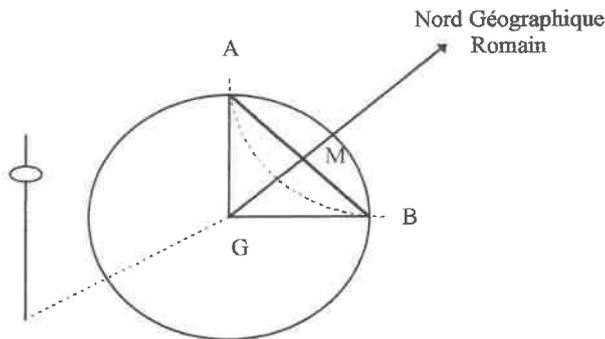
De tout temps la détermination du nord fut l'une des préoccupations principales des arpenteurs qu'ils soient Égyptiens, Étrusques, Romains ou Modernes. Divers critères président à l'orientation des cadastres romains. Il faut aussi citer le littoral marin, la plus grande longueur du territoire, les axes routiers, un changement de direction pour ne pas confondre deux cadastres contigus ou superposés [Le Gall 1975 : 306]. Encore faut-il faire une distinction dans les différentes méthodes liées à la visée astronomique, à savoir le lever du soleil, un procédé très compliqué utilisant trois ombres reportées sur un abaque et le « *kardo* de la sixième heure ». La présente étude tient plus particulièrement compte de cette dernière technique sans particulièrement reprendre les travaux de Joël

Le Gall. Hygin Gromatique, arpenteur romain et auteur d'un manuel d'arpentage édité dans le corpus des *gromatici veteres* (anciens arpenteurs), indique dans son traité *Constitutio limitum* (Sur l'établissement des limites) la marche à suivre pour déterminer la direction du nord à l'aide d'un gnomon.

Version de la sixième heure

« *Le meilleur parti est de saisir l'ombre de la sixième heure [c'est-à-dire au milieu de la journée quand le soleil est à son zénith] et d'entreprendre le tracé des limites à partir d'eux, pour qu'ils soient toujours tracés au sud : puis il s'ensuit que la ligne de l'orient et la ligne de l'occident s'y articulent à angle droit. D'abord on tracera sur le sol un cercle, en un lieu plat, et on placera en son centre [G] un gnomon (sciotherum), dont l'ombre pénétrera à un*

moment dans le cercle... Quand l'ombre aura atteint la ligne circulaire, on notera l'endroit sur la circonférence [A]. On fera pareillement attention à l'ombre lorsqu'elle sortira du cercle et on notera l'endroit [B] sur la circonférence (fig. La. 163). Après avoir noté les deux points du cercle à l'endroit de l'entrée et de la sortie de l'ombre, on tirera une ligne droite [AB] entre les deux marques tracées sur la circonférence, et on marquera son milieu [M]. On veillera à faire passer par cette marque une ligne droite tirée du centre [G] du cercle. On établira le *kardo* suivant cette ligne et c'est à partir de cette ligne qu'on développera à angle droit les *decumani* : et quelle que soit la partie de la ligne où on opérera à l'équerre, on établira un *decumanus* de manière rigoureuse ». (La. 188, 14- 189, 15, fig. La. 164 ; trad. F. Favory)



Version selon le lever du soleil

« Beaucoup, ignorant le système du monde, se sont laissés guider par le soleil, c'est-à-dire par son lever et son coucher, bien qu'il ne puisse être saisi avec l'instrument de fer [l'équerre d'arpentage ou groma] en une seule fois. Qu'en est-il donc ? La groma mise en station après la prise des auspices, éventuellement en présence du fondateur [de la colonie], ils ont observé le lever au plus près et ils ont mené dans les deux parties des limites avec lesquels le *kardo* n'a pas coïncidé à la sixième heure ». (Hygin Grom., La. 170, 3-8 = Th. 135, 1-6 ; trad. F. Favory).

L'interprétation de ces deux sources techniques est de nature à ouvrir un débat qui dépasse de loin les archéologues du paysage et les géomètres, puisque celui-ci requiert l'avis d'un astronome. Selon Raymond d'Hollander, Ingénieur Général Géographe, la détermination du nord géographique à partir du lever et coucher du soleil n'est possible qu'aux seules dates des équinoxes [Chouquer 1992 : 68]. Pour Denis Savoie, astronome au Palais de la Découverte à Paris, auteur d'une thèse sur l'histoire des sciences, la détermination du nord géographique selon le principe de la « sixième heure » ne peut être exacte qu'aux périodes solsticiales tandis qu'aux périodes équinoxiales, la variation angulaire est de 0° 01' par heure [lettre du 17 décembre 1998]. Pierre Bretagnon, astronome au Bureau des longitudes, CNRS – URA 707, précise que ces variations angulaires saisonnières sont liées à la culmination du Soleil au méridien à midi solaire. Chaque 22 septembre, l'ombre présente une orientation NG 0° 05' 15" W, tandis qu'au 23 mars la déclinaison est de NG 0° 05' 12" E [Lettres des 10 février et 18 mars 1999]. Dès lors, on commence à mieux comprendre la tournure de ce commentaire et plus particulièrement l'introduction : « Le meilleur parti est de saisir l'ombre... ». Ce texte permet de retrouver la saison se rapportant à la démonstration d'Hygin Grom., à savoir l'hiver [D'Hollan-

der 1989 : 6, fig. 7]. À ce stade, il ne faut pas perdre de vue que la projection du segment directeur (ombre portée au sol du gnomon) engendre les axes majeurs d'un cadastre romain, le *kardo maximus*, orienté nord/sud et le *decumanus maximus* orienté est/ouest ainsi que leurs parallèles les *kardines* et les *decumani*. Deux nouvelles questions se dessinent à l'horizon :

- Quelle est la précision engendrée par cette projection ?
- Peut-elle être définie par un coefficient de dispersion sur de longues distances ?

La réponse se situe sur deux plans :

• Au niveau du gnomon :

La démonstration de Vitruve, d'ailleurs utilisée par certains arpenteurs romains comme Balbus [Roth Congès 1996 : 371] fait appel au « procédé des tracés expédiés par mesures linéaires » dont la précision est de 1 à 2 cm pour un rayon de recherche inférieur de 10 mètres [Lapointe 1997 : 130-131]. Ce qui veut dire que par rapport à la méridienne locale matérialisant le nord géographique, la bissectrice du segment naissant depuis le centre du cercle se situera dans un secteur angulaire compris entre NG 0° 06' 52" E et NG 0° 06' 52" W. À ce stade, la correction provisoire et maximale aux périodes équinoxiales à apporter à la direction du nord géographique est comprise entre 0° 12' 07" W et 0° 12' 03" E, soit une amplitude de 0° 24' 07". Le paramètre des « tracés expédiés par mesures linéaires » engendre un déport linéaire tantôt situé à droite, tantôt à gauche de l'axe projeté. Cet écart est proportionnel à la distance séparant les deux points de l'axe à implanter.

Sur un côté de centurie égal à 704 mètres, valeur hypothétique des 20 *actus* pour les besoins de la démonstration, le déport théorique maximal, moyenné par rapport aux dates équinoxiales, peut être évalué à +/- 2, 47 mètres ou 8 pieds romains et 1/3 de 0, 297 mètre. Encore faut-il s'assurer qu'un côté de centurie puisse être implanté en une seule visée à l'aide de la *groma* ! Nous verrons au cours de cette étude que de telles visées étaient irréalisables contrairement à ce que pense L. R. Decramer [Decramer 1999 : 79].

• Au niveau de la groma :

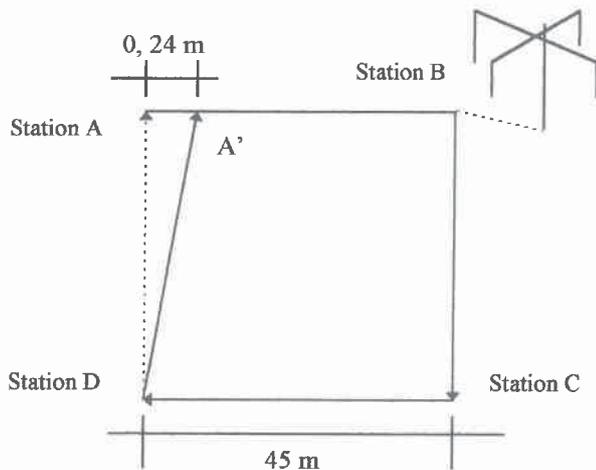
Ce point doit être abordé une nouvelle fois sur le plan de l'archéologie expérimentale à l'aide d'une *groma*, deux *decempedae* (perches d'arpentage) et une corde. Une reconstitution des opérations d'arpentage effectuées en juillet 1998 à Valaurie, dans la Drôme, a tenté de mettre en application le principe de fermeture d'un *saltus*, unité cadastrale de 5 centuries sur 5 centuries à l'aide de deux visées sur chaque station arrière et avant. Pour des raisons de surface, la figure implantée ne mesurait pas 3, 52 km par 3, 52 km, mais 45 m par 45 m. La fiabilité des alignements établis sur le site de Valaurie à l'aide de la *groma* reconstituée selon les normes de Jean-Pierre Adam [Adam 1982 : 1017-1019], a généré une erreur angulaire de fermeture de 0° 16' 30" avec un écart type issu de la composition quadratique de 0° 12' 57".

Ordre des visées

Station A : AD Station C : CB Station B : BA Station D : DC
 AB CD BC DA

Pris isolément, ce résultat illustre une valeur angulaire qui ne saurait être universelle mais propre à chaque arpenteur au sujet de la fermeture d'un *quintarius*, opération permettant la stabilisation de la trame cadastrale. Ces

résultats doivent être comparés à la précision angulaire maximale de 1,5 g, soit 1° 21' avec des visées ne dépassant pas 13,80 m, obtenu par J.-P. Adam lors du relevé topographique du site archéologique du quartier de la Villasse à Vaison-la-romaine [Adam 1982 : 1022-1023].



Procédé de stabilisation des orientations

« *Le Decumanus Maximus et le Kardo Maximus devront être tracés par les meilleurs arpenteurs; ils devront également délimiter chaque quintarius, pour éviter des erreurs qu'il est difficile, si elles se répètent, de corriger sans se déshonorer. S'il y a un défaut dans la groma, ou une erreur de visée, on se rendra compte aussitôt qu'il est impossible de réussir la visée sur un quintarius, et la correction sera alors impossible. [...] Beaucoup ont tracé des limites ininterrompues et ont manqué de persévérance dans leur tâche, comme on le constate dans les territoires des anciennes colonies, où on n'utilise pas la groma si ce n'est au coude* ». (Hygin Grom., La. 191, 14-192, 7; Trad. F. Favory)

La chaîne opératoire décrite dans ce texte met en évidence la fermeture progressive des *quintarii* au fur et à mesure de l'avancement des *limites*. L'évaluation de la tolérance de ces fermetures sera évoquée plus loin. En outre, il est explicitement question du problème bien connu des géomètres modernes, à savoir les erreurs de collimation du théodolite pour ce qui est de l'erreur dans le *ferramentum*, les erreurs de visée communes aux appareils et propres à l'opérateur; enfin, le défaut de bouclage se manifestant par le dépassement de la tolérance admissible correspondant au principe de la polygonale employée dans les levés actuels. En ce qui concerne la stabilisation des *limites*, les arpenteurs utilisaient-ils le principe de la réorientation quotidienne ou à chaque carrefour de *quintarius* – d'une longueur moyenne de 3,5 km –, le « procédé du fourrier » en se réalignant sur les jalons précédents [Lapointe 1997 : 40; Favory 1997 : 122, note 14], ou bien l'usage d'une référence naturelle tel un temple situé sur un point culminant comme le suggère François Favory au sujet de la centuriation de Montpellier B? Du *locus gromae* présumé et pérennisé par le croisement des départementales D 27 E et D 185 E (alt. env. 25 m), rien ne devait faire obstacle à une visée sur le temple romain de facture augustéenne situé à environ 6 km de la colline du Castellas situé sur la commune de Murviel-les-Montpellier (Hérault) dont l'altitude est de 145 mètres [Favory 1991 : 93-111]. En l'état actuel de nos connaissances, il me paraît téméraire de vouloir privilégier telle ou telle pratique. Tout au plus, peut-on remarquer que l'idée de la réorientation

quotidienne génère d'une part, de nombreuses erreurs supplémentaires (erreur angulaire saisonnière, erreur de parallaxe des fils de visée de la *groma*,...) et d'autre part une perte de temps importante puisque la progression de l'implantation serait interrompue du lever du soleil jusqu'au début de la seconde heure après midi, c'est-à-dire 2h00 de l'après-midi.

La preuve astronomique

Les nombreuses observations menées sur le site de Marseille depuis le 22 décembre 1998 montrent toute la difficulté qu'un arpenteur romain devait rencontrer dans la détermination du « Nord Géographique Romain » correspondant à « l'axe du monde ». Les observations correspondant aux dates remarquables du solstice d'hiver (S. h), 0° 14'E, et de l'équinoxe de printemps du 21 mars 1999 (Eq. p), 0° 17' 10" E, mettent en évidence une erreur de 0° 14' pour la première observation et 0° 22' 25" pour la seconde.

2 - DE LA THÉORIE À LA PRATIQUE

Au niveau du gnomon, la précision utilisée par les arpenteurs romains se situait probablement entre 0° 04' comme l'atteste l'orientation des pyramides de Chéops (vers 2500 av. J.-C.), Chéphren et Mycerinus [D'Hollander 1989 a : 15], 0° 08' en ce qui concerne la détermination de l'axe de la Terre par le savant grec Eratosthène (225 av. J.-C.) [D'Hollander 1989 a : 128] et 0° 10' pour le cadran solaire de type « scaphe » (premiers siècles de notre ère) découvert dans une villa romaine située sur la commune de Quarante dans l'Hérault [Parès 1994-1995 : 284]. Tout en répondant partiellement aux interrogations des archéologues, soucis dernièrement exprimés par G. Chouquer [Chouquer 1998 : 73-74], cet article conforte la méfiance intuitive des archéologues envers les relations géométriques et mathématiques unissant deux cadastres par superposition ou contiguïté et un cadastre avec une voie. Le passage de la conception sur plan à l'implantation sur le terrain d'un cadastre orienté sur le nord géographique comme ceux de l'*ager Campanus* en Italie centro-méridionale, de Toulon, etc., n'est pas aussi simple qu'il n'y paraît. Quand bien même les arpenteurs romains auraient été capables de maîtriser les problèmes de pénombre et « tracés expédiés par mesures linéaires », il n'en demeure pas moins que, d'un point de vue astronomique, la direction de l'ombre portée au sol du gnomon varie suivant le jour de l'équinoxe considéré dans une plage angulaire de 0° 05' 15" W à 0° 05' 12" E. Dès lors que l'on prolonge ce segment directeur d'une longueur moyenne de 2 mètres en hiver, il faut cumuler l'erreur de parallaxe de la visée depuis la *groma* d'une valeur de 0° 02' 31" par station avec des visées dont les longueurs maximales ne nous sont pas communiquées.

Longueur des visées

De nombreux chercheurs pensent que les visées effectuées à la *groma* avaient une portée égale à un côté de centurie. Cette évaluation doit être revue à la baisse avec des visées inférieures à 200 mètres. On voit mal comment l'arpenteur manipulant la *groma*, pouvait voir un jalon à 704 mètres et guider son comparse avec les quelques malheureux décibels de sa voix pour lui dire : « *Un peu plus à droite...!* », « *Un peu à gauche...!* », « *Reviens à droite...!* », « *Reviens à gauche...!* ». Bien que cette notion fasse l'objet de plusieurs occurrences,

leur auteur ne précise pas pour autant la valeur linéaire de ces visées. La première concerne un passage attribué à Hygin Grom. Sur la stabilité des alignements implantés, tandis que la seconde attribuée à Héron d'Alexandrie, géomètre grec du I^{er} ou II^e siècle de notre ère, se réfère à l'utilisation du dioptré, instrument d'arpentage grec permettant de mesurer des angles plus petits et plus grands que l'angle droit :

Selon Hygin Grom. :

«... Dans les endroits cultivés, on maintiendra le mieux possible le limes dans les sillons. Malgré tout, on tracera le limes en effectuant des visées à longue distance entre deux points... ». [Hygin Grom., La. 192, 7-193; Trad F. Favory].

Selon Héron d'Alexandrie :

«... Je me retourne et vise [à l'aide du dioptré] vers l'autre mire que j'ai placée aussi loin que possible, mais encore directement visible... ». Trad. Hermann Schonke, [Schone 1903 : 3].

3 - PRÉCISIONS ET TOLÉRANCES

La précision instrumentale de la *groma* a pu être évaluée à 0° 02' 31" grâce au modèle découvert à Pompéi, dans la boutique de Verus – la seule découverte à ce jour – du fait de la superposition des deux fils de visée. Par Nord Géographique Romain, il convient d'entendre le déport angulaire observé par les arpenteurs romains à chaque étape et chaque contrôle de l'opération d'arpentage en cours.

Au niveau du cadran solaire, une erreur moyenne (Em)

Au niveau d'un cadran solaire tracé au sol et d'un diamètre d'environ 4 mètres, l'erreur moyenne de 0° 07' fut observée à plusieurs reprises.

Implantation d'un limes orienté sur le nord géographique sur un côté de centurie de 708 mètres

– Aux solstices : une tolérance angulaire comprise entre 0° 06' 40" et 0° 19' 30", soit un déport linéaire compris entre +/- 1, 52 et +/- 4, 46 mètres ou environ 5,11 pieds à 15,01 pieds de 0,297 m.

– À l'équinoxe de printemps : une tolérance angulaire comprise entre 0° 00' 14" et 0° 12' 21", soit un déport linéaire compris entre +/- 0,05 m et +/- 2,81 mètres ou 0,16 pieds à 9,51 pieds de 0,297 m.

– À l'équinoxe d'automne : une tolérance angulaire comprise entre 0° 00' 16" et 0° 12' 20", soit un déport linéaire compris entre +/- 0,061 m et +/- 2,81 m ou 2,05 pieds à 9,46 pieds de 0,297 m.

Implantation d'un limes quelconque sur un côté de quintarius de 3, 54 km, aux solstices

Sachant qu'un côté de *quintarius* correspond à cinq côtés de centurie, le déport maximal se situe dans une plage angulaire comprise entre 0° 28' 26" E et 0° 34' 52" W, créant un déport linéaire compris entre 32,53 m et 39,89 m, soit environ 110,74 pieds et 134,31 pieds de 0,297 m.

4 - EXEMPLES CONCRETS

Les recherches menées depuis 1996, que résume cet article, reposent sur l'analogie du cadastre B de la colo-

nie d'Orange, vraisemblablement établi vers 36-35 avant notre ère et la centuriation Sud de la colonie d'*Emerita*, en Biturie, en Espagne, très certainement créée avec la colonie en 25 avant notre ère. La division agraire d'Orange est confortée par de nombreux vestiges de la matrice cadastrale gravée sur du marbre, tandis que le réseau d'*Emerita* fut l'objet de nombreux commentaires de la part des arpenteurs romains, comme Hygin Gromaticus. L'analogie entretenue par ces deux cadastrations permet de répondre, du moins partiellement, à la question du seuil angulaire au-dessus duquel une orientation cadastrale ne peut plus avoir de lien direct avec la visée astronomique de la sixième heure. En effet, Hygin Grom. nous apprend que les *decumanii* sont dirigés vers l'Est et les *kardines* vers le Midi, tandis que l'orientation actuelle de ce réseau est de NG 5° W. Notons au passage que le cadastre B d'Orange présente la même orientation en valeur absolue, puisque celui-ci est incliné à NG 5° E. À partir des données morphologiques du réseau tricassin, il eut été possible de procéder à une simulation de l'opération d'implantation du *kardo maximus* à l'aide d'un *gnomon* et d'une *groma*, depuis le *locus gromae* jusqu'aux confins de la *pertica*, c'est-à-dire au 57° *decumanus*. Le cumul des erreurs dues à la détermination du nord géographique, aux 285 visées, d'une longueur maximale de 140 mètres, assurant la prolongation de l'axe à planter, donne trois plages d'erreur maximale possible selon les dates liées à l'orientation initiale du cadastre. La marge d'erreur de 5° 50' et quelques secondes, ainsi obtenue, est de nature à conforter l'hypothèse selon laquelle l'arpenteur en charge de l'implantation de ce cadastre ait choisi le mode de la visée astronomique de la sixième heure, puisque l'orientation actuelle se trouve être inférieure en valeur absolue à l'orientation simulée.

5 - DE LA GROMA AU THÉODOLITE...

La *groma* n'autorise pas la mesure d'angles intermédiaires à 90°, 180°, 270° et 360°. Sur la base d'une précision de 0° 02' 31", la *groma* se situe loin derrière la classe des théodolites optiques Wild T2, DKM3, Zeiss TH2 offrant une précision de : 3", 24; les Wild T1, Zeiss TH42 précis à : 9" et les Wild T16, Kern K1RA offrant une précision de 32" près. Enfin, la précision de 5" de la station complète TDM 300 de Nikon est environ 30 fois plus importante que l'instrument romain et celle du T2 de Wild est supérieure à 46 fois, sans oublier qu'un vent même léger peut rendre impossible l'utilisation de la *groma*.

6 - CONCLUSION : UNE MÉTHOLOGIE À POURSUIVRE

Les textes des *gromatici veteres* nous renseignent tant sur l'importance de l'orientation des cadastres romains que sur l'origine étrusque de cette pratique. L'archéologie du paysage démontre la complexité de la situation en révélant l'existence des trames cadastrales différemment orientées et sans liens apparents avec la direction astronomique, parfois superposées. Passer de la définition littéraire à la matérialisation du nord géographique est un exercice particulièrement ardu, bien souvent maladroitement ou imparfaitement maîtrisé par les Romains et les Modernes. Pour les premiers, il était nécessaire de recourir à la gnomonique, art jugé sublime et divin, tandis que pour le second, le cloisonnement des sciences telles que l'astronomie, la topographie, la géodésie, l'archéo-

logie, la philologie, le droit juridique latin et romain..., rend difficilement compte de la vue d'ensemble du problème posé par les propos des arpenteurs. D'une part, la démonstration proposée – modèle de calcul mathématique et topographique dans la détermination et maintien des axes majeurs des cadastres romains – évoqué dans cette étude montre que d'un point de vue pratique, le commentaire d'Hygin Gromaticus n'est pas aussi simple qu'il n'y paraît et d'autre part, la subtilité des termes employés par l'auteur puisque celui-ci sous-entend une notion de tolérance en employant l'expression « *le meilleur parti est de...* ». En effet, l'ombre du gnomon censée matérialiser le nord géographique, n'indique pas la même direction au cours d'une même année puisque celle-ci compte quatre dates remarquables générant une variation angulaire allant de 0° 05' 15" W à 0° 05' 12" E. À cela viennent s'ajouter les phénomènes de réfraction atmosphérique accentués par la présence des nuages. Enfin, il convient de tenir compte de la dextérité et l'acuité visuelle des arpenteurs en charge de cette opération et de celle de l'implantation du *decumanus maximus* et *kardo maximus*. L'analyse comparative des procédés antiques et modernes de la détermination du nord géographique montre très clairement le rôle essentiel de l'archéologie expérimentale. L'archéologie du paysage doit se doter de nouveaux outils de travail permettant de distinguer le nord géographique conforme à la méridienne locale (NG) outil de travail des cartographes possédant une vue d'ensemble de la *pertica*, perception que les arpenteurs romains ne possédaient pas, et du Nord Géographique Romain (NGR). Ce nouveau concept répond aux exigences fondamentales de l'archéologie expérimentale dans le domaine des cadastres romains : « **Considérer les orientations cadastrales telles que les Romains les observaient et non comme nous pouvons le faire** ». Les diverses applications expérimentales effectuées à l'aide du gnomon et de la *groma* ont permis de définir un seuil de NG 5° E/W au-dessous duquel les orientations observées ne peuvent plus être mises en relation avec la visée astronomique conforme au procédé de la « sixième heure ». Le modèle mathématique retenu repose sur une analyse des cadastres d'époque augustéenne de la colonie romaine d'Orange – cadastre B –, interprété par Gérard Chouquer et François Favory comme un cadastre colonial ou cadastre d'une seconde assignation et celui de la colonie d'*Emerita*, en Béturie, fondée en 25 avant notre ère. Ces réseaux présentent un très bel exemple de similitude tant dans leur orientation respective que dans leur complémentarité, textuelle pour *Emerita* et morphologique, pour Orange – emplacement connu du *locus gromae* et des confins nord de la *pertica*. La norme NGR ne saurait se substituer à la norme NG et être utilisée de la même manière, c'est-à-dire de manière globale. La norme NGR varie tout au long de la restitution des opérations d'arpentage depuis le gnomon, des différentes réorientations supposées se faire à chaque carrefour de *quintarius* et aux confins du territoire.

Pour l'arpenteur romain, la valeur du NGR pourrait être évaluée dans une fourchette de 0° à 0° 12' et quelques secondes tantôt à l'Est, tantôt à l'Ouest de la méridienne au niveau du point d'origine du cadastre d'Orange B et de 0° à 5° aux confins nord situés à quelques 40 km du carrefour des axes majeurs orientés N/S et E/W, par rapport à la méridienne passant par ce point comme semble l'indiquer le commentaire d'Hygin Gromaticus, sur la centuriation d'*Emerita*. Pour l'utilisateur des cartes IGN, l'écart

NG/NGR sera fonction du stade des opérations pour peu que les différents moyens techniques – reconnaissance aérienne, satellitaire..., fouille archéologique, sources philologiques, etc. – permettent de retrouver les paramètres morphologiques – module, *locus gromae*, confins septentrionaux – nécessaires à l'analyse des centuriations avec une orientation absolue inférieure ou égale à NG 5°.

BIBLIOGRAPHIE

- Adam 1982**, J.-P. Adam, *Groma et chorobate, exercices de topographie antique*, MEFRA 94-2, 1982.
- Baudson 1948**, Ed. Baudson, *L'arpentage pratique en quinze leçons*, éd. Albin Michel, Paris, 1948.
- Chouquer 1992**, G. Chouquer, F. Favory, *Les arpenteurs romains, théorie et pratique*, éd. Errance, 1992.
- Chouquer 1998**, G. Chouquer, *Le renouveau des études sur l'arpentage antique*, XYZ, n° 77, 1998.
- Decramer 1999**, L. R. Decramer, *Les centurions-triangulateurs de la 3^e légion Auguste*, XYZ, n° 78, 1999.
- D'Hollander 1989 a**, R. D'Hollander, *Sciences géographiques, connaissance du monde et conception de l'Univers dans l'Antiquité*, fasc. I : Haute Antiquité. Période grecque jusqu'aux conquêtes romaines, éd. Association Française de Topographie, 1989.
- Favory 1991**, F. Favory, *Le territoire de Murviel-les-Montpellier dans l'Antiquité et le moyen âge*, RAN, 24, 1991.
- Favory 1997**, F. Favory, *Retour critique sur les centuriations du Languedoc oriental, leur existence et leur datation*, dans Chouquer 1997, G. Chouquer, *Les formes du paysage, Tome 3 – L'analyse des systèmes spatiaux*, éd. Errance, 1997.
- Guy 1993**, M. Guy, *Les orientations quadrillées*, éd. Revue d'Archéologie Narbonnaise, 1993.
- Kerisel 1996** : J. Kerisel, *Génie et démesure d'un Pharaon : KHEOPS*, éd. Stock, 1996.
- Lapointe 1997**, L. Lapointe, G. Meyer, *Topographie appliquée aux travaux publics, bâtiments et levers urbains*, éd. Eyrolles, 1997.
- Le Gall 1975**, J. Le Gall, *Les romains et l'orientation solaire*, éd. MEFRA, 1975.
- Parès 1994-95**, J. Parès, *Les cadrans solaires romains de Quarante et de Lunel-Vieil (Hérault)*, RAN 27-28, 1994-1995.
- Pérez 1995**, A. Pérez, *Les cadastres antiques en Narbonnaise Occidentale, Essai sur la politique coloniale romaine en Gaule du Sud (II^e s. av. J.-C. – II^e ap. J.-C.)*, RAN sup. 29, 1995.
- Roth Congès 1996** : A. Roth Congès, *Modalités pratiques d'implantation des cadastres romains : quelques aspects*, éd. MEFRA, 1996.
- Schone 1903** : H. Schone, *Héron d'Alexandrie, leçons d'arpentage et dioptré*, Leipzig, Verlag Von B. G. Teubner, 1903.
- Trousset 1997** : Pol Trousset, *Les centuriations de Tunisie et l'orientation solaire*, dans *Antiquités Africaines*, CNRS Éditions, 1997.