

**Anciennes mesures de longueur et de superficie agraires
Mutations et continuité de l'Antiquité romaine au XIX^e siècle
Essai de métrologie historique**

Olivier Reguin
chercheur associé
Département d'histoire
Université du Québec à Montréal
reguin.olivier@uqam.ca

2021

À Betty, mon cœur, pour son si aimant, constant et précieux soutien.

*À la mémoire de mon grand-père, Paul Reguin, charpentier, et de mon père,
Robert Reguin, architecte, qui trouvaient tous deux le mètre « un peu trop long,
ou alors carrément trop court ».*

* * *

Remerciements

Le Département d'histoire de l'Université du Québec à Montréal a bien voulu accueillir cette recherche. Mes remerciements vont en particulier à la professeure Lyse Roy, sa directrice ; à Kouky Fianu, professeure à l'Université d'Ottawa, et à Jean-François Cottier, professeur à l'Université de Montréal aujourd'hui à Paris 7.

Toute ma reconnaissance est acquise aux professeurs Jean-Claude Hocquet (Lille III), Bernard Garnier (Caen) et Pierre Portet (Arch. nat.), alors animateurs du Comité français pour la métrologie historique, pour avoir accueilli mes premiers essais dans leurs Journées et dans les *Cahiers de métrologie*. Et j'ai bénéficié au long des années de fructueux échanges avec Eric C. Fernie (dir. hon., Courtauld Institute, Londres), Emanuele Lugli (Stanford), Magali Watteaux (Rennes 2) et Cédric Lavigne (Bordeaux 3).

TABLE DES MATIÈRES

Introduction : sur la trace d'une évolution ordonnée	9
01.0. Repérage d'un substrat.....	16
01.1. Le problème du pied romain	17
Origines du pied romain	17
Valeurs du pied romain.....	19
Choix d'un pied romain.....	22
01.2. Rappel du système romain de mesures agraires.....	24
Les mesures linéaires	25
Les mesures de superficie.....	26
La limitation et l'assignation.....	27
01.3. Dérivation des mesures linéaires antiques.....	29
Les mesures fondamentales.....	29
Tableaux synthétiques	32
Pieds de 15 et de 18 doigts.....	34
Pied ptolémaïque-philétairien : pied manuel.....	35
L'encombrant pied ptolémaïque court de Hygin	35
Le pied byzantin	38
01.4. Problématique de la continuité.....	39
Intégrations en puissance	40
Présence des mesures byzantines.....	41
Retour sur le jugum du Bas-Empire	44
Bilan.....	47
01.5. Point métrologique.....	49
02.0. Éléments d'un système « carolingien ».....	51
02.1. Divergences.....	52
02.2. La perche et le pied agraires « carolingiens ».....	55
Une formule de conversion	55
Rapprochements.....	55
Origine byzantine	56

02.3. Les trois unités de mesure agraires d'époque carolingienne	60
Une unité agréée : le jugère.....	60
Une unité majorée : l'ansange/acre.....	61
Une unité créée : le Joch impérial	62
D'autres mesures ?	64
Bilan.....	66
02.4. Point métrologique.....	69
03.0. Premières conversions de l'acre et du jugère carolingiens.....	70
03.1. De l'acre au journal : le pied « néo-romain »	72
Mesure au carré.....	72
Calcul.....	73
Datation	74
03.2. De l'acre à l'arpent de Paris : le pied « néo-drusien ».....	75
Calcul.....	75
03.3. Symétrie des conversions de l'acre	76
Ajustement	76
En pratique	77
Le journal de Bourgogne	80
Bilan.....	81
03.4. Jugère carolingien et ansange du Rhône au Rhin	84
Jugère et/ou ansange double.....	84
Coupées.....	88
Rocades sur quatre pieds.....	89
Actus, ansange, arpent.....	89
03.5. Point métrologique.....	91
04.0. Reconversions du Joch impérial.....	92
04.1. Décomptes variés	92
Partitions en Allemagne.....	92
Conversions attendues en France (Nord) et en Suisse.....	93
04.2. Conversions utilisant la perche impériale.....	94
Application aux mesures agraires en France (Ouest).....	95

04.3. Le pied « 24/25 ».....	97
Application aux mesures agraires en Lorraine et Franconie.....	99
04.4. Point métrologique.....	101
05.0. Le pied, la perche et l'acre d'Angleterre.....	103
05.1. Données.....	104
Explications anciennes.....	106
Observations préliminaires.....	111
05.2. Nouvelle approche.....	113
Parvenir à 16 ½ pieds.....	117
Parallèle normand.....	120
05.3. Mesurages historiques.....	122
05.4. Retour sur le pied de Saint-Paul.....	127
Bilan.....	128
05.5. Point métrologique.....	130
06.0. Les décomptes des grandes étendues.....	131
Le problème du manse.....	131
Le problème de l'étendue du manse.....	133
06.1. Bonniers.....	136
De nombreux bonniers.....	137
06.2. Le manse carolingien.....	140
Autres définitions.....	141
Manse carolingien et cadastre romain.....	142
Datation.....	144
Taxation.....	144
06.3. Autres formes.....	145
Transition vers la Hufe.....	146
Dissolution du manse.....	147
Bilan.....	148
06.4. Point métrologique.....	149

07.0. Évolution de la Hufe	150
07.1. Le système 100 jugères antiques / 64 Joche	152
07.2. Le système 160 jugères antiques / 100 Joche	155
Hufe flamande	156
Tromperie	158
Une Hufe franconienne plus ambiguë	159
Autre tromperie	162
07.3. La grande Hufe de 120 Joche impériaux	164
07.4. Les hides en Angleterre	167
Définition. Pendants allemand et normand	167
Partitions	168
Autres formes	169
Comprendre la variété des hides	170
Comprendre la réduction du nombre de hides	171
Ramener la variété au possible	173
Bilan	177
07.5. Point métrologique	178
08.0. Partitions, conversions et substitutions	179
08.1. Acres « coutumières » en Grande-Bretagne	180
Manières de conversion	181
Mesurages correctifs	183
Manières de compter	184
Substitutions de pieds et de perches	186
Pays de Galles	188
Irlande	189
Écosse	190
08.2. Tableau sommaire des Allemagnes	194
Expressions du jugère carolingien	196
Expressions de l'acre carolingienne	197
Expressions du Joch impérial	198
Autres observations : Nuremberg, Rhénanie, Amsterdam, Bâle, Berne	199
Le dernier système prussien : une confirmation	203

09.0. Précision et ambiguïté des mesures royales françaises.....	205
09.1. Sur l'origine du pied de roi.....	208
09.2. Parcours rétrochronologique.....	211
Le « pied de roi 3 »	212
Le « pied de roi 2 »	214
Le « pied de roi 1 »	215
Bilan.....	216
09.3. Perches et arpents.....	220
L'arpent de roi.....	220
L'arpent de Paris	222
L'arpent ordinaire	223
Le Joch impérial autour de Paris.....	223
Autres arpents.....	224
Observations.....	225
Bilan.....	228
10.0. Quelques mesures méridionales	229
10.1. Mesures décomptées à divers pieds manuels.....	231
Chartres	231
Bordeaux et sa région	232
Lyonnais, Dauphiné, Savoie, Piémont	240
10.2. Mesures décomptées à divers emfans	247
Toulouse et sa région	247
Le Midi en tous sens	250
Languedoc largement	255
Provence.....	261
11.0. Des origines à rechercher en Italie	266
Da Capo al Coda.....	266
11.1. Perches antérieures à l'époque carolingienne.....	268
11.2. Le Nord, zone d'influences croisées	270
La mesure altérée de Turin	270
La mesure altérée de Milan	271
Une Émilie-Romagne bien mesurée	273
Calculs déjoués à Florence.....	275

11.3. Aux limites du système : un autre système.....	278
11.4. La Rome pontificale.....	279
Palmi, canne.....	279
Mazzarella, staiolo.....	280
Pezza, rubbio	281
11.5. Le <i>Mezzogiorno</i>	285
Naples « française »	285
Plus flou, plus net.....	287
En Sicile.....	291
11.6. La limite retrouvée	293
Conclusions.....	296
Ouvrages consultés	301

Introduction : sur la trace d'une évolution ordonnée

Le présent essai de synthèse s'attaque aux questions que soulève la multiplicité déroutante des anciennes unités de mesure agraires, sous l'aspect métrologique et dans une perspective historique : il cherche à expliquer le cheminement de ces mesures, de la disparition du système romain antique à l'« arrêt sur image » que constitue leur conversion dans le système métrique décimal. Elles composaient alors un fouillis inextricable où se côtoyaient un grand nombre d'unités fondamentales, tels les pieds, empan et coudées, qui s'alignaient dans un nombre lui aussi impressionnant de modules (perches, cannes ou toises) pour composer une myriade d'unités superficielles différentes, arpents, acres, journaux et tant d'autres, dans toute l'Europe occidentale.

Outre l'éclairage anthropologique de la question d'un « espace », qui n'est pas abordée ici, plusieurs points de vue semblent coexister à propos du concept de « mesure agraire ». Selon le plus répandu d'entre eux, les unités de mesure résulteraient de leur fixation progressive dans le contexte de leur utilisation : géologie des terrains ; conditions climatiques ; genre d'attelages, d'instruments aratoires ; type de culture ; assolement. Tout cela résulterait « concrètement » en temps de travail ou en quantités de semence qui seraient les déterminants d'unités établies localement – on leur a parfois attribué une couleur ethnique. Par ailleurs, on doute fortement, en se fondant sur des considérations d'ordre socioculturel, de la compétence des sociétés visées, et encore plus des individus concernés, de s'appuyer sur des conceptions claires, permanentes, et de procéder à des calculs complexes en la matière. À cela s'ajouterait le flou entretenu par le jeu des forces sociales autour du prélèvement fiscal et des pratiques commerciales.

Du point de vue ici défendu, ces éléments ressortissent plutôt aux complexes et constants problèmes d'adaptation technique, conjoncturelle, contractuelle, auxquels l'agriculture a toujours dû faire face, mais ils ne remontent pas à l'institutionnalité des mesures, qui leur est essentielle. Ce dernier aspect induit l'intervention d'autorités à leur origine : la mesure de la terre est liée à la fiscalité, comme le montrent, de loin passé l'Antiquité romaine, les

documents à valeur de recensement ou de contrat : polyptyques, censiers, reconnaissances, cadastres, terriers, compoix... Ceux d'entre eux qui ont en outre un caractère d'engagement peuvent être assortis de formules comminatoires, de serments et d'hommages dont la portée est significative : les mesures se relient à l'univers du droit – sans soulever ici la question de leur sacralité.

Suivant une école de pensée classique en métrologie historique, qui s'appuie sur l'archéologie monumentale et sur les écrits de l'Antiquité, les mesures fondamentales ont, dès l'aube des temps historiques, quitté leur concrétude anthropométrique pour se fixer avec la plus grande précision. Les impressionnantes réalisations de l'Égypte ancienne ont apporté un inépuisable réservoir de débats au sein de ce courant. Ses monuments, ceux de la Grèce et de Rome, ont été très étudiés sous l'angle des mesures et le sont encore. Parallèlement, l'archéologie rurale s'est beaucoup développée récemment et quant aux mesures agraires romaines, elle a pu s'appuyer sur les descriptions des agronomes du temps et sur les écrits dits gromatiques, tout comme elle valide ces mêmes textes en ce qui concerne le parcellaire romain si bien réglé qui quadrillait plus d'une région de l'Europe, du Moyen Orient et de l'Afrique du Nord. Pour une période plus proche dans le temps, la recherche ne conteste pas la solidité de la métrologie agraire byzantine ni celle de la fiscalité qui la commandait.

Mais pour le Moyen Âge et pour les Temps modernes en Occident, des lacunes dans la connaissance des règles suivies et les ambiguïtés des données recueillies ont conduit à rejeter l'idée de système. Si des recensions considérables de conversion des anciennes mesures agraires en données métriques sont encore parues depuis une génération, elles n'en proposent pas de vision globale. L'archéologie rurale ne se préoccupe plus guère de métrologie : l'intérêt s'est concentré, ces dernières décennies, sur la structuration du paysage – au sens d'une anthropisation par l'agriculture. Des résultats très intéressants sont atteints, grâce à la mise en œuvre d'un faisceau d'analyses. Pourtant, la sophistication actuelle des voies et des instruments de la recherche ne doit pas faire oublier qu'en regard, l'extrême variété dans l'expression des mesures est encore mal comprise.

Il paraissait alors souhaitable de mener une recherche sur les anciennes unités de mesure agraires qui se distancie de l'idée de leur fondement ergonomique et local pour en retrouver une justification métrologique – en écartant l'idée d'une reconstruction *ex nihilo*, avec des inventions spontanées de formes et d'usages. Les conclusions de cet essai aboutissent plutôt à l'idée que les mesures agraires découlent de prescriptions de portée très large, européenne, universelle au regard de l'Occident, qui en redisent l'origine étatique et d'institution de caractère fiscal, ce qui est leur fondement depuis la plus haute Antiquité. Tout se passe comme si les mesures étaient restées un attribut de la souveraineté impériale, même évanescence, au moins jusqu'au XII^e siècle, alors que des puissances régionales ont commencé d'y intervenir – mais sans en changer les fondements. C'est de cette fragmentation que provient la difficulté de décrypter beaucoup d'unités faussées par des décisions arbitraires plus tardives et qui composent le chaos des mesures aux Temps modernes. Leur filiation se décèle pourtant : elle est exprimée par des nombres, vus sous leur aspect opératoire – ils déterminent une réalité perçue et ils permettent de la circonscrire par le calcul. Les mille et une descriptions de mesures agraires, selon les hypothèses ici avancées, s'expliquent « par raison de nombres » (cette heureuse formule est de Guy Beaujouan) et cette raison est probante, quoi qu'on veuille lui opposer.

Cette « méthode numérique » – mise en balance avec les documents pertinents, les travaux anciens ou récents, les répertoires de données – est celle suivie autrefois par Paul Guilhiermoz, à la suite de pionniers de l'histoire économique rurale médiévale tels Guérard, Delisle, Sée, en France ; Landau, Lamprecht, Meitzen, en Allemagne ; Ellis, Seebohm, Maitland, en Grande-Bretagne ; Rocca, Mazzi, en Italie ; et d'autres. Dans « De l'équivalence des anciennes mesures », de 1913, Paul Guilhiermoz exposait, à partir d'une érudition et d'une intuition remarquables, certaines formules propres aux mesures de Toulouse, les comparant avec celles de Bordeaux, et rapportant ces deux modes de calcul à l'évolution ordonnée (dans les deux sens du terme) de la métrologie agraire de l'Occident depuis l'Antiquité. Il affirmait ainsi que les unités de mesure procèdent historiquement les unes des autres. Cet article fondamental avait été précédé, en 1906, de « Notes sur les poids du Moyen Âge », et il fut complété, en 1919, toujours dans la *Bibliothèque de l'École des chartes*, de « Remarques diverses sur les

poids et mesures du Moyen Âge ». Le peu de suite donné au travail de Guilhiermoz en matière agraire – les auteurs de langue française s'appuyaient cependant sur ses conclusions jusque dans les années 1960 – est peut-être dû au fait qu'il n'a appliqué sa méthode en détail qu'à une aire restreinte, une partie seulement du Sud-Ouest français, alors même que ses connaissances et ses comparaisons incidentes lui auraient permis de traiter la question dans son ensemble – ce qu'il a fait pour les poids avec une sagacité reconnue.

Limitée par la parcimonie et par l'ambiguïté des sources normatives, la présente recherche peut légitimement s'appuyer sur une « méthode numérique » – utilisant la notion fondamentale de numération, mais non pas les ressources d'une base de données ni d'un traitement statistique, très difficiles à manipuler, en l'occurrence – pour combler le fossé béant entre les mesures antiques connues et leurs avatars au moment de leur conversion dans le système métrique décimal. On pourrait parler ici de « méthode régressive », qui décèle un point de départ à partir d'un état final.

La lecture de nombre d'auteurs, le recouplement de références en un constant aller et retour dans le temps et dans l'espace ; et de là l'observation des compatibilités ou incompatibilités numériques, m'ont amené à proposer que l'ancienne métrologie agraire d'Europe occidentale ne soit fondée principalement que sur trois unités de mesure superficielles, édictées entre le VII^e et le IX^e siècle, observées d'ailleurs par maint chercheur, mais non isolées exclusivement ni suivies dans le temps. La plupart des anciennes unités de mesure agraires les reproduisent ou en sont issues : du Scheffel de Lübeck à la *saccata* de Florence, du journal de Bordeaux au Morgen de Silésie, de l'arpent de Paris à l'acre d'Angleterre, etc. Elles peuvent en être de pures expressions, des partitions, des multiples, ou des conversions calculées ; elles ne s'écartent de leur état originel que par des façons coutumières de les moduler et par un petit nombre d'accidents, comme les substitutions tardives de pieds. De plus, les mesures fondamentales, tels les différents pieds utilisés justement, conservent une fixité non moins étonnante : leur valeur dépend de la conception de la mesure agraire superficielle qu'elles gouvernent en retour.

Quant à la notation chiffrée, le lecteur pourrait se montrer dubitatif vis-à-vis de dimensions données au millième de millimètre – et même moins : en général sept décimales. Par exemple en lisant que le pied romain mesurait 0,294 259 2 m. Cette dimension d'ordre métrologique, obtenue par calcul, résulte de rapports fractionnaires établis en repartant de celui qui relie le pied de roi au mètre (c'est ce qui lui donne 0,324 839 4 m) et qui est notre plus sûr relais dimensionnel avec les anciennes mesures. Une telle notation métrologique, théorique si l'on veut, offre un repère : elle indique ce qu'une longueur ou une superficie seraient si les mesures étaient strictement respectées tout au long de la généalogie qui les fait remonter à l'Antiquité. Elle côtoie celle des valeurs retenues au moment de leur conversion dans le système métrique décimal, souvent calculées elles aussi, plus que testées ; et encore celle des mesures relevées par l'archéologie. Leur proximité est remarquable, si l'on tient compte d'écarts d'ordre technique, minimes. L'œil peut d'ailleurs glisser sans dommage sur les précisions inframillimétriques. Il est évident que la finesse du mesurage ne devait pas être si grande, mais les calculs définissant les unités de mesure sont simples et leurs résultats, sans ambiguïté.

Les rapports fractionnaires entre unités fondamentales comme les différents pieds sont, par exemple, $6/5$ – c'est-à-dire que l'on divisait telle toise en 6 pieds, ou alors en 5 pieds plus longs en proportion. Cela paraît rudimentaire, mais de tels rapports, mathématiques, d'une part, et officialisés, d'autre part, sont précis et irréfragables ; ils sont constamment rappelés. C'est que, depuis l'âge scientifique, on les avait négligés pour tenter de trouver des valeurs absolues aux unités de mesure, ce qui « cassait » déjà l'ancien système : par exemple, avec des dixièmes, centièmes ou même millièmes de pieds, de pouces ou de lignes, divisions inventées par les métrologues aux XVII^e et XVIII^e siècles et dépourvues de sens quant à l'origine de ces unités. L'article « Mesure longue » de l'*Encyclopédie* est à ce titre très significatif : l'oubli s'était installé des rapports entre les mesures. C'est pourquoi il était trompeur de répertorier méticuleusement toutes les mesures locales au moment du passage au système métrique décimal – cela devait paraître important du point de vue économique et fiscal – car la variance des étalons donne l'impression qu'il existait une quantité de pieds différents, alors qu'il n'y en avait que quelques-uns ; et la variété des décomptes, celle qu'existaient mille et une mesures de superficie, alors que la plupart provenaient des trois unités décelées.

Et quant au calcul, il s'en tient aux quatre opérations sur des nombres entiers et sur des fractions ordinaires, y incluant les carrés et racines carrées les plus simples, le théorème de Pythagore et les approximations de $\sqrt{2}$ connues depuis l'Antiquité. Aussi les nombres auxquels il est vraiment prêté attention ne sont pas ceux commandant l'expression des valeurs métrologiques hyper-fines transcrites en métrique, mais les déterminants fort simples des anciennes mesures : 6/5, comme vu ci-dessus, mais aussi 8/9, 15/16, etc. Rien ne dépasse le niveau des connaissances des lettrés du haut Moyen Âge, considérant que les mesures ont été définies, à leur origine, par des savants au service du pouvoir étatique et non par les usages paysans. L'aspect mathématique du présent essai reste donc sommaire, de par les sévères limites de mes propres compétences et en considération du possible aux époques invoquées.

Au-delà de cette restitution, l'usage de l'ancienne métrologie agraire est à observer dans chaque cas, parce que les mesures sont aussi des unités de compte et ne gouvernent pas partout le découpage des parcelles qui leur ont été rapportées – tout comme la promulgation des mesures métriques n'a pas conduit au redécoupage des terres cultivées en carrés d'un hectare. Ce n'est donc pas une perte de compétence qui a fait s'étioler (ou s'étoiler) l'ancien système des mesures, mais au contraire la possibilité de détacher le concept de mesure du terrain lui-même, lien que le système romain semble avoir imposé.

Les sources sont données dans le courant du texte, par la mention d'un auteur, d'une année de publication et de la page, ce qui réfère à une liste des ouvrages consultés, placée à la fin du texte. Les renvois internes sont indiqués par des numéros de chapitres et de sections. La forme d'essai discursif, à laquelle je me limite par force, m'autorisera, avec l'indulgence espérée du lecteur, cette simplification. Et les facilités d'une publication électronique pallieront, je crois, l'absence d'index. Plusieurs volumes de bibliographie s'empliraient de la recension de tout ce qui traite de cette question. (Il y aurait beaucoup à élaguer dans cette immense arborescence.) Cependant, la crainte me reste vive d'avoir manqué une source importante et, par conséquent, de démarquer un auteur sans le citer – combien, d'ailleurs, ai-je pu en ignorer ? –, en proposant un résultat qu'il aurait déjà atteint. Des travaux récents ou encore d'actualité, je suis remonté à l'érudition du XIX^e siècle ; à des traités plus anciens également : nombre d'ouvrages de référence, d'études et d'articles autrefois introuvables sont maintenant numérisés et

accessibles en ligne. Cette information s'est complétée des recensions de mesures parues dans différentes séries nationales et dans plusieurs dictionnaires de mesures. Le lecteur pourrait s'étonner de l'ancienneté de beaucoup de ces références. C'est que la question était à reprendre là où elle avait été laissée quant à l'aspect traité, et c'est aussi pour situer les étapes passées de la métrologie historique.

Pour des raisons d'ordre pratique mais aussi d'ordre métrologique, j'ai parcouru dans cette étude, mais non entièrement quadrillé, loin de là, les Allemagnes, la France – faudrait-il écrire les ? –, les îles Britanniques et l'Italie, composite elle aussi. Là plus qu'autre part, les circonstances ont produit un tableau « dantesque » de mesures parfois indéchiffrables – on n'en est pas très loin ailleurs non plus, à vrai dire – et qui mettent à rude épreuve l'idée de système mais, à la fin, la justifient pleinement. Quant à la péninsule Ibérique, les mesures y ont été reconstruites tardivement et sont de ce fait moins révélatrices ; je les ai écartées, tout comme je l'ai fait de la Scandinavie. Cet essai présente donc des exemples significatifs, et non pas la résolution de toutes les mesures partout répertoriées. En tout, à chaque pas, j'aurais pu nuancer le propos, problématiser le questionnement, limiter la portée des idées avancées par toutes sortes de précautions. Cela aurait surtout alourdi un exposé qui n'est déjà que trop étendu. Que le lecteur veuille bien excuser l'apparent schématisme qui semble le guider et considérer ses objectifs d'ailleurs limités à un aspect de l'immense question des mesures agraires : la relation entre leur description et leur histoire. À la fin, la cohérence des résultats atteints et, dans le fond, la simplicité du système restitué, mettent au jour la continuité de conception et la précision des données de base en matière d'évaluation de l'étendue aménagée, à toute époque de l'histoire de l'Occident, depuis l'Antiquité et jusqu'à la rupture imposée par le système métrique décimal – et, dans la partie du monde utilisant les mesures britanniques, jusqu'à nos jours.

01.0. Repérage d'un substrat

Ce chapitre introductif ne constitue qu'une mise en situation sommaire de la question des mesures planes à la fin de l'Antiquité. Il ne remonte pas en amont du système romain de mesures, sauf pour en situer l'origine au sein des métrologies sumérienne et égyptienne dont les auteurs antiques comme la recherche moderne le font dériver, et pour comprendre son rapport avec le système hellénistique réformé qui commanda les mesures de Byzance. Il s'agit d'abord d'indiquer de quelle façon on peut choisir une valeur pour l'unité de mesure fondamentale la plus courante, le pied, en l'occurrence romain, et pour cela, faire au moins allusion aux débats qu'il a suscités. En convoquant indirectement les Anciens, auxquels révérence est ainsi faite, on peut s'en faire une idée en revenant aux travaux des chercheurs du XIX^e et du XX^e siècle, sans oublier cependant les nombreux auteurs de toutes les époques, des encyclopédistes antiques et médiévaux aux érudits de la Renaissance et aux savants des XVII^e - XVIII^e siècles, parce qu'ils ont ouvert la voie dans un monde que l'on imaginait vieux de quelques millénaires seulement et où des questions comme la dimension du pied romain ou celle de la coudée du Temple avaient une tout autre résonance qu'aujourd'hui. En second lieu, les unités de mesure agraires superficielles romaines sont simplement décrites. Puis la section 01.3 présente, en une tentative de synthèse, un tableau des relations entre les mesures fondamentales (pieds, emfans et coudées) antiques en général puis romaines et byzantines en particulier, telles que l'on peut les percevoir à la fin de l'Antiquité. Et la section 01.4 situe le système des mesures agraires de Byzance – manière de parallèle inducteur, évidemment.

01.1. Le problème du pied romain

Origines du pied romain

Cette question s'est posée dans l'histoire et elle se pose encore en termes de pure métrologie, d'étalons subsistants et d'archéologie. Voici quelques éléments de cette tradition.

Pour simplifier à l'extrême : du point de vue métrologique, le pied romain proviendrait de l'une des coudées de la haute Antiquité, que l'on considère celles-ci comme des mesures géodésiques (une division de l'arc du méridien) ou non. On admet que les Égyptiens avaient créé une coudée de 28 doigts, alors que la coudée royale babylonienne en comptait 27, et l'ordinaire 24 de semblables, dans les termes d'Hérodote. C'est de cette dernière dont découlerait le pied de 16 doigts qui en est les deux tiers, celui qui fut utilisé en Grèce, puis à Rome, où il fut divisé en 12 pouces de $\frac{4}{3}$ de doigt. Le doigt peut être évalué à $\sim 18,5$ mm, et le pied à ~ 296 mm. Ainsi (désormais en fractions du mètre) : le pied de 16 doigts « pur » mesurerait 11,664 pouces anglais, soit 0,296 265 6 m, d'après Berriman (1953 : 121 *sqq.*) ; ou 0,296 853 m, d'après Pfeiffer (1986b : 16 et *passim*), ou encore 0,296 2 m, selon Rottländer (1998, en ligne) – ces auteurs explicitant à leur manière des valeurs déterminées par la recherche ancienne. Il s'agit, dans ces trois cas, de pieds que je dirais théoriques : le premier est établi, écrit Berriman, sur un doigt égyptien (il reporte ainsi l'un des calculs de Greaves, du XVII^e siècle, cf. *infra*) ; le second, affirme Pfeiffer, est construit sur un étalon conservé à Cologne et sur une règle de provenance égyptienne conservée à Turin ; le troisième, pense Rottländer, découle de l'« aune de Nippur » (III^e millénaire av. J.-C.) divisée en 28 doigts. Ces pieds sont théoriques dans le sens qu'ils proviennent d'une métrologie suméro-égyptienne inchangée, alors que les données de l'archéologie monumentale ou agraire romaine, sur lesquelles il convient de tabler en pratique pour le haut Moyen Âge occidental, induisent un pied romain tardo-antique un peu plus court (cf. *infra*).

Du point de vue géodésique, ici à peine esquissé lui aussi, on sait (p. ex. Guilhiermoz, 1913 : 286 *sq.* ; Stecchini, v. 1960 : n. p.) que la distance séparant le 35^e du 36^e degré du quadrant

terrestre fut évaluée sous le calife al-Ma'mūn (814-833) à $56^{2/3}$ milles de 4 000 coudées « noires » arabes issues de la coudée babylonienne de 27 doigts, ce qui peut se traduire par 382 500 pieds romains de 16 doigts. La mesure moderne de ce degré, de $\sim 110\,936$ m, donnerait cette coudée pour $\sim 0,490$ m et un pied romain, ses $16/27$, à $\sim 0,290$ m. L'opération n'indique donc qu'un ordre de grandeur (traduit ici d'une certaine façon par les auteurs), assez juste cependant si l'on songe aux moyens de cette époque ; elle fut menée par les savants arabes pour vérifier les calculs effectués dans l'Antiquité.

Ainsi, vers 200 av. J.-C., Ératosthène (Thalamos, 1921) avait évalué la circonférence de la Terre par une expérience célèbre fondée sur la différence des angles formés par l'ombre dans un puits à Syène (Assouan) et au pied d'un obélisque d'Alexandrie au même moment : $1/50$ du cercle – il n'a pas utilisé ses 360 degrés, et la correspondance est $7^\circ 12'$ (Simaan, 2002) – pour une distance de 5 000 stades. Ératosthène en arriva ainsi à 250 000 stades (d'autres disent 252 000 stades en arrondissant l'arc à 7°), stades de 300 coudées égyptiennes (de $\sim 0,523\,5$ m ou, exclusivement, de $\sim 0,518$ m). Cela semble très précis, mais seulement si l'on admet ce stade, et bien sûr les valeurs des différentes coudées égyptiennes qui ont été très discutées depuis Girard (1809), par Jomard (1809), par Letronne (1816 [1851, posth., Vincent, éd.]), Gosselin (1822), Lepsius (1865), Rodenbach (1883), etc. Ainsi interprété, le calcul est assez exact : il donnerait une circonférence terrestre de $\sim 39\,262,5$ ou de $\sim 38\,850$ km (selon la coudée retenue) pour les $\sim 40\,075$ km admis aujourd'hui. Cela induirait un pied romain, les $16/28$ de ces coudées, à $\sim 0,300$ ou bien à $\sim 0,296$ m.

Par ailleurs, une tradition connue des savants du XVIII^e siècle suggère que l'on peut compter 75 milles romains au degré terrestre moyen (rappel de Aurès, 1886 : 52 *sq.*) ; le mille étant composé de 1 000 pas de 5 pieds, cela fait 375 000 pieds. La même distance de 110 936 m donnerait un pied mesurant $0,295\,829\,4$ m, ce qui est étonnant de précision au vu des évaluations issues d'autres méthodes. Ce résultat peut être tiré d'un autre calcul célèbre dans l'Antiquité, celui d'Archimède, qui donnait 300 000 stades à la circonférence de la terre, mais des stades de 300 coudées ordinaires soit de 450 pieds, semble-t-il. Et de là : $300\,000 \times 450 = 135\,000\,000$ de pieds, nombre qui, divisé par 360 (degrés de la circonférence), égale bien 375 000 pieds, soit 75 milles de 5 000 pieds romains au degré moyen – ce qui donnerait une

circonférence terrestre de quelque 39 960 km avec un pied de 0,296 m, précision admirable. En fait, il est difficile de ne pas croire que ce calcul n'a pas été « arrangé » dans les Temps modernes, comme Fréret semble le faire, par exemple (1756 : 507 *sqq.*).

Outre les estimations géodésiques peu sûres évoquées ci-dessus – et il y en a d'autres (Janvier, 1993 : *passim*), de multiples tentatives ont été faites pour expliquer la fixation en quelque sorte réciproque des mesures de longueur, de capacité et de masse. C'est une idée très ancienne, et c'est aussi l'une des avenues de la métrologie historique, de Böckh (1838) à Lehmann-Haupt (1893) et à Stecchini (v. 1960 : n. p.), par exemple. En simplifiant à nouveau à l'extrême : si les arêtes internes d'un récipient cubique empli d'eau mesurent 1 pied de 0,300 m, le pied cube contiendra 0,027 mètre cube et pèsera 27 kg, ce qui est un talent brut divisible en 1 000 onces (chaque arête du pied cube en 10 parties) de 27 grammes qui, prises 12 fois, composeraient une livre de 324 g, ce qui est proche (sans plus) de la romaine, évaluée à ~ 327 g. Ainsi le pied et l'once se conforteraient l'un l'autre (cf. 05.3 quant à l'once britannique *avoirdupois*). L'existence d'autres pieds (et d'autres talents) serait due au fait que, pour peser des talents de grain, il faudrait plusieurs récipients – en général plus grands, l'orge et le blé ayant des poids spécifiques différents et des grains de formes variées...

Je laisse là, cependant, « géodésie » et « barymétrie », considérant que mon propos sera mieux appuyé par la mesure de monuments et par des relevés sur le terrain.

Valeurs du pied romain

Depuis la Renaissance, par intérêt pour les travaux des Anciens, d'abord, puis dans la recherche de définitions plus sûres des unités pour des raisons scientifiques, et plus tard encore en vue de déterminer une mesure universelle, les savants ont recherché la valeur absolue du pied romain. (Leurs calculs ne sont jamais exempts de problèmes, évités ici...) Par exemple, l'astronome John Greaves (1647 : 21 *sqq.*), reprenant la mesure des monuments funéraires romains dédiés à Statilius Aper et à Cossutius – pratique inaugurée par les contemporains de Luca Peto (1573) – trouva, pour le premier, un pied à 1 944/2 000, et pour le second, 1 934/2 000 du pied d'Angleterre soit – si l'on part du pied actuel de 0,304 8 m, ce qui n'est ici qu'indicatif – ~ 0,296 266 m (« valeur haute ») et ~ 0,294 742 m (« valeur basse », sur

laquelle il semble conclure, p. 40). Sur la foi de ces données, certains auteurs, réfutant toute dérive des mesures, si légère soit-elle, ont pu affirmer l'existence effective de plusieurs pieds romains. Eisenschmied (1737 : 92 *sqq.*) résume les considérations de quelques-uns d'entre eux (Picard, Auzout, Cassini, par exemple), avec des résultats différents selon qu'il part du pied de roi ou de la détermination mathématique du pied romain par le cubage du conge Farnèse ou par les monuments. Les rappels détaillés de Tillet et Abeille (1790 ; rééd. 1880 : 466 *sqq.*) résument les connaissances généralement admises d'après les expériences menées en France au XVIII^e siècle.

Par ailleurs, Raper (1760), qui avait travaillé sur les dessins de monuments romains de Desgodetz, pensait que le pied romain avait subi un affaissement au cours du II^e siècle de notre ère, et il comptait 0,970 pied anglais, soit – en utilisant son rapport de 1,065 4 pied anglais pour 1 pied de roi (de France) – 0,295 752 m (valeur haute) *avant* ; et 0,965 pied anglais, soit 0,294 228 5 m (valeur basse) *après* la réforme qu'il avait perçue, ralliant plusieurs auteurs à cette vue (Hultsch, 1882 : 97 ; Guilhiermoz, 1913 : 284 ; Dilke, 1971 : 82), bien que cette réforme du pied ne soit rapportée nulle part. Aurès (1880 : 42 *sqq. et alibi*) écrit au contraire que le pied a été agrandi, s'appuyant sur le conge Farnèse – cf. cependant, pour un pied agrandi, « pied néo-romain », ci-dessous et 03.1.

Boscovich et Maire, vers 1750 (1770 : viii ; 354 *sqq.*), avaient fondé leur calcul de ce pied romain renforcé (« néo-romain ») sur le *palmo* moderne de Rome – le dixième de la *canna architettonica* gravée ou installée sur l'ordre de Luca Peto vers le milieu du XVI^e siècle – auquel ils trouvèrent 99,033 lignes du pied de roi (le dixième de 990 lignes et 4 points, bien sûr). Un *palmo* (empan) étant les 3/4 d'un pied, cela confère 132,044 lignes à ce « pied romain moderne », donc quelque 132/144 (les 11/12) du pied de roi dernière valeur : c'est le « pied de 11 pouces de roi ». Guilhiermoz (1913 : 277-278, 289) tira du même *palmo* de Rome, mesuré à nouveau, en 1810, à 99,042 lignes de roi (en fait, le dixième de 990 lignes et 5 points), un pied de 132,056 lignes, soit 0,297 895 8 m. Or il considérait cette valeur comme étant celle du pied néo-romain qui mesure d'après lui 81/80 du pied tardo-antique qu'il évalue ainsi à 0,294 218 m. Une résolution du pied néo-romain, point capital, est proposée plus loin (03.1), de même qu'une histoire du pied de roi (09.2). Guilhiermoz pouvait s'appuyer sur le fait que

la table de Peto porte aussi un pied romain antique que Boscovich mesura en 1760, assisté de Jacquier, à 1 306 ou 1 307 dixièmes de lignes de roi, soit en métrique entre 0,294 6 et 0,294 8 m environ, longueur toujours admise par l'*Encyclopédie*, et par d'Anville (1769 : 89), Romé de l'Isle (1789 : 1) et autres érudits. (On comptait fréquemment en dixièmes de lignes de roi, soit 1 440 parties au pied de roi, comme ci-dessus ; mais aussi, comme vu plus haut, en 144 lignes de 12 points, soit 1 728 parties au pied de roi.)

Mais le pied officiel dit *pes monetalis*, dont l'étalon était gardé dans le temple de Junon *moneta*, aurait mesuré ~ 0,295 7 m. Ce peut être la valeur forte tirée de Raper (cf. *supra*), à laquelle bien des auteurs se rallient depuis Hultsch (1882 : 88 *sqq.*). Ce peut être aussi la valeur à déduire de la discussion menée par Peto lui-même, au XVI^e siècle, dans son traité sur les mesures. Comparant entre eux les divers monuments funéraires auxquels d'autres savants s'intéressèrent par la suite (cf. ci-dessus) avec encore d'autres monuments de l'Antiquité relevés par Philandrier, résumant les expériences faites au moyen des poids et des mesures de capacité, Peto en arrive entre autres conclusions (1573 : 8) à l'idée que l'empan du pied romain antique mesurait deux *scripuli* (le scrupule est la 288^e partie de l'unité) de moins que le *palmo architettonico* de son temps, celui du pied néo-romain. Une simple calculatrice donne, à partir du même *palmo* converti en 1810, un pied romain antique à ~ 0,295 827 m. À partir de ce *palmo* compté pour 99 lignes de roi finies, ce qui est plus rigoureux encore « métrologiquement » (09.2), à ~ 0,295 701 5 m. C'est sans doute significatif de la restitution du *pes monetalis* donné aujourd'hui pour 0,295 7 m.

La mesure des distances par l'espacement des pierres milliaires romaines a également guidé les chercheurs d'autrefois. D'Anville (1769 : 89 *sqq.*), par exemple, calcula entre différents repères, de Beaucaire à Nîmes, des pieds que l'on peut ramener à 0,293 m ; ou à 0,293 9 m ; ou encore à 0,294 7 m ; il rapporte plusieurs expertises de distances qui rapprochent toutes le pied romain de 1 306/1 440 pied de roi, soit 0,294 6 m. Manfredi, en 1770, avait établi, entre Albano et Rome, un pied qui aurait cette mesure. Le marquage d'un aqueduc romain de Bologne a aussi servi de référence, pour un pied à ~ 0,295 m (Pélagaud, 1879 : 152 *sqq.*). Il faut bien entendu soumettre à la critique certaines transcriptions en métrique à mon avis peu sûres, p. ex. Canina (1853).

Aujourd'hui l'archéologie des terroirs cultivés permet de constater que les centurries (délimitations par carrés de 2 400 × 2 400 pieds du cadastre romain) relevées en Gaule mesurent entre un peu plus de 703 et un peu moins de 711 m de côté (Fiches, 1983 : 322) ; données semblables en Italie, induisant un pied compris entre 0,293 et 0,296 m (Chouquer, Favory et Roth-Congès, 2001 : 72). Ou encore : de 705 à 707 m, fourchette très étroite, à Béziers (Clavel-Lévêque, 1992), d'où l'on peut tirer un pied mesurant entre 0,293 750 et 0,294 580 m ; et l'immense centuriation découverte en Tunisie (Decramer *et al.*, 2002 : 105) a un maillage de 704 m en moyenne, ce qui donnerait un pied de ~ 0,293 3 m.

Enfin, la variance des réglettes longues d'un pied ou d'un demi-pied conservées depuis l'Antiquité est à l'image de ces constats de pieds forts ou faibles – chez Cagnazzi (1825 : *passim*), suivi de Jomard et Walckenaer (1839 : *passim*), Dureau de la Malle (1839 : 29 *sqq.*), Vazquez Queipo (1859, vol. II : 4 *sqq.*), Héron de Villefosse (1902) ; puis Nowotny (1931), sur des embouts de perches découverts au camp de Lauriacum en Autriche ; Heinz (1991), sur les pieds dits de Vindonissa en Suisse ; Feugère, sur une règle trouvée en Bourgogne (1995) ; Prévôt, Fauduet, Odenhardt-Donvez (2008), sur des réglettes de bois découvertes à Orange – et même elle l'amplifie. Elle documente surtout un constat d'évidence : en archéologie rurale, monumentale ou de menus objets, la juste mesure se déduit en réalité d'une résolution des écarts.

Choix d'un pied romain

Constatons que nous nous trouvons toujours, plusieurs siècles après que cette question a été ouverte, en présence de valeurs assez divergentes : un pied romain théorique d'origine donné pour plus de 0,296 m ; un *pes monetalis* restitué à 0,295 7 m ; un pied tardo-antique, le plus courant comme pied agraire, de 0,294 m ou un peu plus. Les valeurs hautes peuvent être des restitutions savantes, ou bien elles définissent, le plus souvent sans que les auteurs l'indiquent, le pied néo-romain de création médiévale (plus de 0,297 m) sur lequel je reviendrai en détail (03.1). On peut donc légitimement choisir une valeur basse pour la fin de l'Antiquité, proche des pieds romains de type faible proposés par exemple – les plus anciens sont transcrits en métrique – par Greaves en 1647 (0,294 742 m), Picard en 1690 (0,294 6 m), Bosovich en

1750 (0,294 6 m), Raper en 1760 (0,294 228 5 m), Letronne en 1816 [1851] (0,294 2 m), Cagnazzi en 1825 (0,294 350 m), Saigey en 1834 (0,294 246 m), Aurès en 1880 (0,294 3 m), Guilhiermoz en 1913 (0,294 218 m), Nowotny en 1931 (0,294 4 m), von Gerkan en 1940 (0,294 192 m), Stecchini v. 1960 (0,294 355 m), Dilke en 1971 (0,294 2 m), si l'on veut prendre en compte les monuments observés et plus encore les restitutions du maillage cadastral et du millage des routes.

Pour ce qui suit, je m'appuierai sur une valeur métrologique du pied romain. Ce choix se justifiera rétroactivement par l'adéquation presque parfaite de cette valeur à celles des pieds les plus répandus et les mieux assurés au moment du passage au système métrique décimal, et qui en proviennent tous par calcul : le pied de roi en France, le pied d'Angleterre, le pied de Leyde-Prusse, et le pied tiré du *palm* moderne de la Rome pontificale.

Pour arrêter la dimension métrologique du pied romain agraire tardo-antique et médiéval, j'utilise un enchaînement « régressif » de rapports mathématiques contraignants : entre mètre et pied de roi (0,324 839 4 m) ; de là au pied néo-romain, celui de la Rome pontificale dit aussi « de 11 pouces de roi » (0,297 769 4 m) ; de là par $\div \sqrt{9/10}$ au pied ordinaire byzantin (0,313 876 5 m) ; et enfin au pied romain, $15/16$ de ce pied byzantin (0,294 259 2 m) – rapports fondés sur les hypothèses avancées dans le présent essai (02.3 ; 03.1 ; 09.2). Cette valeur est tout à fait comparable (elle est pratiquement identique) à celles mentionnées ci-dessus, couvrant quatre siècles de métrologie et d'archéologie.

01.2. Rappel du système romain de mesures agraires

Le principal écrit qui nous soit parvenu de l'Antiquité sur les mesures agraires romaines est le *Corpus Agrimensorum Romanorum*, ou *Corpus gromatique* – la *groma* étant un instrument de l'arpenteur. Ce recueil a pu être composé à la fin de l'Antiquité en Italie (Toneatto, 1983 ; Chouquer et Favory, 1993 : 271). Une revue approfondie d'établissement des textes se poursuit aujourd'hui, à laquelle le site de l'ISTA de Franche-Comté donne généreusement accès (<http://ista.univ-fcomte.fr/ed-src/gromatiques/car>), travail titanesque animé par Monique Clavel-Lévêque, Jean-Yves Guillaumin, Ella Hermon, Jean Peyras et de nombreux autres chercheurs. Des présentations et traductions nouvelles (Campbell, 2000, en anglais ; Del Lungo, 2004, en italien ; Guillaumin, 2005, 2010, 2014, en français) donnent aussi accès à des vues approfondies auxquelles je ne peux que renvoyer. Il s'agit de la réunion des traités laissés par une demi-douzaine de praticiens, les uns savants et d'autres plus techniciens, du I^{er} et du II^e siècle ap. J.-C., travail consécutif aux réformes fiscales de Vespasien. Des adjonctions y ont été faites dans l'Antiquité tardive, et d'autres – des éléments de géométrie « pratique » – entre le VI^e et le IX^e siècle. La première édition systématique de ces textes par Blume, Lachmann et Rudorff (1848-1852) a donné lieu dès cette époque à des travaux de métrologie dont le plus connu reste celui de Hultsch (éd. 1882), outre ceux de Mommsen. Le *Corpus* a été revu par Thulin (1913) avec de profonds réaménagements.

Le *Corpus* permet de comprendre, non sans interrogations évidemment, comment la mesure des terres était reliée à la fiscalité. Celle-ci a occasionné une succession de législations, de dispositions procédurales et une jurisprudence découlant des démêlés judiciaires, en plus de sécréter des pratiques administratives d'une grande complexité (Hinrichs, 1983). L'interprétation des textes approche donc l'organisation du cadastre romain, qui était surtout une institution fiscale, la terre étant la principale assiette de l'impôt. À Rome, c'est la conquête qui occasionna le perfectionnement du cadastre. En effet, sommairement dit, la guerre était suivie de la réduction des peuples conquis et de la confiscation d'une partie de leurs terres. Celles-ci devenaient l'*Ager publicus Populi Romani* et étaient attribuées (assignées) à des colons romains, vétérans des campagnes militaires en général, selon des modalités très variées

au cours de l'histoire, et sous divers régimes de propriété foncière. Aussi le pouvoir politique, dès le temps de la République, légiféra-t-il fréquemment à propos des attributions de terres et commanda-t-il la mise au carreau de régions de plus en plus vastes, au fur et à mesure de l'extension des territoires conquis.

Des travaux considérables d'archéologie ont éclairci la vision que l'on pouvait avoir de l'activité des arpenteurs, sous la forme d'éléments du paysage encore perceptibles ou techniquement repérables (Clavel-Lévêque *et al.*, 1983 ; Chouquer *et al.*, 1987 ; Decramer *et al.*, 2002, pour des travaux en français, par exemple). Tout cela fait l'objet de débats (cf. p. ex. R. Gonzalez-Villaescusa, 2011, 2015). Les auteurs démontrent pourtant que les savoirs des *agrimensores* correspondaient bien à une pratique de mesurage et que les techniques d'arpentage avaient atteint un haut degré de précision (Chouquer et Favory, 1993 ; les mêmes et Roth-Congès, 2001, importante synthèse). Quand on décèle encore le quadrillage cadastral d'époque romaine au sol, c'est justement le produit de ce que l'on appelle la limitation (mesure d'un territoire), action qui aboutit à la centuriation (distribution orthogonale) et enfin à l'assignation (attribution à des individus), pour le dire trop rapidement. Le cas type en France, outre celui de Béziers (Clavel-Lévesque, 1982 *et alibi*), fut longtemps celui des « cadastres d'Orange », qui montrent le découpage du paysage jusqu'à Montélimar, d'une part, et en Camargue, d'autre part (Piganiol, 1916 ; 1962 ; Chouquer, 1983). Des études sur la cadastration ont été conduites en France, en Italie, en Croatie, en Suisse, en Angleterre, en Tunisie, etc. Il est frappant de voir un paysage ainsi domestiqué à la mesure de décisions administratives ; c'est un mode d'appropriation et de distribution du sol qui organise aussi bien les déplacements que les activités en milieu rural sur une très longue durée ; une sorte d'« urbanisme rural », si l'on peut dire. Il en est demeuré une marque assez profonde pour influencer sur les conceptions postérieures – cela simplement posé pour en revenir aux mesures elles-mêmes.

Les mesures linéaires

À Rome, les champs sont arpentés à la perche composée de 10 pieds (*decempeda*). Le pied connaît d'autres multiples : la coudée de 1 ½ pied, l'aune, bras ou *dupondius* de 2 pieds, le

passus de 5 pieds, composé de deux *gradus* de 2 ½ pieds. Le pied, qui est à l'origine de 16 doigts, se divise en 12 *unciae* (pouces) de 4/3 de doigt, et on nomme toutes ses fractions, par exemple : *sextans* (1/6), *quadrans* (1/4), *triens* (1/3), jusqu'au *deunx* (11/12), comme on peut le faire à partir de toute unité de mesure romaine choisie comme *as*, c'est-à-dire comme entier. Au-dessous de l'once, son douzième, on divise encore l'*as* jusqu'au *scripulum*, qui en est la 288^e partie (c'est $2 \times [12 \times 12]$).

Les mesures de superficie

Les questions d'arpentage proprement dit – et de visée, de mesure des angles, de mesure corrective des terrains accidentés (cultellation), de calcul de superficies irrégulières – ont été magistralement éclaircies et synthétisées (Chouquer et Favory, 1991 [collab. Poupet] ; 1992 ; 1993), de même que celles de l'utilisation des triangles (Roth Congès, 1996 ; 1998 ; Chouquer, Favory et Roth Congès, 2001 : 83). Je n'aborde ici que les formes orthogonales que donnent les mesures finies.

L'unité de mesure agraire principale est le *jugerum*, le jugère, une superficie de terre censée correspondre au travail quotidien de labour à l'araire par un attelage de deux bœufs réunis sous un joug. Le jugère est composé de deux *actus*, chacun d'eux étant le carré de 12 perches de 10 pieds de longueur mises bout à bout, couvrant ainsi une aire de 120×120 pieds. Le jugère renferme donc 120×240 pieds, soit $28\,800 \text{ pi}^2$. « Métrologiquement », un jugère couvre $2\,493,748 \text{ m}^2$. Deux jugères sont accolés pour former un *heredium*, carré de 240×240 pieds considéré comme unité d'exploitation minimale par les auteurs anciens, tels Varron et Pline.

Cette composition évoque évidemment l'assolement biennal, mais elle est aussi en rapport avec la division conventionnelle de l'*as* – l'entier de n'importe quelle unité, à Rome, en $2 \times (12 \times 12) = 288$ parties. Dans quel ordre faut-il placer ces raisons ? Autrement dit, le jugère est-il déterminé par la pratique agricole depuis un temps immémorial, ou découle-t-il d'une convention arbitraire de pur calcul ? Les agronomes romains nous parlent de l'élan des bœufs pour tracer un sillon de 120 pieds, mais dès les temps mérovingiens, on relève des sillons de 400 pieds. La puissance des bœufs aurait-elle triplé ? Évidemment non. Il y a donc influence

du système de la division de l'*as* que l'on retrouve à Rome pour les poids, les mesures de contenance, la monnaie. On comprend alors que le *scripulum* du jugère de 28 800 pi², sa 288^e partie, est la perche carrée, 10 × 10 pieds = 100 pieds carrés. Comme mesures de division intermédiaires, on peut aussi dans ce cas compter par *triens*, *quadrans*, etc. (Chouquer, Favory et Roth Congès, 2001 : 77).

D'autres compositions de mesures agraires existent, qui ne sont pas des partitions du jugère. Une unité très ancienne considérée comme osco-ombrienne, le *versus* ou *vorsus*, mesure 100 × 100 pieds, soit 10 000 pi², alors que le *vorsus* dalmate ne renfermerait que 8 640 pi² (Hygin, *De condicionibus agrorum*). Pour Isidore (*Étymologies* XV.15), il existe un *clima*, de 60 × 60 pieds, soit 3 600 pi² ; et il mentionne une *porca* bétique de 30 × 180 pieds, soit 5 400 pi², mais on est déjà au VII^e siècle. (La mesure « gauloise » est évoquée plus loin.) Cependant, ces unités ne sont pas officielles.

La limitation et l'assignation

Non seulement unité de mesure agraire précise, le jugère sert de base à la limitation, mesure géométrique des terres conquises : des carreaux, en principe de 2 400 pieds de côté, contiennent 200 jugères, 100 *heredia*. Ce sont les centuries qui s'alignent imperturbablement, avec une précision remarquable, sur l'*ager publicus*. La centurie est donc un canton du parcellaire ; elle est beaucoup trop vaste pour être considérée comme la mesure d'un champ. Elle joue un rôle proprement cadastral, puisqu'elle gouverne l'organisation du territoire. De plus, c'est en termes de portions de centuries que les terres sont allouées aux colons ou aux vétérans. Cette assignation a pu se faire par *laterculus*, un carré de 1 200 × 1 200 pieds renfermant 50 jugères, un quart de centurie ; ou par *sors*, lorsqu'une centurie était attribuée par tirage au sort entre trois vétérans : ceux-ci recevaient alors un tiers de centurie, mesure moins pratique de 66 ⅔ jugères (mais qui s'inscrirait dans un rectangle de 2 400 × 800 pieds, par exemple). Notons que *sors* a pu avoir un sens plus vague. Des assignations encore plus généreuses ont aussi pu exister : 100 jugères. De plus, elles pouvaient être augmentées selon le grade ou au mérite (Chouquer, Favory et Roth Congès, 2001 : 152-154).

Ce système classique, perfectionné durant des siècles, administré avec d'autant plus de rigueur qu'il donnait l'assiette de l'impôt, a été mis à jour plus d'une fois pour aboutir à la « jugation » du Bas Empire présentée plus loin, puis se dissoudre tout en laissant des traces assez sûres dans les conceptions médiévales occidentales et, par ailleurs, engendrer le système byzantin. Le comprendre nécessite de présenter les origines, dérivations et compénétrations des systèmes de mesure antiques.

01.3. Dérivation des mesures linéaires antiques

Il n'est pas inutile de présenter ici sommairement les différents systèmes de mesures connaissables à la fin de l'Antiquité. D'une part, en effet, comme le montrent les éléments de discussion apportés sur l'origine et la valeur du pied (01.1), les mesures romaines constituent un cas particulier d'application de l'un de ces systèmes. Les références évoquées plus haut, ici intégrées en synthèse, si elles sont bien sûr à critiquer, n'ont rien de folklorique : Newton, publ. 1737 ; Jomard, 1809 ; Girard, 1809 ; Gosselin, 1822 ; Letronne, 1816, 1851, posth. [Vincent, éd.] ; Hultsch, 1864 [en part. « Prolegomena »], 1882 ; Lepsius, 1865 ; Rodenbach, 1883 ; Lehmann-Haupt, 1893 ; et toujours Guilhiermoz. Plus récemment, partir de Büsing, 1982 ; de Fernie, 1978, 2011. D'autre part, certains rapports entre mesures ressurgiront de manière plus nette sous le Bas-Empire et plus tard, avec la prééminence byzantine et dans l'évolution ultérieure de la métrologie en Occident. J'escamote, pour leur complexité et parce qu'ils sont en dehors de mon sujet, les problèmes ardues que pose la détermination métrique des mesures de la très haute Antiquité pour en présenter la résultante la plus claire possible à l'époque hellénistique puis romaine et enfin tardo-antique.

Les mesures fondamentales

1. La coudée ordinaire « babylonienne » divisée en 24 doigts (chez Hérodote) donne, pour ses $\frac{2}{3}$, le pied grec dit attique ou solonique qui sera également le pied romain de 16 doigts – pied le plus couramment divisé, à Rome, en 12 pouces de $\frac{4}{3}$ de doigt.
2. La coudée royale « babylonienne » de 27 doigts donne, pour ses $\frac{2}{3}$, un pied de 18 doigts qui est aussi le pygme grec, une « coudée courte » (cf. également *infra*, « pied drusien »). Le rapport entre mesures « royales » et « ordinaires » est donc de 8 pour 9.
3. Les souverains hellénistiques ont entériné une réforme qui produisit une nouvelle coudée, allongée, de $1\frac{4}{5}$ du pied romain de 16 doigts plutôt que de $1\frac{1}{2}$ pied, selon Didyme, qui l'attribue aux Ptolémée d'Égypte, cette nouvelle coudée valant ainsi $(\frac{9}{5} \div \frac{3}{2} =)$ $\frac{6}{5}$ de la coudée romaine.

4. Selon Héron, qui réfère à Philétaire de Pergame, cette réforme n'accordait plus que $13 \frac{1}{3}$ doigts de la nouvelle coudée divisée en 24 doigts nouveaux au pied *italikos* – ce qui fait que ce pied *italikos* n'est rien d'autre que le pied romain, puisque $16 \div 6/5 = 13 \frac{1}{3}$.

5. Le pied ptolémaïque ou philétairien, $2/3$ de cette nouvelle coudée hellénistique, vaut de cette manière $6/5$ du pied romain. Cf. également *infra*, « pied manuel ».

6. Cette coudée hellénistique représente donc un allongement de la coudée ordinaire babylonienne de 24 doigts à ses $6/5$; mais c'est en même temps un agrandissement de la coudée royale babylonienne de 27 doigts à ses $16/15$, puisque $24 \times 6/5 \div 27 = 16/15$. Le but était sans doute de ne plus avoir qu'une seule coudée de 24 doigts agrandis, mais ce n'est évidemment pas ce qui se produisit. (En particulier, cette réforme ne fut pas adoptée à Rome.)

7. La nouvelle coudée hellénistique était considérée comme « royale », ce qui a suscité la création d'une coudée « ordinaire » pour ses $8/9$ selon le même rapport que précédemment, et de là, d'un empan et d'un pied qui seront ceux utilisés à Byzance : $9/5$ pied $\times 8/9 = 8/5$ pied romain à la coudée, dont les deux tiers donnent un pied de $16/15$, et la moitié, un empan de $4/5$ du pied romain – ces trois unités valant effectivement $16/15$ des mêmes unités romaines.

8. Les points qui précèdent sont confirmés par l'usage, à Byzance, de deux toises ou orgyies : l'une, dite « géométrique », de 9 empan ou spithames du pied ordinaire qui égalent 6 pieds ptolémaïques - philétairiens et une toise a, par principe, 6 pieds. Nous avons bien $9 \times 3/4 \times 16/15 = 6 \times 6/5$. L'autre orgyie, ordinaire, aligne 8 des *mêmes* empan, Nous avons bien $8 \times 4/5 = 6 \times 16/15$.

[La coudée royale égyptienne comportait 28 doigts – son étude est un univers depuis Greaves et Newton. Il est difficile de savoir si et comment elle a été ajustée aux temps des Ptolémée. Par conjecture : pour ses $36/35$, si elle a été égalée à la coudée hellénistique ($28 \times 36/35 = 24 \times 6/5 = 28^{4/5}$ doigts originels). Cette coudée ne paraît pas être, dans ses dimensions ou dans ses divisions (classique en 7 palmes ou hellénistique en 6 palmes agrandis, ce qui soutiendrait l'idée de $36/35$), à l'origine des mesures romaines, byzantines ou médiévales occidentales.]

Les unités de mesure linéaires fondamentales évoquées et enchaînées ci-dessus de 1. à 8. sont répertoriées dans le tableau ci-dessous. Les évaluations en métrique s'y trouvent approximées à une valeur haute (doigt = 18,5 mm), pour la haute Antiquité, et à une valeur basse (doigt = 18,4 mm), pour l'Antiquité tardive. Le doigt ne varie, on le voit, que d'un dixième de millimètre entre valeur haute et valeur basse. On trouverait des dimensions tout à fait comparables dans de nombreux ouvrages anciens ou récents. (Je n'utilise pas ici la valeur métrologique choisie présentée plus haut – très voisine cependant –, la réservant comme fondement d'une description des mesures médiévales et modernes dont elle est d'ailleurs issue.) Entre crochets, les décomptes en doigts agrandis à leurs $6/5$ signalés par Héron ou extrapolés de son calcul mais qui ne seront pas utilisés par la suite. Pour le reste, ce tableau décompte des doigts inchangés, tout à fait théoriques, puisque chaque mesure avait en fait ses propres divisions. Il n'est tout de même pas exclu de raisonner en fractions de doigts : c'est ce que fait Héron pour présenter les rapports entre mesures anciennes et mesures réformées.

Tableaux synthétiques

Unité	Doigts inchangés [agrandis]	Valeur haute (doigt = 0,018 5 m)	Valeur basse (doigt = 0,018 4 m)
Coudée ordinaire babylonienne soit également coudée (gréco-)romaine	24 [20]	0,444 m	0,441 6 m
Pied (gréco-)romain, 2/3 de cette coudée ordinaire	16 [13 ⅓]	0,296 m	0,294 4 m
Empan (3/4) du pied romain, moitié de cette coudée ordinaire	12 [10]	0,222 m	0,220 8 m
Pied réduit de 15 doigts, 5/8 de cette coudée ou 5/9 de celle ci-dessous	15	0,277 5 m	0,276 m
Coudée royale babylonienne	27	0,499 5 m	0,496 8 m
Pygme soit « coudée courte », 2/3 de cette coudée soit 9/8 du pied romain	18	0,333 m	0,331 2 m
Empan (3/4) du pygme, moitié de la coudée de 27 doigts	13 ½	0,249 8 m	0,248 4 m
Coudée hellénistique dite ptolémaïque ou philétairienne : 16/15 de la coudée royale babylonienne ; 6/5 de l'ordinaire	28 ^{4/5} [24]	0,532 8 m	0,529 9 m
Pied ptolémaïque long ou philétairien, 2/3 de cette coudée soit 6/5 du pied romain	19 ^{1/5} [16]	0,355 2 m	0,353 3 m
Empan (3/4) de ce pied ptolémaïque ou philétairien, moitié de la coudée hellénistique	14 ^{2/5} [12]	0,266 4 m	0,265 m
Coudée byzantine, 8/9 de la coudée hellénistique soit 16/15 de la coudée ordinaire	25 ^{3/5}	0,473 6 m	0,471 m
Pied byzantin, 2/3 de cette coudée soit 16/15 du pied romain	17 ^{1/5}	0,315 7 m	0,314 m
Empan (3/4) du pied byzantin, moitié de cette coudée, 16/15 de l'empan du pied romain soit 4/5 de ce pied	12 ^{4/5}	0,236 8 m	0,235 5 m

Plus que les données inframillimétriques, l'essentiel est ici la mise en relation des mesures linéaires par des rapports fractionnaires (1^{re} colonne). Il faut observer que, outre 1/2, 2/3 et 3/4 entre coudées, pieds et empan de la même sorte, comme il se doit, n'existent, par rapport aux mesures romaines, que 9/8, 6/5, et $(6/5 \times 8/9 =) 16/15$ entre coudées, pieds et empan différents, comme dans le tableau suivant.

On peut en inférer qu'à la fin de l'Antiquité, quatre séries d'unités de mesure linéaires fondamentales existent en parallèle : elles sont décalées deux à deux dans le rapport de 8 à 9 entre mesures « royales » et mesures « ordinaires » ; et de 16 à 15 entre mesures anciennes d'origine sumérienne et mesures hellénistiques réformées ; et donc de 6 à 5 entre ordinaires anciennes et royales réformées. On est en droit de conclure qu'il n'existe pas d'autre système de mesures fondamentales dans l'Antiquité tardive, en faisant l'impasse sur les mesures égyptiennes hors d'usage, cela en dépit de la multiplicité et de la complexité des propositions de nombreux auteurs de toutes les époques. Voici encore l'expression croisée des rapports présentés :

Variante→ Unité ↓	Système « babylonien » ancien employé à Rome			× 16/15 =	Système hellénistique réformé employé à Byzance		
	Royal	× 8/9 =	Ordinaire	× 6/5 =	Royal	× 8/9 =	Ordinaire
Coudée			0,441 6 m				0,471 m
× 2/3 =							
Pied	0,331 2 m		0,294 4 m		0,353 28 m		0,314 m
× 3/4 =							
Empan	0,248 4 m		0,220 8 m		0,264 96 m		0,235 5 m
× 5/4 =							
Pied réduit			0,276 m		0,331 2 m		0,294 4 m

Comme on le voit, les quatre séries sont bien distinctes, mais elles peuvent se compénétrer dans la pratique : ainsi, les pieds classiques de l'ancien système peuvent être considérés

comme les pieds réduits du système réformé. Pied réduit est l'expression que je propose pour comprendre et inclure dans ce tableau de proportions toutes les conceptions de pieds hérités de l'Antiquité et du haut Moyen Âge en Occident. Selon mes investigations, toutes les mesures du tableau sont restées en usage, sauf les deux coudées « royales » et le pied réduit qu'induirait le système royal ancien, s'il a jamais existé. Les quatre pieds ici alignés (drusien, romain, manuel, byzantin) et le pied réduit de 15 doigts seront couramment utilisés jusqu'au passage au système métrique, non pas avec une précision absolue, mais dans un grand nombre de modules respectant absolument leurs rapports.

Pieds de 15 et de 18 doigts

Les métrologues admettent parfois, en marge du système romain déjà, l'existence d'un pied plus court que le pied officiel, dit osque, du nom d'un peuple italique (Nissen, 1877 : 70 *sqq.*), ajusté à 15 doigts (~ 0,276 m) (voir Nowotny, 1931, *passim*, et son commentaire par Lehmann-Haupt ; et encore Pfeiffer, 1986b : 66 et *alibi*). Ce pied reste hypothétique pour l'Antiquité, mais il sera plus tard le « pied ecclésiastique » (Guilhiermoz, 1913 : 290) (cf. 11.3, *La Rome pontificale*) ; et il sera répandu : pied de Castille, de certains territoires espagnols (Bruxelles, etc.). Ces éléments sont repris dans mon article sur la métrologie du Plan de Saint-Gall comparée à celle de la Chapelle palatine d'Aix/Aachen (Reguin, 2020).

L'arpenteur Hygin, l'un des auteurs du *Corpus*, connaissait le pied de 18 doigts (~ 0,331 2 m), dit plus tard drusien (de Drusus, frère de Tibère, père de Germanicus et de Claude, administrateur en Gaule et en Germanie). Ce pied était-il plutôt le pied *druihianus* « des druides » (Pfeiffer, 1986a : 103; b : 72) ? Ce serait à l'entendre un « pied occidental, celtique, germanique »... Mais c'était aussi le pygme grec (*ibid.*). Les échanges entre les mondes celtique, germanique et hellénique le justifieraient : le pied de 18 doigts provient certainement, pour ses 2/3 comme il se doit, de la coudée royale babylonienne divisée en 27 doigts (Guilhiermoz, 1913 : 285-286) : ainsi il est donné comme pied grec archaïque ou dorique (Büsing, 1982). Il est utilisé dans la Gaule romaine (Bathèley et Dubois, 2007 : 375 *sq.*) ; il se voit dans l'architecture tardo-antique et alto-médiévale (Arens, 1938 : *passim*) ; et il est considéré par certains comme « officiel » carolingien (02.0 ; 02.1).

Pied ptolémaïque-philétairien : pied manuel

Il existe plusieurs façons de concilier les mesures établies dans un système duodécimal, comme l'*actus*, avec celles qui se composent dans un système décimal, comme l'arpent. La plus simple dans le cas de l'*actus* est de compter son côté pour 10 perches de 12 pieds plutôt que 12 de 10. Cela lui donne 100 perches carrées, mais toujours 14 400 pi². De plus, et cela, certainement, dès le Bas-Empire romain (dès la période hellénistique en Orient, cf. *supra*), soit pour manipuler ces perches de 10 ou de 12 pieds, soit pour concilier le *passus* de 5 pieds avec l'orgyie grecque de 6 pieds, on fit équivaloir l'envergure (les bras étendus en croix), censée mesurer 6 pieds selon les canons de la sculpture, avec 5 pieds agrandis, résultat de la division de 6 par 5, utilisant un pied qui, parce qu'il était obtenu figurément par la mesure du bout des doigts d'une main à l'autre, bras étendus, fut appelé pied manuel (Guilhiermoz, 1913 : 279). La discussion de Hultsch (1882 : 180 *sqq.* ; plus développée [en latin] 1864 : 23 *sqq.*) sur le pied ptolémaïque de Didyme et sur le pied philétairien de Héron, avec lesquels le même rapport de 6/5 s'établit, montre qu'ils en sont l'origine. Avec ce pied, l'*actus* prend l'aspect de l'arpent, un carré de 10 × 10 perches de 10 pieds, mais conserve en réalité sa superficie. Le pied manuel (~ 0,353 m) subsistera au-delà du Moyen Âge (« pied le comte » en Franche-Comté ; pied « de 13 pouces de roi » à Chartres, pied « terrier » de Bordeaux ; et autres pieds de ce type, souvent modifié, de Lyon à Venise, par exemple (cf. 10.1).

L'encombrant pied ptolémaïque court de Hygin

Hygin (dans *De condicionibus agrorum*) explique encore un autre *pes Ptolomeicus*, utilisé en Cyrénaïque, de 12 ½ pouces du pied romain. Sur ce témoignage et celui de rares auteurs antiques, beaucoup de métrologues, depuis le xvi^e siècle – dont Agricola (1550 : 215 *sqq.*) ; Eduard Bernard (1688 : *passim*), qui pensait que c'était le modèle du pied d'Angleterre ; Fréret (1756 : *passim*) ; Paucton (1780 : 129 *sqq.*), qui le choisit comme pied romain véritable ; plus récemment, Hallier (1971 : 151-200), Salvati (1971), Pfeiffer (1986), Rottländer (1998) et d'autres – accordent une place centrale à ce pied qu'ils considèrent comme typiquement grec (olympique). On s'appuie depuis toujours, pour cela, sur les compositions différentes du stade, mesure itinéraire : 600 pieds en Grèce ; 625 pieds à Rome,

donc 24 pour 25 – comme l’indiquent Pline et Columelle. Or, malgré la précision de l’assertion de Hygin (éd. Guillaumin, 2004 : 41 *sqq.*, et *Corpus V*, 2000 : 79 *sq.* ; ou bien Campbell, 2000 : 88 *sq.*), des questions demeurent. Ce pied à 25/24 du pied romain et valant de ~0,306 à 0,308 m est peut-être une création accidentelle ou en tout cas uniquement régionale.

Car on peut lire le texte de Hygin par étapes distinctes : A. Digression annoncée à propos d’une situation particulière : *Neque hoc praetermittam, quod in provincia[m] Cyrenensium conperi, in qua agri sunt regii, id est illi quos Ptolomeus rex Populo Romano relicuit* – en Cyrénaïque, et pas ailleurs. B. Description de limites inhabituelles : *sunt plinthides <id est> laterculi quadrati uti centuriae, per sena milia pedum limitibus inclusi, habentes singuli laterculi jugera numero ∞CCL* » – c’est-à-dire des carreaux, telles les centuries, mais de 6 000 pieds de côté, contenant chacun 1 250 jugères. C. Mention de bornes : *lapides uero inscripti nomine diui Vespasiani sub clausula tali OCCUPATI A PRIVATIS FINES. P. R. [P]RESTITVIT* – sous l’égide de Vespasien. D. Précision sur le problème en cause : *praeterea pes eorum, qui Ptolomeicus appellatur, habet monetalem pedem et semunciam* – qui définit un pied de 12 ½ pouces, c’est-à-dire de 25/24 du pied officiel de 12 pouces. E. Calcul résultant de l’emploi de ce pied : *Ita jug(eribus) ∞CCL quae eorum mensura inveniuntur, accedere debet pars [X]XXIII, et ad effectum iterum pars XXIII* – ce calcul explique qu’il faut « ajouter » par deux fois son 24^e au nombre de 1 250 jugères décomptés au pied 25/24 pour connaître cette superficie au pied officiel, ce qui peut se poser en $1\ 250 \times 25/24 \times 25/24$ pour parvenir à F. Résultat : *et erunt universo effectu monetali pede jug. ∞CCCLVI* [+ signe pour un tiers] – en fait à peu près $1\ 356^{97/288}$ (soit environ 1 356 jugères et 97 perches carrées), résultat approximé à 1 356 ⅓ jugères ; or 1/3 de jugère égale plutôt 96 perches carrées : on est saisi d’un doute devant l’obstacle. G. Mise en rapport avec un médimne (unité de mesure, mais aussi allusion à la fiscalité) : *hunc igitur modum quatuor limitibus mensura s. s. inclusum vocamus medimna. quo app[ell]aret medimnon eorum mensura iugerum habere I, monetali autem mensura I* [+ signes pour une once et ½ scrupule selon Lachmann repris par Campbell (2000 : 265, n. 31 ; comme par Guillaumin, 2004 : 41] – passage qu’il s’agit de ne pas séparer du reste de l’explication de Hygin (cf. ci-dessous).

À partir de E. *Ita jugeribus*, il faut à mon avis se méfier d'une interpolation malheureuse induite par *accedere* et rejeter le résultat peu vraisemblable – parce que non fini et donc inutilisable – auquel le texte parvient. On peut en effet, en revenant à la première affirmation B., formuler une hypothèse plus simple : Hygin définit ici des carreaux de $6\,000 \times 6\,000$ pieds romains, lesquels composaient bien 1 250 jugères romains. Mais par ailleurs, comme on a utilisé un pied allongé à $12\frac{1}{2}$ pouces soit $\frac{25}{24}$ de pied, ces côtés auraient aligné, en fait, $6\,000 \div \frac{25}{24} = 5\,760$ de ces pieds-là. Ce nombre porté au carré ne donnerait alors que 1 152 unités de 28 800 pieds carrés de forme jugère à ce pied allongé : $5\,760^2 \div 28\,800 = 1\,152$.

L'opération inverse de celle donnée dans le texte reconnu de Hygin (E.) en devient fort claire : il ne s'agit pas d'« ajouter » (en réalité de multiplier), mais de « soustraire » (en réalité de diviser), et on en reste à des nombres entiers : $1\,250 \times \frac{24}{25} = 1\,200$; puis $1\,200 \times \frac{24}{25} = 1\,152$. D'ailleurs le dernier passage (G.) cité ci-dessus est révélateur : « De là il apparaît qu'un médimne à leur mesure contient un jugère, soit la mesure d'un jugère officiel (monétal) plus une once ($\frac{1}{12}$) et un demi-scrupule ($\frac{1}{576}$) ». Pour nous : $28\,800 + 2\,400 + 50 = 31\,250$ (pieds carrés officiels). Et en effet le médimne au pied $\frac{25}{24}$ couvre bien deux « *actus* », mais de 125 pieds romains de côté : $(125)^2 \times 2 = 31\,250$. À cause de tout cela, le carroyage de cette limitation particulière aurait bien renfermé 1 250 jugères officiels (25×25 *heredia*), ou bien 1 152 jugères agrandis soit médimnes (24×24 « *heredia* » agrandis), la divisibilité commune à tous ces nombres interdisant d'en établir un plus petit. Cette solution paraît préférable pour comprendre l'érection de bornes au nom de l'empereur Vespasien dans cette région, bornes que l'on imagine mal à une mesure autre que romaine officielle.

Quoi qu'il en soit, je n'ai trouvé aucune indication voulant que ce pied ait été utilisé à Rome ni dans l'Occident médiéval ou moderne – et ce, même si les dimensions de certains pieds comme ceux d'Angleterre, de Nuremberg s'en approchent : ils dépendent d'un autre calcul. Malgré les torrents d'analyses décelant sa présence en Grèce sur des plans de monuments, je suis tenté de le récuser – en bonne compagnie : Newton, déjà, le faisait (Ms. n. d. en ligne, Appendix 2, f. 26r *sqq.*), Dörpfeld (1881 : 277 *sqq.* ; 1890 : 177 *sqq.*), Mommsen (1886 : 413 n. 2), Guilhiermoz (1913 : 285), Fernie (1978 : n. 11) également. Sans le récuser entièrement,

il faut me semble-t-il rejeter l'usage de ce pied partout ailleurs qu'en Égypte ou en Cyrénaïque antiques. Car encore à la fin, si ce pied avait été grec, et si répandu, et d'une telle importance, Hygin ne l'aurait-il pas su ?

Le pied byzantin

C'est dans la section qui suit que les unités de mesure agraires byzantines sont présentées, mais c'est au chapitre 02 (la question est reprise au chap. 11) que se démontre l'utilisation du pied byzantin – pied ordinaire du système hellénistique réformé, à 16/15 du pied romain – en Italie dès avant l'époque carolingienne, et au Nord des Alpes dès cette époque. Ce fait est par suite, selon les conclusions de cet essai, à la base de la métrologie agraire médiévale et moderne de toute l'Europe occidentale.

01.4. Problématique de la continuité

Pour faire justice de l'idée que les connaissances de l'Antiquité se sont perdues ou sont restées inaccessibles durant une très longue période « barbare », il ne serait que d'évoquer les grands encyclopédistes des VI^e-VII^e siècles, Cassiodore et Isidore de Séville, et leurs continuateurs ; de situer l'évolution de la géométrie et du calcul, à commencer par les très connues *Propositiones* attribuées à Alcuin mais qui seraient de Bède et jusqu'à la *Géométrie* attribuée à Gerbert d'Aurillac-Sylvestre II. La science des *agrimensores* se transmet par la constitution, vers le VI^e siècle, du *Corpus des Gromatici veteres*. Ce savoir tente bien de maintenir une « géométrie fiscale » mais, durant le Moyen Âge, l'arpentage aurait surtout eu pour objectif de mesurer les parcelles – n'étant plus appuyé sur l'administration d'un territoire limité au sens romain du terme – avec une attention particulière à la valeur des terres (Chouquer, Favory et Roth Congès, 2001 : 264 *sqq.*). Sur le plan matériel, la distribution des terroirs, les cheminements, les bornages n'ont pas totalement disparu, puisque l'archéologie s'appuie sur leurs effets perceptibles en certains lieux, techniquement, jusqu'à nos jours. La constance et la puissance de l'injonction de mesurer les terres après 476 est relevée par Del Lungo (2004 : chap. 1, *passim*) qui présente et analyse nombre de sources du haut Moyen Âge à teneur non seulement métrologique, mais aussi philosophique et religieuse, visant ce but.

En abordant la question de l'usage pratique des mesures romaines et de leurs dérivés (ou celui d'autres mesures) durant le Bas-Empire puis la période « barbare », les auteurs ont souvent été amenés à la mettre au second plan, au vu des obscurités qu'elle présente. L'attention s'est portée sur l'évolution de leur principale raison d'être : la fiscalité. Dans quelle mesure celle-ci s'est-elle maintenue et a-t-elle continué d'utiliser les pratiques romaines d'évaluation de la matière fiscale ? De nombreux travaux ont fait ressortir l'importance des réformes de Dioclétien quant au système fiscal du Bas-Empire : Deléage (1945 : 5-22) recense et analyse les thèses anciennes, l'érudition allemande du XIX^e siècle, les points élucidés jusqu'à Lot. Plus récemment, Goffart (1980) a postulé un impact modeste des Invasions sur les terroirs. Le maintien du caractère public de l'impôt, même transformé quant à plusieurs de ses aspects sous les rois « barbares », a été affirmé (Goffart, 1981, 1982 ; Magnou-Nortier, 1989, 1993 ;

Durliat, 1990). Dans les royaumes germaniques, les cadastres anciens sont utilisés, la cité reste la circonscription de base de l'imposition jusqu'au VIII^e siècle. Des révisions ont lieu (*ordinatio-perequatio*), par cités et par déclaration des habitants (Goffart, 1981, 1982). L'impôt semble rester fixe mais, à cause de la crise monétaire permanente, il est établi et perçu en nature (Tedesco, 2016). Étant défini par des barèmes changeants et d'une grande complexité, ce système relègue l'expression des superficies à une sorte d'abstraction (Chouquer, 2014). Il a par ailleurs d'importantes conséquences sur l'évolution de la société. Tout cela reste en débat, auquel je renvoie, pour en revenir aux mesures agraires.

À n'en pas douter, un ou des systèmes d'arpentage ont subsisté, comme bien d'autres réalités antiques, selon les données de la métrologie retracées ici, selon l'archéologie qui reconnaît aussi : des découpages successifs du sol (Chouquer, Favory et Roth Congès, 2001 : 159 *sqq.*) ; avec des réorientations et des réaffectations (Grosjean, 1980 ; Pichard, 1983, 1989 ; Roth Congès, 2004) ; selon les traces de la fiscalité évoquées ci-dessus, et pour le vaste champ de recherche sur la genèse des terroirs médiévaux (voir p. ex. le dossier rassemblé dans *Études rurales* n° 167-168, 2003 ; cf. également Abbé, 2005, *et alibi* ; Chouquer, 2015, 2016 – travaux dans lesquels il est cependant peu question de métrologie proprement dite).

Intégrations en puissance

Durant la période envisagée dans cette section, une manière de mesurer la terre qui semble être d'origine germanique est entrée dans l'usage en Occident. Elle se fait jour à travers un passage souvent cité de la *Loi des Bavarois* (*Lex Baiuvariorum* I, 13, dans *MGH LL.* 1. v. 2 : 286 *sq.* ; cf. aussi Du Cange, *s. v. andecinga* et dérivés), dont Hägermann (1985 : 72) situe la rédaction dans les années 740. La mesure est évidemment antérieure à la loi. « *Andecenas legitimas, hoc est pertica x pedes habentem, iv perticas in transverso, xl in longo arare, seminare...* ». La suite de ce passage mentionne l'arpent pour un pré et le muid pour une vigne, ce qui signifie que d'autres mesures existent concurremment. L'*andecinga*, l'ansange, est une mesure de terre arable – terre enclose, semble-t-il, et le sens du mot s'étend au travail qui doit s'y faire et au statut de certaines terres (Deléage, 1941 : 504 *sq. et alibi*). Elle a ceci de particulier qu'elle figure un terrain très allongé, dix fois plus long que large ; qu'elle ne peut pas, dans son entier

de 160 perches carrées, être mise au carré comme un *actus* ou un *schoinion*. Cette forme caractéristique de l'ansange, de 4×40 perches, est celle qu'adopteront les acres des périodes ultérieures – jusqu'à nos jours quant à l'acre anglo-saxonne (cf. chap. 05) –, quelle que soit la perche utilisée.

Une place doit aussi être réservée à l'*arepennis*, l'arpent « gaulois » : plusieurs auteurs antiques considèrent qu'il mesure 120×120 pieds, à l'égal de l'*actus* (Columelle, *De re rustica* V. 1. 6). A-t-il connu d'autres dimensions ? Grégoire de Tours mentionne les 125 pieds de l'arpent linéaire, cinquième du stade (rappel de Guérard, 1844 : 165) ; mais rien ne permet de penser que cette mesure itinéraire ait été comptée au carré. Guilhaumez (1913 : 305-307) choisit d'attribuer 100×100 pieds à l'arpent médiéval, ce qui est douteux (03.1). L'arpent peut aussi être rapproché des unités « gauloises » connues sous le nom de *candetum*, de 150 ou de 100 pieds de côté selon qu'ils soient ruraux ou urbains – indications du *Corpus* (Chouquer, Favory, Roth Congès, 2001 : 78) à trouver aussi chez Isidore (XV.15). À la différence de l'*actus*, l'arpent n'est pas construit sur une perche de 10 pieds multipliée par douze mais, à l'inverse, sur un carré de 10 perches de côté, quelle que soit cette perche. Ce qui s'appellera arpent en France aura en principe cette composition.

De là, même en l'absence de « calcul décimal » et surtout des notions de zéro, de puissance de 10, du calcul de position enfin, la conception d'une mesure agraire comme une figure géométrique formant un carré de 10×10 longueurs est tout de même présente : dans la perche (carrée) ; dans l'*actus* recompté au pied manuel (cf. *infra*) ; dans le *vorsus* ; dans l'arpent (carré) ; dans le plèthre (cf. *infra*) – à côté de carrés de 12 plus courants encore, cela dit pour balancer l'impression que la notion de superficie, qui nécessite la multiplication, soit restée inaccessible au plus grand nombre ou n'ait pas répondu à une nécessité (Kula, 1984 ; Crosby, 1996 ; Guerreau, 2013 *et alibi*).

Présence des mesures byzantines

Sur l'économie byzantine en général, on consultera par exemple Kaplan, 1992 ; sur le problème des liens et de la continuité entre le système fiscal romain antique et la « géométrie fiscale » byzantine, Lefort *et al.*, 1991 (en part. « Introduction » : 11-31) ; pour une description

détaillée de la métrologie byzantine, Schilbach (1970 : 13-32, 66-82, 266-269 et *passim*). Une brève présentation des textes concernés et de l'héritage antique se trouve également chez Chouquer, Favory et Roth Congès (2001 : 275-276). La position des mesures fondamentales byzantines dans le concert des systèmes tardo-antiques a été présentée ci-dessus (01.3), sans d'ailleurs que les auteurs mentionnés se soient intéressés, sauf erreur, à la possibilité d'un lien entre ces mesures et celles d'Occident médiéval, ce sur quoi j'insisterai.

Le pied byzantin n'a été évalué semble-t-il que dans l'absolu (et non relativement) : sur certains monuments, comme la basilique de Sainte-Sophie, à Constantinople (Schilbach, 1970 : 13-15, d'après les travaux antérieurs), à 0,312 3 m ; des recherches plus récentes le confirment (Gautier di Confiengo, 1995). Cette valeur est un peu faible par rapport à son origine, mais celle-ci ne fait pas de doute : le pied byzantin est issu de la réforme hellénistique des mesures décrite ci-dessus (01.3) – Schilbach, d'ailleurs, mentionne des variantes, jusqu'à 0,315 m. Selon sa dimension métrologique, pour 16/15 du pied romain de 16 doigts, le pied byzantin ordinaire mesure 0,313 876 5 m.

Alors que ce pied est bien attesté, il n'est pas utilisé comme unité fondamentale des mesures agraires. La principale de celles-ci est le *modios*, valant une ou deux fois le carré du *schoinion*, une corde de 10 ou de 12 *orgyiai*, selon la qualité de la terre (cf. *infra*). L'orgyie est à l'origine une brasses (l'envergure des bras étendus), de 4 coudées, donc de 6 pieds, donc de 8 empan (*spithamai* ; un empan est, figurément, la mesure de la main écartée, toujours comptée pour les trois quarts du pied). On reconnaît dans cette orgyie le principe des toises de 6 pieds et des cannes de 8 empan médiévales et modernes ($8 \times 3/4 = 6$). Mais, et c'est capital, l'arpentage des terres s'effectuait plutôt au moyen d'une orgyie de 9 empan, dite précisément *géométrikè*. Observons qu'elle était cependant une toise régulière de 6 pieds, mais de pieds manuels valant 9/8 du pied ordinaire byzantin, puisque $9 \times 3/4 \times 8/9 = 8 \times 3/4 = 6$ (cf. ci-dessus 01.3). Si les unités de longueur ordinaires byzantines, coudée, pied et empan, sont demeurées courantes en Occident (02.2), il n'en est pas de même des unités de superficie (cf. pourtant chap. 11, Italie). Retenons cependant qu'ainsi, d'un pied ordinaire byzantin simplifié à 0,314 m, l'empan mesure 0,235 5 m ; l'orgyie géométrique de 9 de ces empan mesurera 2,12 m, longueur divisible en 8 empan du pied royal hellénistique soit pied manuel, à 0,265 m.

Les différents *modioi* sont les suivants, selon la qualité de la terre :

1^{re} catégorie : 10×10 orgyies géométriques = 100 orgyies carrées $\approx 449 \text{ m}^2$

2^e catégorie : $2 \times 10 \times 10$ orgyies géométriques = 200 orgyies carrées $\approx 899 \text{ m}^2$

3^e catégorie : $2 \times 12 \times 12$ orgyies géométriques = 288 orgyies carrées $\approx 1\,294 \text{ m}^2$

De plus, chacun de ces *modioi* a pu être décompté pour ses $2/3$ par l'Annone – l'administration fiscale –, ce qui donne, respectivement : $66^{2/3}$; $133^{1/3}$; et 192 orgyies carrées. Ce fait n'est pas une question d'arpentage, mais de barème fiscal – qui en devient ainsi plus exigeant : le propriétaire de 2 *modioi* réels sera alors taxé pour 3 *modioi* fiscaux. Au-dessous du *modios*, on trouve des mesures divisionnaires : le *schoinion*, comme observé, dont la moitié est un *pinakion* ; au-dessus, des regroupements d'unités : le *mégas modios*, de quatre de chacun des *modioi* décrits ; le *zeugarion* (*jugum*, en latin), de 36 *megaloi modioi* soit de 144 *modioi* – des *modioi* de 2^e ou de 3^e catégorie, ce qui définit deux unités cadastrales différentes : nous dirions aujourd'hui de quelque 12,9 hectares et, respectivement, de quelque 18,6 hectares. Le seul invariant du système était l'orgyie géométrique, et encore : une orgyie de $9 \frac{1}{4}$ empens apparaît au XI^e siècle... mais certainement comme mesure d'ordre comptable, et non comme injonction de réévaluer par leur arpentage toutes les terres de l'Empire byzantin.

La recension des parcelles et la collecte des impôts fonciers n'étaient pas une mince affaire, ce qui se voit dans les difficultés que présentent les documents du fisc (Schilbach, 1970 ; Lefort *et al.*, 1991, *passim*). La solidité des institutions byzantines, leur sophistication, éclipsent en tous points, c'est évident, les laborieuses reconstructions du Moyen Âge occidental, mais celui-ci n'aurait-il conservé, dans le domaine envisagé, *aucune* capacité d'évaluation géométrique des terres cultivées en vue d'une gestion fiscale ? Cela paraît peu vraisemblable.

Et d'abord il eut son propre héritage :

Retour sur le jugum du Bas-Empire

Les auteurs mentionnés ci-dessous admettent que le *jugum* du Bas-Empire est une unité cadastrale servant d'assiette à l'impôt, fondée sur la terre ou plus exactement sur son rapport normalisé, en vue d'en tirer un revenu fiscal prévisible. Mais cette unité peut être d'autant plus difficile à cerner que les ressources agricoles sont évaluées très différemment, selon la culture et selon la qualité du sol ; des revenus non agricoles peuvent aussi être évalués en *juga*. Pourtant, l'idée de *jugum* fiscal est au départ, sémantiquement, en relation avec l'agriculture : elle fait allusion au joug des bœufs, et non à celui des contribuables ! La *jugatio* (évaluation fiscale en *juga*) et la *capitatio* (recensement en vue de tarification des ressources en hommes ou en bétail) ont pu prendre des formes différentes. Cette question très complexe est ici réduite à celle des mesures agraires employées.

Deléage (1941 : 354 *sqq.* ; 1945), Lot (*loc. cit.*) et Piganiol (1916 : 37) s'appuient sur une source de l'Antiquité tardive comportant d'ailleurs bien d'autres éléments de droit, le *Syrisch-römisches Rechtsbuch* (éd. Bruns et Sachau, 1880 ; le ms avait été traduit par Land dans ses *Anecdota Syriaca* [1862] et constitue les *Leges saeculares 121*, dans *Fontes iuris Romani anteiustiniani*, II, rééd. Florence, 1940) ; cette source avait déjà été commentée, pour notre propos, par Mommsen (1869). Et il s'agit bien, au vu de sa datation, d'un texte de droit romain du Bas-Empire, et non byzantin. Le texte précise : 5 jugères de vigne ; et, pour les terres arables, 20, 40 ou 60 jugères, selon la qualité des sols, pour un *jugum*. La mesure employée est ainsi décrite : *Centum perticae sunt plethron [...] Quinque jugera vineae quae x plethra efficiunt [...] xl jugera quae efficiunt lxxx plethra [...] lx jugera quae efficiunt cxx plethra...* On peut y voir l'utilisation évoquée ci-dessus du pied royal philétairien (pied manuel), bien probable en Syrie d'où il provient. La *pertica* alignerait donc 10 pieds manuels, ce qui fait 12 pieds ordinaires, et l'on retrouverait, sous le plèthre linéaire de 100 pieds manuels, l'*actus* romain de 120 pieds. Comme le précise le texte, cent perches (carrées) forment un plèthre (carré), et 10 plèthres forment bien 5 jugères, etc. Tout cela correspond à la description donnée par Héron, reproduite p. ex. par Rodenbach (1883 : 39) ; sur les différentes listes attribuées à différents Héron, voir les observations émises dès T. H. Martin (1854) ou F. Hultsch (1864 : « Prolegomena »). Le texte attribue cette définition du *jugum* à Dioclétien ; mais, qu'elle date

plutôt du IV^e ou du V^e siècle, elle montre que le jugère romain pouvait être compté de cette façon en Orient – il le fut d’ailleurs en Occident (04.2 Chartres). Il est important de noter que ce jugère « oriental » reste l’équivalent exact du jugère romain et ne l’est aucunement des différents *modioi* byzantins plus tardifs décrits ci-haut.

Il y aurait aussi à s’interroger sur l’expression de différentes mesures d’un *jugum* dans le traité du *Corpus* intitulé *Ratio limitum regundorum*, de la fin du IV^e siècle (attribution à l’empereur Théodose I^{er}), ou du V^e (Peyras, 2009 : 161 *sqq.*). Au début d’une longue liste de distances prescrites entre bornes par centaines rondes de pieds (quelques-unes à la cinquantaine) apparaît la curieuse mention de 304 pas et, à la fin, celle de 1 707 pieds, présentée comme un maximum pour un *jugum*. Je risque alors l’hypothèse, induite par ces nombres autrement inexplicables, que ces mesures soient celles du côté d’un *jugum* ramené au carré, pour en conclure qu’une géométrie bien comprise restait centrale à sa définition : 1 707 pieds proviendraient ainsi du calcul de la diagonale d’un *actus* – qui permet de se figurer un jugère comme un seul carré : selon une bonne approximation de $\sqrt{2}$, posons 120 (pieds de l’actus) \times $41/29 = 169^{19/29}$. Multiplier ce nombre par 10 revient à construire un carré de $\sim 1\,697$ pieds de côté contenant 100 jugères – côté auquel on ajoute, comme l’usage le commande (Guillaumin, 2010 : *passim*), 5 pieds de marge face à la propriété voisine (de chaque côté du carré ainsi formé, soit 10 pieds), soit ainsi 1 707 pieds. La norme inférieure de 304 pas (de 5 pieds = 1 520 pieds) déterminerait alors une superficie approximative de 80 jugères : par la diagonale d’une unité valant $4/5$ de jugère, disposée mentalement en un carré dont le côté sera multiplié par 10. Ainsi $28\,800 \times 4/5 = 23\,040$, dont la racine carrée approximée est proche de 152, multiplié par 10 pour atteindre 1 520 pieds, ici sans marges.

Autre unité fiscale, le *caput*, assiette de l’impôt personnel de capitation payé par le maître sur les colons, les esclaves et le bétail de ses terres (Deléage, 1945 ; Durliat, 1990 : 19), est aussi en relation avec une quantité de terre dans le *Code Théodosien* (VII. 20. 4 et VII. 13. 6), cité par Deléage (1941 : 356). Dès l’empereur Julien, ces termes, *jugum* et *caput*, sont interchangeable suivant cet auteur ; ils sont joints dans l’unité fiscale dite en grec *zugokephalon*. Deléage en rapproche les termes latins *accepta* et *sors* (référant à l’assignation). Quant à la *millena* que l’on trouve mentionnée dans les lettres de Cassiodore et

que Goffart (1972 : 165-175) discute, en relation avec le *jugum* – proposant d’ailleurs leur synonymie –, ce serait une unité d’évaluation purement fiscale, et de surcroît monétaire (mille sous, ou plus probablement, selon Peyras, 100 000 sesterces) : plutôt que de synonymie, on pourrait parler d’équivalence, comme le faisait déjà Mommsen (1869 : 431).

Enfin, on peut discuter le jugère *castrense* mentionné dans le bref traité *De jugeribus metiundis* du VI^e siècle, que Lachmann *et al.* avaient joint au *Corpus* (1852 : 354-356) et qui a été réédité par Martin et Grémois (dans Lefort *et al.*, 1991 : 267-281), et par Campbell (2000), par Del Lungo (2004), par Guillaumin (2010), dans leurs éditions respectives du *Corpus*. (Guillaumin réfute la lecture *kastrensis jugerus*.) Cette unité avait déjà fait l’objet d’observations de Mommsen, de Hultsch, de Tannery (1883), surtout quant à son acception comme mesure de contenance, pour évaluer son tiers, le muids, le *modius kastrensis* par rapport au *modius italicus*. Sous son acception comme mesure agraire, Stecchini (v. 1960 : n. p.), suivant Segrè, en faisait une unité de 180 × 180 pieds qui couvrirait ainsi 9/8 du jugère, lecture intégrant la maladresse du texte. Martin et Grémois, suivis par Chouquer, Favory et Roth Congès (2001 : 271) qui utilisent aussi Guillaumin (1996) – ce dernier évoquant un calcul sous-entendant une diagonale –, discutent sa forme et relèvent une obscurité quant à sa représentation graphique.

Remarquons avec eux que ce *castrense jugerum* est particulier. En repartant d’une hypothèse de Hultsch (1882 : 87-88), on peut observer que l’adjectif *castrensis* qualifie le terrain occupé par le camp militaire (*castra*) décrit par Polybe (*Histoires*, VI) aussi bien qu’il fait allusion au palais de Dioclétien à Split – construit sur ce modèle – et à son administration fiscale, réputée intransigeante. L’organisation du camp est fondée sur un module décimal de 100 en 100 pieds ; de cette mesure bien particulière considérée comme *as*, le *scripulum* ne serait pas de 10 × 10 pieds, la perche carrée, mais de 10 × 10 perches. Il renfermerait alors 100 jugères comptés en 288 carrés de 100 pieds de côté, soit 2 880 000 pi² – la moitié d’une centurie. C’est précisément la superficie qu’un camp romain occupe théoriquement, en 1 600 × 1 800 pieds.

Les deux illustrations de manuscrits reproduites par Martin et Grémois dans Lefort *et al.* (1991 : pl. VIII) montrent très nettement : a. que la figure n'est pas carrée, malgré l'erreur que comporte l'une d'entre elles, et compte bien 4 *tabulae* de 8×9 perches, soit 288 perches carrées, un jugère – mais configuré en 160×180 pieds ; et b. que la figure est coupée d'une forte trace en croix que l'on ne peut pas interpréter comme division d'un jugère de labour : elle représenterait mieux le *kardo* et le *decummanus* d'un camp militaire. Peut-être l'analogie de forme a-t-elle inspiré à l'illustrateur l'idée d'ornez la représentation d'un *jugerum* de forme *castrense* des traces d'un *kardo* et d'un *decummanus*. Il n'y aurait donc pas de nouvelle unité de mesure agraire dans les exigences fiscales elles-mêmes souvent réévaluées du Bas-Empire. Mais cette question reste en filigrane de ce qui suit.

Bilan

L'ensemble des indices examinés rappelle l'existence de plus d'une relation entre les conceptions d'assiette de la fiscalité et celles de la métrologie agraire. Il ne s'agit pas que toutes les terres aient été découpées en lots identiques ni que le *jugum* soit un domaine rural standard. Le *jugum* serait plutôt, en Occident, sous le Bas-Empire et plus tard, une abstraction de la valeur d'un capital propre à engendrer un certain revenu taxable, mais dans une civilisation avant tout rurale, cette abstraction ne pouvait trouver de fondement que dans la terre. L'équité fiscale exigeait alors que les valeurs considérées soient comparables. Ainsi le *jugum*, ou de quelque nom qu'on l'appelle, correspondant au moins par analogie à une fortune foncière, n'équivaut pas à une superficie de terre indéterminée : il vaut tant de telle mesure, à telle époque, dans telle province, pour tel type de sol, pour telle culture, et dans telle conjoncture, même s'il paraît très difficile de le retrouver dans chaque cas quant à tous ces paramètres.

Cependant, en ce qui concerne la mesure des terres arables, les possibilités de compte ne sont pas si nombreuses que l'on s'y perde : 20, 40 et 60 jugères au pied philétairien, en Syrie, et on peut en inférer 20, 40 ou 60 jugères courants ailleurs ; quant aux 80 et aux 100 jugères déduits ci-dessus, ils complètent en quelque sorte la série : 100 jugères est une norme que l'on trouve déjà dans les écrits de Varron et de Columelle comme *jugum* (depuis Nisard, 1856 : 96). Plus

d'un auteur relie le *jugum* à l'*accepta*, au *sors*, partages vus de la centurie par 4 (50 jugères) ou par 3 ($66^{2/3}$). Cela conduit à observer encore une fois la cohérence des unités de mesure agraires, des évaluations fiscales et du système romain de distribution des terres : toutes les quantités relevées peuvent s'exprimer en fractions simples de la centurie.

On peut observer que le pendant du *jugum*, le *zeugarion* byzantin, est parfaitement défini et que sa conception, si ce n'est sa mesure, pouvaient servir de modèle. Notons enfin que les indications d'unités « agro-fiscales » vues jusqu'ici regardent une Antiquité certes tardive mais encore très romaine : elles précèdent toute évolution conduisant au Moyen Âge proprement dit quant à la métrologie agraire (chap. 02).

Car le manse, possible « successeur » du *jugum* dans le rôle d'unité « agro-fiscale » (chap. 06), apparaît durant la période mérovingienne. Il ne serait qu'une unité de compte administrative et fiscale abstraite, pour Magnou-Nortier (1989 : 305) ; c'est aussi l'avis de Goffart dans ses divers écrits. Positions à nuancer, car la première mention d'un manse quantifié est probablement celle relevée en particulier par Guilhiermoz (1913 : 309) et rappelée par Schlesinger (1987c : 603), dans un diplôme mérovingien original de 656 déjà, émanant de Clovis II (Lauer, Samaran, 1908, n° 8 ; D Merov 20) : « *Terra ad ipso manso aspiciente bunoaria xv* ». Nous verrons comment comprendre un manse de 15 bonniers, mais déjà, au vu d'une telle définition, il est patent qu'une (r)évolution dans la conception des mesures agraires est engagée au VII^e siècle.

01.5. Point métrologique

Conservation des mesures fondamentales

Parmi les unités fondamentales passées en revue ci-dessus, l'Occident médiéval et moderne semble avoir retenu celles qui apparaissent dans le tableau ci-dessous, leurs dimensions étant ici données à partir d'un pied romain tarde-antique approximé à 0,294 4 m, à comparer avec 0,294 259 2 m, sa dimension métrologique introduite ci-haut (01.1) et qui sera utilisée comme repère dans la suite de cet essai. Elles sont pratiquement identiques aux attestations qui les répertorient jusqu'à leur conversion dans le système métrique décimal. On constate parfois un affaiblissement, minime cependant. Par exemple, la dimension du pied de type romain d'un peu au-dessus de 0,294 m a pu chuter, mais elle n'est pas tombée au-dessous de 0,292 m ; en revanche, un renforcement est à exclure, et les pieds médiévaux et modernes de type romain un peu plus longs, de 0,296 à 0,300 m environ, sont généralement des pieds dits néo-romains agrandis par calcul (cf. 03.1).

Unité	Fraction du pied romain	Approximation métrique	Valeur métrologique
Pied romain	1/1	0,294 4 m	0,294 259 2 m
Coudée du pied romain	3/2	0,441 6	0,441 388 8
Empan du pied romain	3/4	0,220 8	0,220 694 4
Pied osque/ecclésiastique	15/16	0,276	0,275 868
Pied drusien	9/8	0,331 2	0,331 041 6
Empan du pied drusien	27/32	0,248 4	0,248 281 2
Pied manuel	6/5	0,353 3	0,353 111
Empan du pied manuel	9/10	0,265	0,264 833 3
Pied byzantin	16/15	0,314	0,313 876 5
Coudée du pied byzantin	8/5	0,471	0,470 814 7
Empan du pied byzantin	4/5	0,235 5	0,235 407 3

La complexité rébarbative des données métrologiques n'est qu'apparente si l'on considère les rapports entre les deux systèmes de mesure de l'Antiquité (tableau de la p. 33 ci-dessus), dont résultent les valeurs reportées dans la colonne de gauche en fractions du pied romain.

La coudée du pied manuel et celle du pied drusien sont absentes de la liste : elles ne semblent exister dans aucune composition de mesure médiévale ou moderne en Occident. En revanche, toutes les unités fondamentales ci-dessus sont employées – sans qu'il soit fait référence, bien entendu, à leur origine. Elles n'en sont pas moins identifiables par leur dimension ; et mieux : par le décompte des unités de longueur et de superficie agraires.

Conservation d'une « géométrie fiscale »

Outre les traces des unités byzantines présentes en Italie (chap. 11), les modes d'arpentage tardo-antiques et du haut Moyen Âge dont l'usage perdurera en Occident paraissent être :

- la forme jugère, en deux *actus* de 12×12 perches de 10 pieds (au départ romains) ;
- la même, en deux plèthres de 10×10 perches « à la main » soit de 12 pieds (romains) ;
- la même *castrense*, en 4 *tabulae* de 8×9 perches de 10 pieds (au départ romains) ;
- la forme arpent, en 10×10 perches, quelles qu'elles soient ;
- la forme ansange/acre, en 4×40 perches, quelles qu'elles soient.

Le moins obscurément parmi les unités foncières de prélèvement fiscal tardo-antiques, le *jugum* semble établi sur une échelle de 20 en 20 jugères, jusqu'à 100 (= 1/2 centurie), alors que le *sors* du vétéran des premières conquêtes lui octroyait 1/3 de centurie.

Tel semble être le substrat de la métrologie agraire de l'Occident médiéval. Tenant compte de la destructuration du monde antique et des transformations de la culture, il faut également considérer le relais des pouvoirs dans l'analyse de toute mesure perceptible depuis le VII^e siècle, matière de cet essai dans les chapitres qui suivent.

02.0. Éléments d'un système « carolingien »

Dans ce qui suit, « carolingien » est plutôt à entendre comme : perceptible selon l'archéologie monumentale ou sur certains terroirs ; mentionné incidemment, voire obscurément, par un écrit de l'époque ; induit par rétroaction calculée. Et non pas comme : contenu dans un texte normatif ou dans un traité contemporains, inexistant en la matière – absence remarquée (Witthöft, 1993 : 513). Cependant la « Renaissance carolingienne » s'appuie sur de solides assises romaines et byzantines, qu'il faudra déceler en la matière.

La définition de mesures agraires fixées à l'époque carolingienne, leur existence même, est au départ problématique car, parmi les sources à teneur métrologique dans les édits de l'administration comme dans les admonitions solennelles de Charlemagne ou de ses prédécesseurs et successeurs, aucune ne semble contenir de prescription ni de description quant à l'arpentage – au contraire des règlements monétaires, des mesures de masse, de capacité, dont pourtant la compréhension a donné lieu à bien des débats (que rappellent Witthöft, 1984 ; Portet, 1991). Par ailleurs, nulle recherche aboutie, à ma connaissance, n'a répertorié d'étalons ou d'échantillons de mesures linéaires comparables à ceux d'autres périodes, comme l'a fait Machabey (1962). Et la métrologie n'est pas unanime quant à la mesure fondamentale d'un pied agraire carolingien. Il ne faut donc pas s'étonner qu'une certaine obscurité et des contradictions règnent sur la question.

Celle-ci peut être reprise car la capacité de la société carolingienne d'organiser la production agricole en grand et de manière rentable débouchant sur un marché – et bien sûr assortie d'une fiscalité foncière – ne saurait faire de doute (en français, depuis Delatouche, 1977 : cf. p. ex. Bruand, 2002, chap. 1 ; Devroey, 2003 ; Toubert, 2004 ; Henning, 2004). Parmi les multiples compétences requises, celle de mesurer les terres figurerait en bonne place.

02.1. Divergences

Plusieurs métrologues, surtout britanniques, ont affirmé que Charlemagne (son administration) aurait fixé un certain *frankish foot* qui allait devenir le pied de roi en France. Pour ce faire, on aurait divisé en deux pieds la « coudée » dite hachémique dont le souverain aurait fait venir un étalon dans le cadre de ses relations diplomatiques avec Haroun al-Rachid... Cette « coudée » aurait valu 0,649 m et sa moitié donnait un pied de $\sim 0,324\ 500$ m, considéré comme identique au pied de roi du XVIII^e siècle (p. ex. Ross [1983 : 72], peut-être de Skinner [1967 : 44, 88] ; Zupko [1978], s. v. pied, citant Bailly [1902 : 193], qui a dû lire Saigey [1834]). Or, la longueur de la « coudée » hachémique, celle d'al-Mansūr, a été plus sérieusement évaluée à 0,662 700 m (Hinz, 1955 : 24), et sa moitié, 0,331 350 m, correspond à un pied de 18 doigts. On doit encore observer que cette « coudée » est en fait une aune ; elle est exacte (deux pieds ; dans les langues germaniques, c'est le même *Elle, ell*) mais n'est pas la coudée (3/2 pied) que les savants mandatés par le même al-Mansūr ont employée pour mesurer l'arc du méridien dans les environs de Bagdad – qui serait plutôt la coudée noire évoquée ci-dessus (01.1 et 01.4) de 1 ½ pied de 18 doigts.

Par ailleurs Skinner (1967 : 40, 91), suivant Flinders Petrie (1877 *et alibi*) et Chaney (cité par Klein, 1974 : 69-70), réserve le pied de 18 doigts, qu'il appelle « du Nord » et qu'il ne fait (curieusement) pas découler de cette coudée, à la description d'une métrologie agraire de l'Angleterre saxonne amenée par des « envahisseurs belges [entendre : avant Rome] ou germaniques [après Rome] »... Fernie (1978) fait justice avec humour de ces assurances. Pourtant Zupko (1977 : 10-12 et 20-22) reprend toute une tradition métrologique britannique dans le même sens, que Connor (1987 : 27-52), qui s'appuie sur Grierson (1972), nuance sans la renier. Stecchini (v. 1960 : n. p., en ligne) la développe également.

Bien des auteurs de langue allemande, parallèlement, considèrent le pied de 18 doigts comme un « gallisch-germanischer Fuss » en usage dans le bâti aux temps carolingiens, en l'identifiant ou non avec le pied drusien antique (depuis Arens, 1938). Pfeiffer (1986a : 103 ; 1986b : 72) définit aussi, quant à elle, le pied de Charlemagne, *pes Karoli*, comme un pied de

18 doigts, pied qu'elle considère comme un « pied occidental, celtique et germanique », « pied des druides » et non de Drusus.

Que « Charlemagne » ait aligné ses mesures sur celles du calife des *Mille et Une Nuits* ; qu'il n'ait laissé d'héritage métrologique qu'en France, sous la forme du pied de roi réformé du XVIII^e siècle ; ou qu'il ait été l'héritier de la sagesse des druides ou d'usages germaniques « purs » par-dessus les siècles de la romanité : tout cela paraît étonnant, pour ne pas dire plus. Je rejette aussi l'institution d'une métrologie particulière à l'Angleterre par les Saxons (05).

Il est piquant d'observer que les points de vue opposés sur la prescription, par Charlemagne, de pieds de roi si hétérogènes se rejoignent sur un point. Car le pied de roi appartient à l'origine, comme l'affirmait déjà Guilhiermoz (1913 : 283, 289, ...), au type de 18 doigts – mais pour de tout autres raisons qu'une origine « arabe » ou « nordique » (03.2 ; 09.2). Malgré le caractère assertif des opinions rapportées ci-dessus, on constate qu'il n'existe pas la moindre trace de mesures agraires ou commerciales (aunes) à ce pied de 18 doigts censément carolingien dans les pays germaniques, remarque de Fernie (1978 : 387) citant Verdenhalven (1968) et von Alberti (1957). Cependant, le pied de 18 doigts a été clairement identifié dans les édifices religieux de l'époque carolingienne (Arens, 1938 ; Reguin, 2020), peu susceptibles d'être druidiques – mais on entre là dans un autre domaine.

En revanche, les observations d'un Benjamin Guérard, puis celles de l'école allemande de la « culture matérielle » (Lamprecht) et de l'occupation du sol (la « Siedlungsforschung » de Meitzen) ouvraient partiellement la voie, dès la fin du XIX^e siècle, à la reconstitution de mesures agraires des temps carolingiens et du début de l'Empire. Paul Guilhiermoz, l'érudit français le mieux au fait de ces questions, a eu accès à ces travaux et a lui-même émis les propositions les plus intéressantes, qui sont à compléter. C'est de ce socle plus ferme que je suis reparti pour tenter de reconstituer un système de mesures agraires cohérent, situable quant à ses origines, un système attribuable, « par raison de nombres », à l'autorité carolingienne, même en l'absence de sources textuelles claires sur cette question. J'expliquerai le choix et le calcul des mesures fondamentales de la coudée, du pied et de l'empan composant ou divisant la perche d'arpentage carolingienne. Puis je dégagerai, en épargnant au lecteur un grand

nombre d'hypothèses sans issue par lesquelles je suis passé, trois (et trois seulement) unités de mesure agraires. Suivant la méthode développée dans cet essai, ce sont les expressions ultérieures, plus récentes, des ces trois mêmes mesures, qui en démontrent l'historicité et permettent d'en comprendre l'expansion, l'exclusivité et la permanence dans tout l'Occident.

02.2. La perche et le pied agraires « carolingiens »

Une formule de conversion

Pour restituer les bases d'une métrologie agraire carolingienne, je suis reparti de l'impressionnant travail de Guilhiermoz qui déclare (1913 : 292) (il n'indique pas d'où il tient cette interprétation) que « Charlemagne » institua une perche non plus de 10 pieds, comme la *decempeda* romaine, mais de 10 coudées, mesure qu'il voulait imposer pour des raisons religieuses, la coudée étant l'unité de mesure biblique. Pour ce faire, il aurait fait diviser une perche de 16 pieds romains en 10 coudées. Mais la coudée ne fut guère retenue, en Occident, comme unité de base des mesures agraires, ni d'autres ; revenant au pied, qui vaut $\frac{2}{3}$ de la coudée, on se trouva dès lors en présence d'un pied majoré, avec une perche de 15 pieds qui en fait en couvrait 16 d'antiques. Cela donne un pied agraire « carolingien » à $\frac{16}{15}$ du pied romain, et une coudée de $\frac{16}{15} \times \frac{3}{2} = \frac{8}{5}$ de pied plutôt que $\frac{3}{2}$. En mesure métrique, selon la valeur métrologique d'un pied romain à 0,294 259 2 m, le pied agraire « carolingien », ses $\frac{16}{15}$, mesure 0,313 876 5 m.

Rapprochements

Guilhiermoz identifie à juste titre ce pied agraire carolingien au pied dit de Leyde, dit aussi du Rhinland, officialisé à la fin par la Prusse. Celui-ci fut évalué, sous l'Empire français, à $139^{1/6}$ lignes du pied de roi, soit 0,313 936 2 m. Furetière, déjà, écrivait : « Le pied rhénan, ou le pied de Leiden, est celui qui sert de mesure presque par tout le Septentrion » et lui attribuait 139 lignes de roi. Au XIX^e siècle, ce pied était encore très employé et compté communément à $\sim 0,313 850$ m en Allemagne, aux Pays-Bas, au Danemark – majoré en Autriche, à 0,316 1 m (Doursther, 1840 : s. v.), ou minoré, comme dans le Val d'Aoste, à 0,312 m (Martini, 1883 : s. v. « Aosta ») ; et il était employé ailleurs en Savoie (Reguin, 2005 ; Kersuzan, 2007 : 23 ; Carrier et De la Corbière, 2005 : 350) ; en France, le pied de Besançon, évalué en dernier lieu à 0,314 740 m, en serait un assez bon vestige ; en Italie, le pied de Modène, restitué à 0,313 829 m, un successeur presque parfait (Guilhiermoz, 1913 : 291-292).

La mesure prussienne officielle de 1816 le donne à 0,313 853 480 m (Witthöft *et al.*, 1993 : s. v.), ce qui est pratiquement identique à la restitution métrologique que je propose pour 16/15 de pied romain : 0,313 876 5 m.

La coudée correspondant à ce pied « carolingien » et mesurant $3/2 \times 16/15 = 8/5$ de pied romain est alors reconnaissable dans l'ancien « pied Liprand » (du nom du roi lombard Liutprand) en Italie. Il faut cependant en écarter les pieds Liprand de Turin et de Milan des Temps modernes, qui ont été considérablement altérés dans un sens et dans l'autre. La coudée « carolingienne » se retrouve plutôt dans les « pieds agraires » de Pavie, de Bobbio (n'est-ce pas significatif ?) convertis en métrique pour 0,471 954 m. Calculée par Guilhiermoz (1913 : 291-293) sur un étalon du pied Liprand réformé en 1612 sous la maison de Savoie, à Turin, cette unité aurait mesuré 0,470 950 m. Or cette coudée, valeur métrologique, mesure $0,313 876 5 \times 3/2 = 0,470 814 750$ m – c'est évidemment identique.

Pris 10 fois, ce « pied » Liprand qui est une coudée donne bien la perche renfermant 15 pieds « carolingiens » soit 16 pieds romains. Meitzen, en ignorant tout à fait ces décomptes, semble-t-il, découvrit pourtant cette perche sur le terrain d'après ses analyses de plans cadastraux en Allemagne (07.3) ; il la comptait pour 4,700 m (1889 : 49 ; 1895) – ici elle est à $\sim 4,708$ m.

Origine byzantine

Dans une revue des mesures fondamentales pour la fin de l'Antiquité (01.3), j'ai rappelé que les formules de Didyme et de Héron situent dans la période hellénistique une réforme qui a porté la coudée royale d'origine babylonienne à ses 16/15, ce qui a entraîné la création d'une nouvelle coudée ordinaire en proportion, et de pieds dépendant de ces deux nouvelles coudées. La métrologie byzantine était bien réglée sur cette réforme dite ptolémaïque ou philétairienne (01.4) ; et nous trouvons ici, avec la formule attribuée à Charlemagne, une définition des mesures fondamentales parfaitement identique. J'élis donc ces mesures byzantines comme fondement des mesures agraires carolingiennes.

Il a été affirmé avec pertinence que les souverains carolingiens ne pouvaient avoir pour modèle que Byzance et ses institutions (Witthöft, 1993 : 514 – citant Braunfels), en vue

d'asseoir leur position impériale ; aussi leur adoption des mesures byzantines sans doute déjà présentes en Occident depuis Justinien n'a-t-elle rien de surprenant. Le relais tout désigné de cette adoption est le royaume conquis de Pavie, celui de Liutprand, justement, dont le « pied » est en fait la coudée carolingienne, construite sur le pied de Byzance. Les formules de conversion ne font que constater l'usage carolingien des mesures byzantines de la coudée, du pied et de l'empan ; et cette attribution à une incontestable figure d'empereur signifie simplement que l'idée d'universalité de l'Empire était source de légitimité. Quant au fait qu'il n'existe pas de définition explicite du pied agraire carolingien dans un acte légal, j'en déduis (et cela se démontre plus loin) que cette mesure était déjà en usage, au moins en Italie, avant le règne de Charlemagne. C'est peut-être à partir de la restauration d'un Empire d'Occident – mais cela peut être antérieur – que l'expansion des mesures fondamentales byzantines dans le Nord du continent a pu se produire, par l'envoi d'étalons de mesure (cf. p. ex. Meitzen, 1895, II : 555, n. 1 ; ou Witthöft, 1993 : 515 *sq.*) ou par des instructions.

Cependant, ces points ne sont généralement pas reconnus. Ainsi, en se livrant à un calcul – dont la justification historique ou géométrique m'échappe – identifiant au pied byzantin la demi-diagonale d'un carré ayant pour côté la coudée romaine, Pfeiffer (1986b : 75) y reconnaît le pied dit du Rhinland ou de Leyde (dont ce n'est pas exactement la mesure). Mais, revenant à de multiples reprises sur ce pied, elle ne le donne jamais, sauf erreur, comme 16/15 du pied romain et surtout, elle ne relie aucunement ces données à une métrologie agraire de l'époque carolingienne. Auparavant, un archéologue comme Hannerberg (1955) ou des métrologues comme von Alberti (1957) ou Böhnisch (1960) sont certainement repartis de Flinders Petrie (1877 ; 1888 ; 1934) pour définir ce pied de Leyde comme « gréco-germanique » ou « gréco-rhinlandique », sans l'attribuer non plus à une métrologie carolingienne, le considérant comme d'usage immémorial, préhistorique. Rottländer (en 2010 seulement) semble admettre que le pied du Rhinland soit carolingien, mais sans l'intégrer à son explication des mesures : dans son ouvrage général (1998, en ligne), il l'identifie avec un pied grec antique. Pour autant ces chercheurs n'expliquent pas l'usage d'un pied d'origine grecque à l'embouchure du Rhin.

Par ailleurs, à la suite de conversions, des unités nouvelles ont pu conserver le nom de « pied Liprand » sans en respecter la dimension, et il faut y prendre garde. Tout un courant de la métrologie historique en Italie, résumé par Andreolli (2003 : 163-164), a arrêté de façon erronée, à mon avis, la valeur du pied Liprand – qui a donné lieu autrefois à des supputations bien naïves sur la taille du souverain, ramenées à plus de réalisme par la découverte de ses restes supposés (Majocchi, 1896 : 61 *sq.*, avec une note du médecin Rodolfi, 77 *sq.*). Celles-ci dérivait-elles du passage de la chronique de la Novalaise relevé par Muratori, présent chez Du Cange (*s. v. pertica 12 pedum*) et cité encore récemment par Del Lungo (2004 : 154, n. 347), associant le très grand pied du souverain à une coudée : [Liutprand] *Qui tantae longitudinis fertur habuisse pedes, ut ad cubitum humanum metiretur ?*

Partant du pied Liprand moderne de Milan (converti au XIX^e siècle pour 0,435 185 m) sans tenir compte du fait qu'il datait du XV^e siècle (Guilhiermoz, 1913 : 293) et qu'il fut sans doute rectifié au XVI^e siècle, plusieurs auteurs ont conclu que le pied Liprand était une coudée romaine raccourcie de ~ 0,436 m, et que la perche avait dû en contenir 12, mesurant ainsi ~ 5,23 m. D'autres redressent cette « perche lombarde » en 12 coudées romaines de ~ 0,440 m, ce qui la fait mesurer ~ 5,28 m. De là, on a défini un « jugère lombard » qui comporte, comme l'antique, 288 perches carrées, mais de 12 de ces coudées, ce qui lui attribue une superficie colossale de ~ 7 850 à ~ 8 030 m². Tout cela semble s'appuyer sur Rocca (1871), repris par Dell'Acqua (1883) et par Mazzi (1885), endossé par Mailloux (1997). Il faut noter qu'une telle proposition n'apparaît pas avant le XIX^e siècle, et dans les travaux d'érudition seulement (c'est-à-dire dans aucune description ancienne ni conversion ultérieure en métrique), et nulle part dans les sources invoquées : seuls y figurent les termes de « pied Liprand » et de « perche de Liutprand ». (Cette question est reprise à la section 11.4.)

Quant à l'ordonnance des mesures de l'époque carolingienne, j'en reste donc à l'interprétation de Guilhiermoz, aux résultats de Meitzen et à mes propres conclusions pour affirmer que le pied agraire, d'origine byzantine, comptant pour 16/15 du pied romain tardo-antique, s'est perpétué en Occident sous la forme, principalement, du pied de Leyde-Prusse ; que sa coudée est en fait le « vrai » pied Liprand dans le Nord de l'Italie, quand on prête attention à son maintien, comme à Pavie, et que l'on écarte ses errements tardifs, comme à Turin et à Milan ;

on peut donc, utilisant la convention d'un pied romain à 0,294 259 2 m, construire une perche de 16 pieds mesurant 4,708 147 5 m, la diviser en 10 coudées à 0,470 814 750 m (pieds Liprand), ou en 15 pieds agraires à 0,313 876 5 m, valeurs métrologiques.

Outre le fait que ces dimensions se sont remarquablement maintenues, ce passage par les mesures fondamentales byzantines gouverne l'ensemble de la métrologie agraire médiévale puis moderne en Occident. Même si l'on a pu revenir au pied de type romain ou à ce type modifié (pied « néo-romain », chap. 03) ou en employer d'autres en proportion, aucune conversion de quelque importance, selon les conclusions de cet essai, n'a effacé les fondements ici posés.

02.3. Les trois unités de mesure agraires d'époque carolingienne

Considérant qu'étaient instituées ou au moins adoptées les unités fondamentales byzantines alignées dans la perche décrite ci-dessus, j'avance l'hypothèse que des administrateurs fiscaux du pouvoir carolingien (qui d'autre ? mais qui étaient-ils ? ou bien de quelles structures ont-ils hérité ?) ont pour ainsi dire agréé une mesure agraire existante, utilisant le pied byzantin ; qu'ils en ont majoré une autre à la perche de 10 coudées byzantines / pieds Liprand ; et créé une troisième à cette perche et à ce pied. C'est ce que le présent essai tente de démontrer en s'appuyant sur les nombres qui les définissent ou, de manière compatible, définissent plus tard leurs conversions. Mais premièrement sur le fait que ces trois unités de mesure sont répandues sur tout le territoire de l'Occident et qu'elles ont servi à définir les allocations de terres de nature fiscale, manse, Hufe et hide (chap. 06 et 07). Ainsi c'est un constant aller et retour entre les données recueillies, dans le contexte carolingien et plus tard, qui a fini par faire apparaître, comme faire se cristalliser, ces trois seules unités de mesure agraires.

Une unité agréée : le jugère...

La première unité du système (la plus anciennement attestée, on peut la dire pré-carolingienne) est un « jugère », compté comme au temps de Rome pour 28 800 pieds carrés, mais au pied byzantin et sous deux aspects différents [$2 \times (120 \times 120 \text{ pieds})$ ou $4 \times (90 \times 80 \text{ pieds})$]. Le terme de *bevulca* qui la désigne apparaît en 752 en Émilie-Romagne (*Cod. dipl. Long.* 309, l. 9 et 10, et *Cod. Lang.* 32 b [Arnaldi et Smiraglia, 1968 : 15]) : il s'agit de montrer que c'est bien la *biolca* inchangée du XIX^e siècle. Le fait que l'unité ait été mesurée au pied byzantin soit aussi carolingien, comme le montrent les exemples qui suivent, constitue déjà une indication.

Le Jochart de Vienne puis de l'Autriche comportait 2 jugères, soit 57 600 pieds carrés, tel un *heredium* romain, en 1 600 toises carrées de 6 pieds de côté. On nommait Strich, en Bohême, la demi-unité de 800 toises carrées, soit 28 800 pieds carrés, ce qui est un « jugère carolingien » inaltéré. Un ancien Morgen, à Berlin et ailleurs en Prusse, celui de Emden en Hesse, le Diemat de Frise-Orientale, l'ancien grand Morgen du Wurtemberg comptaient aussi

57 600 pi², en 400 perches carrées de 12 pieds de côté. Ces unités de mesure agraires ont subsisté jusqu'au XIX^e siècle au pied de Leyde ou à celui de Vienne, qui sont de fidèles représentants du pied byzantin/carolingien. On en trouve chez Doursther, 1840 : *s. v.* « Arpent », « Biolca », « Boisseau », « Jauchart », « Journal », « Morgen », « Scheffel », tant la désignation des unités de mesure est erratique — mais non leur composition.

Ce jugère se retrouve aussi décompté au pied romain selon le rapport 15/16 : la pose de Neuchâtel renfermait 2 × 8 × 8 perches de 16 pieds de type romain = 32 768 pieds carrés, par exemple (03.4). Les conversions du jugère carolingien en d'autres pieds et perches, ou cannes et emfans, en feront apparaître nombre de formes strictement équivalentes en Grande-Bretagne, Belgique, France, Suisse, Allemagne et Italie, ce qui atteste de son caractère d'« ordonnance impériale » (03.4, 08.1, 08.2, 10.2, 11.2, sur cette unité ; et 06.3, 06.4, sur son utilisation dans les allocations de terres, tel le manse). Au départ de cet ensemble d'observations, c'est la démonstration de Guilhiermoz (1913 : 292 ; 297) pour les unités de Toulouse (10.2) et de Modène (11.2) qui a isolé clairement cette unité et montré sa profondeur historique (Reguin, 2016, 2018). L'équivalent métrique de ce jugère carolingien est ainsi de $(0,313\ 876\ 5)^2 \times 28\ 800 = (0,294\ 259\ 2)^2 \times 32\ 768 = \sim 2\ 837,331\ 5\ \text{m}^2$.

Une unité majorée : l'ansange/acre

La seconde unité du système dérive de l'ansange mérovingienne (01.4), avec sa composition immuable en 4 × 40 perches. Cette mesure prit fréquemment le nom d'acre, décomptée dès lors à la perche de 10 coudées/ 15 pieds byzantins/ carolingiens, dont 4 × 40 soit 160 perches carrées font 60 × 600 pieds, soit 36 000 pieds carrés. Il ne me paraît pas possible de déterminer précisément quand cette mutation évidemment ordonnée eut lieu ; on peut la situer au début de la période carolingienne, car dès le IX^e siècle, l'acre connaîtra une autre mutation (03.1). Son compte peut aussi s'exprimer en 4 × 40 perches de 16 pieds de type romain, toujours 160 perches carrées, donc en 64 × 640 pieds, soit 40 960 pi² romains – lourde insistance, mais qui n'est pas de trop, je crois. L'équivalent métrique (valeur métrologique) de cette acre est :

$$(0,313\ 876\ 5)^2 \times 36\ 000 = (0,294\ 259\ 2)^2 \times 40\ 960 = \sim 3\ 546,664\ 6\ \text{m}^2.$$

Ainsi, c'est bien la définition de l'ansange dans la *Loi des Bavares* (vers 740 : cf. 01.4 ci-dessus), qui a posé l'une des bases de la mesure des terres à l'époque carolingienne. (N. B. Il ne s'agit pas de l'acre anglo-saxonne d'aujourd'hui. Cf. chap. 05.)

Alors que beaucoup d'unités de mesure présentent dans le fond le même compte, peu d'entre elles l'ont conservé en 160 perches carrées de 15 × 15 pieds dans les Temps modernes. Les Juchart du Tyrol et du Trentin, par exemple, ont bien 36 000 pi² de Vienne ; ils en présentent donc l'équivalent exact, mais en 1 000 Klafter (toises), carrés de 6 pieds de côté. En revanche, une série d'unités ont bien 160 perches carrées, mais qui se déclinent au compte équivalent de 16 pieds de type romain à la perche plutôt qu'en 15 pieds carolingiens. Ce sont, par exemple, l'acre primitive d'Angleterre au moment de la Conquête, à la fondation de Battle Abbey (Du Cange, *s. v. Acra - Apud Anglos*, cf. 05.1) ; mais aussi le journal du Luxembourg, le Morgen de Coblenche, les « arpents » de Mayence et de Trèves, qui renfermaient (16 × 16 × 160 =) 40 960 pieds carrés de type romain mesurant à la fin entre 0,295 et 0,292 m (Doursther, 1840 : *s. v.*) : n'est-on pas là en plein cœur de la puissance carolingienne ? Et surtout, ce compte démontre l'existence de l'acre ainsi définie : il n'y a pas de hasard dans l'équivalence entre perches de 15 pieds carolingiens et de 16 pieds romains – pied auquel ces dernières mesures seraient restées, ou revenues par la suite.

L'acre « carolingienne » s'est elle aussi perpétuée sous diverses conversions – unités attestées et répandues dont les plus importantes sont présentées au chap. 03 ci-dessous.

Une unité créée : le Joch impérial

Enfin, une unité qui ne peut être que nouvelle, attestée par un texte de 847 transcrit par Wartmann dans son recueil de sources de l'abbaye de Saint-Gall, se décrit ainsi : « *unum juchum .xxx. virgis in longitudine mensuratum et .vi. in latitudine* » : 30 perches de longueur par 6 de largeur (n° 402, cité par Guilhiermoz, 1913 : 311). Spiegler (1986 : n. 20, 21) pense la repérer dans le même recueil pour 802, et même pour 796, mais je ne l'ai pas vu. Boelcke (1974 : 150 *sqq.*) mentionne le même acte de Saint-Gall et relève chez Du Cange, *s. v. arpentum* [*arpenta Trecensia* = de Troyes], une unité de 6 × 30 perches, en 1255. Il revient ensuite aux *Acta Murensia* (du monastère de Muri, Argovie, Suisse), composés vers 1150 sur

des sources antérieures, où le *juhart* est de « *sex virgarum in latum et triginta in longum et ipsa virga habeat novem ulnas* » – toujours 6×30 perches, mais de 9 aunes, ce *novem* étant pour moi une erreur de transcription du chiffre, pour *huit* aunes (*viii* plutôt que *viii*, c'est-à-dire 16 pieds, une perche de 18 pieds n'étant jamais attestée pour mesurer le Joch).

Signalé également par Merkel (*Lex Baiuvariorum*, 1863 : 280, n. 79), ce Joch est décrit dans le *Codex Wessofontanus* (de l'abbaye de Wessobrunn, en haute Bavière). On trouve dans sa partie « *Diplomatarium Miscellum* » (du VIII^e siècle, selon son premier éditeur – plutôt début IX^e siècle ?) un passage aménagé à partir d'Isidore de Séville XV.15 *De Mensuris Agrorum*, transcrit textuellement, assorti d'exemples, jusqu'à « *Hunc Baetici arapenem dicunt, ab arando scilicet* ». Le texte reconnu d'Isidore se poursuit par : « *Actus duplicatus jugerum facit...* », mais le copiste de Wessobrunn insère plutôt : « *Hunc [Boetici] [hrindirarae] arapentem scaramenz dicunt ab arando scilicet : 16 pollices ad uno pede ; ideo pedes 12 ad una pertica et de pertico xxx in longitudo et vi in latitudo [sic]* » (*Monumenta Boica* VII, éd. Krabinger, 1766 : 374).

Il a déjà été suggéré que ces *[Boetici]* *[Baucueri]* *[Boici]* aient été en fait des « *Beiern* » : des Bavarois (Hofmann, 1857 : 89). Cependant la composition de l'unité en 6×30 perches se confirme ; et de plus, une perche de 12 pieds de 16 pouces (qui n'existent pas) est une perche de 16 pieds de 12 pouces, c'est-à-dire de 16 pieds de type romain. Cette définition est placée sous l'autorité d'Isidore, qui ne semble connaître qu'une *porca* de 6×30 perches antiques de 10 pieds. Cela dénote un trait de la mentalité médiévale souvent observé, aussi bien dans le domaine du savoir que dans celui du droit : une ordonnance, ici une mesure, ne doit jamais se présenter comme une nouveauté ni découler de l'arbitraire ; elle doit plutôt retrouver un état des choses antérieur, jugé par principe meilleur. Il n'est donc pas exclu que ce passage d'Isidore, même interpolé, soit à l'origine de la conception du Joch impérial. L'intégration de cette mesure au « système » aura d'importantes conséquences.

Cette unité originale de 6×30 perches, soit de 180 perches carolingiennes carrées, que j'appelle « Joch » (plur. « Joche ») d'après sa première attestation, et « impérial » à cause de sa considérable expansion, prend donc la forme de 96×480 pieds romains, soit $46\,080 \text{ pi}^2$.

Elle équivaut ainsi à 90×450 pieds, soit $40\,500 \text{ pi}^2$ byzantins/ carolingiens. Elle tente d'inclure la conception de l'ansange, dix fois plus profonde que large, dans une unité double : côte à côte deux sous-unités de 3 par 30 perches, $45 \times 450 = 20\,250 \text{ pi}^2$ – où l'on peut apercevoir aussi 4×40 perches de 12 pieds romains, soit $23\,040 \text{ pi}^2$, ce qui confirme bien la forme de l'ansange. C'est cette demi-mesure qui donnera en principe le Morgen, censé être l'unité de travail d'une demi-journée, du matin.

Quelques mentions ou un aspect harmonieux ne suffisent pas à démontrer l'existence d'une mesure agraire. Celle-ci, cependant, se rencontre sous diverses formes : souvent sa moitié de 3×30 perches carolingiennes ramenées au compte « romain », c'est-à-dire à $48 \times 480 = 23\,040 \text{ pi}^2$ – non sans substitution de pieds parfois – avec l'acre des prés de Nuremberg ou le Morgen des champs de Wurtzbourg, le Morgen de bois du Rhinland, le Morgen de Fulda, en Hesse, dont la mesure double est le Tagewerk (le journal) de $46\,080 \text{ pi}^2$, etc. On trouve aussi, mais rarement, l'unité originale en $40\,500 \text{ pi}^2$, à Berne, p. ex. L'assurance de l'existence effective de cette mesure nous sera mieux donnée par l'expansion considérable de son usage et la multiplicité de ses reconversions dans toute l'Europe carolingienne et au-delà (nombreux cas traités aux chapitres 04, 05, 07 dans leur ensemble, et à la section 08.2. Tableaux).

Son équivalent métrique sera donc de :

$$(0,313\,876\,5)^2 \times 40\,500 = (0,294\,259\,2)^2 \times 46\,080 = 3\,989,997\,3 \text{ m}^2 \text{ soit } \sim 3\,990 \text{ m}^2.$$

D'autres mesures ?

On pourrait s'étonner de l'absence d'un arpent dans la description des mesures agraires aux temps carolingiens. C'est tout d'abord que l'arpent n'est pas, en principe, une mesure de terre arable à cette époque, mais celle de vignes et de prés. Secondement, que l'arpent semble connaître différentes définitions : il équivaudrait à l'*actus* romain de 12×12 perches, 120×120 pieds, $14\,400 \text{ pi}^2$, comme le proposait déjà Columelle, comme on le voit dans le *De Mensuris Agrorum*, comme l'exprime Isidore cité ci-dessus, comme on le retrouve dans la *Géométrie* de Gerbert, et c'est celui que choisit Guérard, après discussion (1844 : 166 *sqq.*). Une autre source (difficilement identifiable) lui donne un arpent au même carré de 12 perches,

mais celles-ci de 13 pieds de 13 pouces. Cette composition n'existant certainement pas dans la réalité de l'arpentage, il s'agit sans doute d'une formule de calcul : peut-être celle d'une mise au carré du jugère composé de 2 actus par le doublage de l'un d'eux, c'est-à-dire par sa diagonale. Ici $12 \times 13 \times 13 \div 12 = 169$ pieds de 12 pouces – alors que 120 (pieds de l'actus) $\times \sqrt{2} \approx 169,7$ des mêmes pieds : c'est tout à fait admissible. Le texte, qui doit être tronqué, mentionne encore un arpent au pied drusien sans en donner le compte ; et une curieuse perche de 10 pieds et 5 pouces dont 12 font l'arpent, ce qui revient à la définition de l'arpent linéaire de Grégoire de Tours I, 6 : « *unum stadium habet aripennes quinque* », car en effet 12×10 pieds et 5 pouces = 120 pieds et 60 pouces = 125 pieds d'une mesure itinéraire connue, l'arpent huitième du mille ; on peut écarter l'utilisation du carré de cet arpent-là.

Certains tâtonnements indiquent donc une circulation des connaissances. On peut le constater aussi dans les trois brefs traités qui terminent le *Corpus* : le *De Mensuris Agrorum*, le *De Agris* et surtout le *Pauca de Mensuris*. Beaucoup de ces formules semblent proposer des exercices scolaires plus que des règles d'arpentage. Guilhiermoz pense quant à lui que l'arpent de cette époque a 100 pieds romains antiques de côté, et qu'il fait partie de son « système métrique franc » (1913 : 305-307) dont on verra aux chapitres suivants qu'il ne peut se concevoir qu'après une reconversion des unités de mesures carolingiennes. Ainsi je m'autorise des considérations qui précèdent pour écarter l'arpent ou plutôt les arpents différents des unités décrites ci-dessus de la description des mesures de terres arables instituées à l'époque carolingienne.

On peut en effet penser, à la suite de Guérard, Meitzen, Guilhiermoz, Deléage, et d'autres, que l'ansange de la *Loi des Bavarois*, de 4×40 perches de 10 pieds de type romain = $16\ 000 \text{ pi}^2$, a traversé la période carolingienne. Il sera démontré plus loin qu'elle égale numériquement, par une conversion précise, l'actus carré, la moitié du jugère carolingien au pied byzantin, et je serais tenté de penser que c'est sous cette forme que cette unité prit parfois le nom d'arpent, dans la nébuleuse des désignations de mesures qui sont dans chaque cas à analyser. L'égalité significative entre ansange mérovingienne et *actus* du jugère carolingien n'introduit pas d'autre unité de mesure. Le vocable « arpent » les réunirait en un mot (cf. cependant 03.4).

Quant à l'ouvrée ou page (Deléage, 1941 : 961 *sqq.*), qui s'est conservée comme unité de travail à bras, pour la culture de la vigne, par exemple (telles plus tard l'hommée, la fosserée, etc.), c'est toujours une sous-unité, division de la principale unité agraire considérée (un huitième du jugère ou de l'acre ; un dixième du Joch, souvent). Il en est de même de celles résultant d'une partition, tels les quarterons, quartiers et huitelées, et aussi les coupées, perchées, vergées, non sans ambiguïté. Des super-unités ont aussi existé, regroupements d'unités de mesure agraires, tel le bonnier, très important (06.2).

Il faut enfin mentionner une mesure proposée par Guilhiermoz (1913 : 310-311) et qui m'a occasionné des difficultés, au vu du crédit que l'on peut accorder à cet éminent chercheur : alors que, nous dit-il, le Joch impérial n'était pas courant en France, on y rencontrait plutôt un journal qui couvrait 40 000 pieds carrés carolingiens. Or je n'ai décelé nulle part une telle unité de mesure, tout en découvrant en grand nombre, partout sur le territoire de la France d'aujourd'hui (04.1 à 04.3, 09.3, 10.1), comme dans toute l'Europe qui fut carolingienne, des conversions du Joch impérial tel que défini en 40 500 pieds carrés carolingiens.

Bilan

Réserve faite des phases antérieures d'une évolution que l'on peut retracer en Italie (chap. 11), de très nombreuses attestations de mesures, une fois décodées, révèlent ici l'existence d'un système comportant concurremment trois unités de mesure agraires – le jugère, l'acre et le Joch impérial – attribuable à l'époque carolingienne. Au vu de son expansion, ce système ne peut provenir que d'une série d'ordonnances étatiques : son fondement, la perche de 10 coudées soit 15 pieds d'origine byzantine, parfois revenue au compte de 16 pieds romains – restée courante dans les pays germaniques –, commande toutes les conversions postérieures avancées dans le présent essai, métriquement et numériquement.

Guilhiermoz, qui a décrit séparément ces mesures parmi d'autres, n'est pas allé dans cette direction, tablant plutôt sur son « système métrique franc » fondé sur un journal de 40 000 pieds carrés romains antiques. Plus récemment, seul Jean Peltre, à ma connaissance, s'est trouvé sur la voie d'une telle classification ; mais cet auteur partait de l'idée que les mesures agraires étaient apparues localement et spontanément et qu'elles s'étaient fixées vers

le XIII^e siècle. Pourtant, revenant sur les résultats de sa thèse sur la Lorraine (1975), dans laquelle il avait décrit un très grand nombre de mesures, il observa (1982 : 40) que celles-ci pouvaient se ramener, malgré leur diversité, à trois « systèmes fondamentaux » pour la région étudiée : celui de Metz (unité de 3 546 m²), celui de Bar (2 770 m²) et celui de Nancy (2 040 m²). Or, ces systèmes ne sont nullement locaux, mais ce n'est qu'après les conversions que nous allons voir que l'on pourra reconnaître dans ces trois mesures, formellement, numériquement, et avec une précision étonnante, l'acre, le jugère ou ansange double, et le Morgen, moitié du Joch impérial : les trois unités du système carolingien – et nulle autre. Par la suite (1989 : 167 *sqq.*), Peltre semble avoir renoncé à poursuivre dans cette voie.

Il n'est pas facile de comprendre quelle autorité a admis ce système multiforme. On peut penser que l'administration carolingienne a dû se servir de la conception d'origine germanique de l'ansange/ acre de 4 × 40 perches, modulée à la perche de 10 coudées soit 15 pieds d'origine byzantine ; que le jugère qui avait subsisté ait été mesuré (auparavant déjà) au pied byzantin, ses 28 800 pieds carrés couvrant opportunément 4/5 d'acre ; que le dépassement de ces deux unités en vue d'harmoniser tant soit peu le système avec la métrologie romaine commandait la création d'une troisième unité : le Joch impérial. Celui-ci vaut 9/8 de l'acre qui est elle-même 5/4 du jugère carolingien. Et surtout, le Joch vaut ainsi 8/5 de jugère antique.

Ces unités de mesure ont subsisté côte à côte partout, mais souvent méconnaissables. En effet, dans les régions où elles étaient peut-être mal reçues, la recherche de modes d'évaluation plus pratiques a pu provoquer rapidement l'apparition de décomptes nouveaux, de conversions d'unités (dont l'explication constitue l'essentiel du contenu des trois chapitres qui suivent), mais qui les respectaient intégralement. Celles-ci ont d'autant plus facilement supplanté le « système carolingien » que ce dernier présentait des difficultés internes : tout d'abord, il comportait trois mesures différentes ; de plus, l'acre et le jugère carolingiens n'entraient que difficilement en rapport avec le jugère antique quant à leur divisibilité – le rôle de liaison étant dévolu au Joch impérial. Cependant ce « système carolingien » s'est maintenu de manière sous-jacente partout en Occident.

Tendanciellement, on retrouve la forme jugère carolingien (*biolca*, etc.) sur les terres déjà arpentées dans l'Antiquité et cultivées peut-être en continu, mais surtout reconquises au temps de Justinien : Nord de l'Italie et Sud de la France, par exemple. L'acre se rencontre plutôt dans les régions où l'agriculture a dû être profondément réorganisée à (peu avant ?) l'époque carolingienne : France, moitié Nord ; Allemagnes, moitié Sud ; et le Joch impérial mesure les terres des conquêtes postérieures, qu'il s'agisse de pays nouveaux ouverts à la colonisation (dans le cas de la « Ostsiedlung ») ou de gains sur les terrains incultes.

C'est encore cet échelonnement dans le temps qui expliquerait la présence de plusieurs mesures agraires dans la même région, parfois autour de la même localité, phénomène souvent constaté. Cela signale premièrement que certains terroirs se sont développés par étapes, à cause des besoins d'une population croissante. Secondement, que certaines activités agricoles ne donnaient pas lieu à un arpentage avant l'époque carolingienne (et même parfois après, bien sûr), mais à d'autres modes d'évaluation, par exemple : nombre idoine de plants de vigne sur un parchet ; nombre de têtes de bétail qu'un pâturage pouvait nourrir. Enfin, cela montre qu'une terre une fois arpentée restait souvent inscrite sous son unité d'origine, en dépit des injonctions unificatrices des États des Temps modernes (cf. chap. 08, 09, 10).

On verra encore (chap. 06 et 07) à l'appui de cette description d'une métrologie agraire « carolingienne » que les allocations de terres dans un but fiscal se décomptent exclusivement et séparément au moyen des trois unités ici définies et de leurs conversions : le manse « roman », en jugères ou en acres ; la Hufe et le hide des pays germaniques, en Joche impériaux.

02.4. Point métrologique

La métrologie agraire carolingienne est fondée sur les mesures byzantines de la coudée, du pied et de l'empan – connues sous d'autres noms. Celles-ci étaient issues de la réforme remontant à la période hellénistique, décrite par Didyme et par Héron, les ayant portées aux 16/15 des unités utilisées à Rome.

Unité de mesure linéaire	Fraction du pied romain	Valeur métrologique
Pied agraire carolingien, type : pied de Leyde, du Rhinland	16/15	0,313 876 5 m
Coudée agraire carolingienne, type : pied Liprand de Pavie	8/5	0,470 814 75 m
Empan carolingien, type : ancien <i>palm</i> de l'escat du Toulousain*	4/5	0,235 407 4 m

*Guilhiermoz, 1913 : 297-298 et 302-303.

La perche agraire carolingienne se compose de 10 coudées dites pieds Liprand, soit de 15 pieds ou encore de 20 empan byzantins, ce qui équivaut dans tous les cas à 16 pieds romains, et sa valeur métrologique est de 4,708 147 5 m.

Les unités de mesure agraire superficielles sont le jugère (carolingien), l'acre (carolingienne) et le Joch impérial (carolingien). Le tableau ci-dessous les place à la suite des unités plus anciennes pour établir leurs relations. Il en donne la composition et l'équivalent métrique.

Nom	Dès le	Composition	Pi ² carol.	Pi ² romains	Équivalent m ²
Jugère romain antique	IV ^e s. av. J.-C. ?	2 × 12 × 12 perches de 10 pieds		28 800	2 493,748 m ²
Ansange mérovingienne	VII ^e s.	4 × 40 perches de 10 pieds		16 000	1 385,415 6 m ²
Jugère carolingien	VIII ^e s.	2 × 8 × 8 perches de 15/ de 16 pieds**	28 800	32 768	2 837,331 5 m ²
Acre carolingienne	VIII ^e s.	4 × 40 perches de 15/ de 16 pieds	36 000	40 960	3 546,664 4 m ²
Joch impérial carolingien	IX ^e s.	6 × 30 perches de 15/ de 16 pieds	40 500	46 080	3 989,997 3 m ²

**Autres compositions pour les mêmes 28 800 pi² carolingiens/byzantins :
 en forme de jugère antique : 2 × 12 × 12 perches de 10 pieds
 ou encore de forme *castrense* : 4 × 8 × 9 perches de 10 pieds

03.0. Premières conversions de l'acre et du jugère carolingiens

Ce qu'on a lu jusqu'ici se trouve (de manière éparse, voire contradictoire) chez les auteurs mis à contribution. En revanche, ce chapitre 03 et les deux suivants présentent et se proposent de démontrer quelques hypothèses à ma connaissance nouvelles, expliquant diverses conversions des trois unités de mesure agraires dites ici carolingiennes, l'acre, le jugère et le Joch impérial. Ces conversions ont reçu dans le cours des temps d'innombrables dénominations. On songe aux vocables provenant des mesures de capacité, tel le setier ; à ceux que l'on relie au temps de travail, comme le journal, etc. Mais se fier à cette observation « lexicale » ou à une approche « concrète » (les mesures s'appuieraient sur la pratique agricole et se seraient « géométrisées » par la suite) conduit à plus d'un mécompte, dans les deux sens du terme.

Les raisons pour lesquelles ces mesures ont été reconverties en d'autres couples pied/perche en maint endroit sont sans doute multiples. Elles ne sont pas d'ordre agronomique, puisque les mesures conservent exactement leur superficie. Cependant, en considération de leur utilisation *après conversion* dans les attributions de grandes étendues de terres (le manse, la Hufe, le hide, chap. 06 et 07), certaines semblent bien dater du IX^e siècle déjà. De ce point de vue, la principale raison d'être des conversions d'unités de mesure agraires réside dans la recherche d'un mode de calcul pratique en vue d'instaurer un système de perception fiscale fondé sur les allocations de terre arable – en opérant un retour à certaines conceptions romaines.

La question de savoir quelles instances de la culture, quels centres d'enseignement de la géométrie et des mathématiques, et quel stade atteint dans ces études, ont permis ces transformations ; et aussi de comprendre quelles autorités ont été en mesure de les imposer : cette question, ici, reste ouverte. De nombreux ouvrages d'histoire des mathématiques attestent des capacités des savants de différentes époques ; mais le calcul, les comptes, étaient fondés sur des notions empiriques éloignées de leurs préoccupations. De même, le cheminement des connaissances en géométrie laisse souvent de côté les notions les plus simples utiles à l'arpentage, activité sans doute peu valorisée (Gautier Dalché et Querrien,

2015). Pourtant, une littérature technique assez vaste s'est aussi constituée (Portet, 2006, 1998 *et alibi* ; Halleux, 2009 : 56 *sqq.* ; Halleux et Bernès, 1995 : 49-67).

Quant au rôle des pouvoirs, il est particulièrement difficile à cerner durant la période qui va s'ouvrir avec le partage de l'Empire carolingien et la très lente et hésitante reconstruction étatique qui suivra ; mais paradoxalement, ce rôle est attesté en creux dans les unités de mesure agraires – transformées et cependant maintenues.

Cette partie (chap. 03, 04, 05) traite de reconversions survenues dans les Allemagnes, dans la moitié nord de la France et en Angleterre, à l'exclusion de ce qui s'est produit ailleurs dans les îles Britanniques, dans le Midi français et en Italie, et qui fera l'objet d'autres présentations (chap. 08, 10 et 11).

L'essentiel était encore d'observer que, au cours de cette mutation, les unités de mesure agraires n'avaient pas varié – pour rester légitimes, sans doute – et que, si elles avaient trouvé une nouvelle expression, la conversion de l'une en l'autre était de l'ordre du calcul.

Peut-être n'est-il pas inutile de rappeler que, dans la ligne de cet essai, les calculs attribués aux époques considérées en restent aux quatre opérations sur des entiers ou des fractions, et que leurs transcriptions « décimales » pour en exprimer les résultats en termes métriques ne sont que des accommodements.

03.1. De l'acre au journal : le pied « néo-romain »

L'acre carolingienne ayant en beaucoup de lieux disparu dans sa définition première (en 4×40 perches de 15 pieds carolingiens soit/ou de 16 pieds romains, ce qui égale 36 000 pieds carrés carolingiens ou 40 960 pieds carrés romains), j'ai cherché sa conversion dans l'examen d'unités de mesure qui ont conservé sa superficie, en prenant pour exemples celles qui approchent ses quelque 3 500 m², mesures répandues dans la moitié Nord de la France et dans les pays germaniques limitrophes, de 40 000 pieds carrés de type romain – mais, nous allons le voir : *néo-romain*. Guilhiermoz (1913 : 300, puis 305 *sqq.*) voit dans cette unité souvent nommée journal en français les bases d'un « système métrique franc ». Celui-ci serait plutôt fondé sur le pied romain antique et remonterait au début de la période mérovingienne. Cependant, je ne suivrai pas cet excellent auteur dans la conjecture d'un « système métrique franc » où j'aperçois un petit bout de cocarde. À l'inverse, je considère que le journal de 40 000 pieds carrés est postérieur à l'acre carolingienne.

Mesure au carré

Il faut admettre une différence dans la conception de la mesure agraire type, par rapport à l'acre, puisqu'avec le journal, nous voyons se bâtir une unité construite au carré. Cela ne signifie évidemment pas que la forme des champs ait changé tout à coup ! Il s'agit d'une mise au carré facilitant le calcul – qui est d'ailleurs loin d'avoir emporté une adhésion universelle. Prenons l'exemple du journal de Metz de 40 000 pi², qui est l'un des « systèmes fondamentaux » définis par Peltre (ci-dessus 02.3. *Bilan*). De telles mesures étaient souvent données, peu avant leur conversion au système métrique décimal (p. ex. Doursther, 1840 : s. v. ; Petillon dans Charbonnier *et al.*, 2012), pour 100 perches carrées de 20 pieds de côté (ou pour 400 perches de 10 pieds de côté) au « pied de 11 pouces de roi » évalué à la fin à 0,297 769 4 m, ce qui leur attribue une superficie de 3 546,664 6 m². Or, l'acre carolingienne couvrirait théoriquement (par induction) cette superficie : je postule l'identité de ces mesures. Cependant, le problème de la conversion de l'acre de 36 000 pieds carrés *carolingiens* soit de 40 960 pi² *romains* en une unité de 40 000 pieds carrés *nouveaux* est ardu, si l'on veut arriver

à une possibilité pratique. En effet, les trois comptes en présence sont bien différents, et l'acre ne peut se figurer en un carré. Les considérations qui suivent sont au départ hypothétiques, mais on parvient à la fin à expliquer le choix et le calcul, à l'époque considérée, de la mesure de 40 000 pieds carrés.

Calcul

Selon nos conceptions contemporaines, pour une même superficie : au pied nouveau, $\sqrt{40\,000}$, soit les 200 pieds du côté du journal, équivalent à $\sqrt{40\,960}$, soit $\sim 202,385\,77$ pieds romains. Le pied du journal est donc plus long, dans cette proportion, que le pied romain antique : $0,294\,259\,2 \times 202,385\,77 \div 200 = 0,297\,769\,4$ m, le pied du journal. Ou bien : la perche carolingienne de 16×16 pieds romains soit 256 pi^2 , contenue 160 fois dans l'acre, équivaut à 250 pi^2 du journal puisque $40\,000 \div 160 = 250$; or $\sqrt{250} \approx 15,811\,388$ pieds du journal pour 16 pieds romains ; et $0,294\,259\,2 \times 16 \div 15,811\,388 = 0,297\,769\,4$ m, le pied du journal.

Plutôt que par la proportion des racines carrées, on peut passer par la racine carrée de la proportion : les superficies sont dans un rapport de $40\,960 \div 40\,000 = 1,024$ – d'où le pied du journal mesure un pied romain $\times \sqrt{1,024} =$ même résultat. En posant l'opération au pied carolingien, ce qui va s'avérer porteur : $36\,000$ (pieds² carolingiens) $\div 40\,000$ (pieds² du journal) = $9/10$ quant à l'expression de la superficie. Il s'ensuit que $\sqrt{9/10}$ détermine le rapport entre pieds linéaires : le pied carolingien de $0,313\,876\,5$ m $\times 0,948\,683\,2$ (la racine carrée de $9/10$) = $0,297\,769\,4$ m, le pied du journal.

Ces calculs, et d'autres possibles, donnent tous ce même pied *nouveau* à la dimension du dernier « pied de 11 pouces de roi » (le pied de roi du XVIII^e siècle rapporté au mètre soit $0,324\,839\,4$ m $\times 11/12 = 0,297\,769\,4$ m), et c'est intentionnel. Il faudra naturellement que le chemin des conversions soit parcouru en entier pour justifier pleinement l'identité proposée ici entre le pied nouveau issu de la reconversion de l'acre et le pied dit « de 11 pouces de roi ». La dimension de ce pied ne doit pas être considérée comme un allongement accidentel du pied romain – de plus de 3 mm, de quelque 0,294 m à près de 0,298 m – qui dépasserait ce qui est plausible. Elle est bien fondée sur l'existence de ce pied nouveau, qui est une création médiévale originale, et je l'identifie sans hésiter avec celui que Guilhiermoz appelle « pied

néo-romain ». Alors que cet auteur ne donne pas de raison péremptoire à son existence, je conclus que ce pied est issu de la reconversion de l'acre (et des autres mesures agraires carolingiennes). On note que ce sont les opérations elles-mêmes, telles que nous pouvons les concevoir, qui induisent cette identité – qui n'est aucunement un artifice : ma tâche est alors de montrer comment ce résultat a pu être atteint au IX^e siècle déjà, peut-être, et dans quel but.

Il est évident, et l'on aura souvent à en découdre avec ce fait, que la confusion entre pied romain et pied néo-romain ne pouvait pas ne pas surgir : leurs dimensions étaient trop proches. Et en effet il a existé un grand nombre de mesures de 40 000 pieds carrés, moins étendues que le journal de Metz que l'on peut prendre comme exemple de la reconversion de l'acre. Ainsi, un arpent de Bar-le-Duc, pourtant très proche, construit sur un pied de type romain évalué en dernier lieu à 0,294 4 m, mesurait 3 466,854 m², soit 80 m² de moins. Les Juchart(en) d'Augsbourg, de Munich, de Berne, etc., avaient la même composition en 40 000 pieds carrés, sur des pieds du même type un peu plus courts, qui donnent des superficies comprises entre 3 440 et 3 410 m² (Doursther, 1840 : s. v.).

Datation

C'est peut-être dans le *Polyptyque de Saint-Rémi de Reims* (Guérard, 1853 : xxxvii), du milieu du IX^e siècle, que l'on trouve la première attestation d'une mesure qui, selon cette interprétation, répondait déjà à la composition du journal : il y est question de *mappae* réelles, de contenances variées, mais aussi de 4 × 40 perches, ansanges communes, ou de 6 × 60 perches, qui sont une autre expression de l'acre carolingienne (cf. ci-dessous *Le journal de Bourgogne*). Il y a enfin une unité de 4 × 100 perches, c'est-à-dire, sans doute, de 40 000 pieds carrés. Cette nouveauté n'est pas seulement à associer aux *Langstreifen* de la *Gewannflur* [les champs allongés de l'organisation agraire dite open-field] (Schlesinger, 1987 (a) : 597) : il s'agit sans doute d'une unité de mesure agraire nouvelle, le journal de 40 000 pieds carrés néo-romains. Son existence à cette époque sera encore mieux démontrée et confirmée par son utilisation dans le décompte des grandes allocations de terres, tel le manse composé d'un certain nombre de bonniers, eux-mêmes multiples du journal (chap. 06).

03.2. De l'acre à l'arpent de Paris : le pied « néo-drusien »

Guilhiermoz affirme à plusieurs reprises que le pied de roi appartient au type de 18 doigts (pied drusien) (1913 : 283, 289 ; 1919 : 17). C'est ce qu'écrivait déjà Agricola au XVI^e siècle (1550 : 247 *sq.*). Ces observations s'accordent bien avec l'utilisation d'un pied de ce type dans la composition de l'arpent de Paris (10 × 10 perches de 18 pieds de roi = 32 400 pieds carrés), sous la figure duquel se cache une autre conversion de l'acre carolingienne.

Calcul

Ce pied peut aussi se calculer à partir du rapport numérique entre 32 400 et 36 000 pieds carrés, c'est-à-dire $36\,000 \times 9/10 = 32\,400$ quant au nombre de pieds carrés, et $1 \times \sqrt{10/9}$ quant au pied linéaire, ce qui donne : $0,313\,876\,5$ (le pied carolingien) $\times 1,054\,092\,5$ (la racine carrée de $10/9$) = $0,330\,854\,8$ m, le pied de l'arpent de Paris originel. Ce résultat est à comparer avec celui que donnerait l'agrandissement du pied romain de 16 doigts, valeur métrologique, à ses $9/8$: $0,294\,259\,2 \times 9/8 = 0,331\,041\,6$ m. S'il fallait encore rechercher la mesure du pied de l'arpent de Paris originel en fonction du pied romain antique de 16 doigts, je poserais : 16 (le pied antique) $\times 16/15$ (le pied carolingien) $\times \sqrt{10/9} = \sim 17,989\,845$ doigts, la mesure recherchée, plutôt que 18 doigts.

Le pied originel de l'arpent de Paris, qui est bien, avec le pied néo-romain, l'un des pieds des premières reconversions de l'acre – et aussi des autres unités de mesure agraire carolingiennes (03.4, 04.3) –, n'est donc pas mathématiquement un pied de 18 doigts. Cela m'amène à conclure que ce pied nouveau n'est pas non plus, historiquement, le pied de Tongres de 18 doigts signalé par l'arpenteur Hygin. C'est une mesure particulière que j'appelle pour cette raison pied « néo-drusien » – par analogie avec l'idée qu'il soit, comme le pied néo-romain, une mesure de reconversion de l'acre carolingienne. Cette proposition, à ma connaissance nouvelle, de déceler, dans la reconversion d'une unité de mesure agraire carolingienne, un pied qui ne peut être que le premier état du pied de roi, est développée ci-dessous.

03.3. Symétrie des conversions de l'acre

Comparons les deux conversions de l'acre avancées jusqu'ici : le journal de 40 000 pi² néo-romains [désormais :pi² pour pied carré / pieds carrés] et l'arpent de 32 400 pi² néo-drusiens. Elles présentent une symétrie frappante et intéressante :

acre de 36 000 pi² carolingiens $\times 10/9 =$ journal de 40 000 pi² néo-romains ;

acre de 36 000 pi² carolingiens $\times 9/10 =$ arpent de 32 400 pi² néo-drusiens ;

pied carolingien $\times \sqrt{9/10} =$ pied néo-romain ;

pied carolingien $\times \sqrt{10/9} =$ pied néo-drusien.

Et $\sqrt{9/10} \div \sqrt{10/9} = 9/10$; tout comme $\sqrt{10/9} \div \sqrt{9/10} = 10/9$.

Tel est le rapport qu'entretiennent pied néo-romain et pied néo-drusien : 10 pour 9.

La reconversion de l'acre a donc nécessité l'invention de mesures entièrement nouvelles de pieds de façon à ce que ceux-ci, tout en retrouvant des dimensions proches des pieds familiers, romain et drusien, permettent des compositions de mesures agraires reproduisant avec exactitude la superficie de l'acre et, de plus, amènent celle-ci à un carré propice au calcul.

Ajustement

Apparaît alors ce rapport pratique et clair : le pied néo-drusien et le pied néo-romain sont dans un rapport 10/9 – alors que le pied drusien de 18 doigts et le pied romain antique de 16 doigts étaient dans un rapport 9/8. Je complète ici l'interprétation de Guilhiermoz qui voyait dans l'usage du pied de 18 doigts une affaire de vogue, avec l'introduction de la livre de 18 onces par les marchands italiens en Champagne ; et dans l'établissement du rapport 10/9 plutôt que 9/8 entre pieds, un mode plus pratique de calcul. Son rapprochement avec l'usage de l'aune de Provins de 2 ½ pieds du type de 18 doigts est plus convaincant, et ses observations sur le cheminement de ces mesures à partir d'Italie, par Gênes et Montpellier, le sont tout autant (1913 : 288 *sqq.* ; 1919 : 17 *sqq.*). Mais encore une fois, c'est le pied néo-drusien qui parvient ici à Paris, choisi comme premier pied de roi.

Guilhiermoz propose une approximation de ce rapport (1913 : 289) par un raisonnement qui est le suivant : $18 \text{ (doigts)} \times 8/9 = 16 \text{ (doigts)}$, le pied romain antique ; alors que $18 \times 9/10 = 16,2 \text{ doigts}$, le pied néo-romain ; et $16,2/16 = 81/80$. Ainsi le *palmo architetonico* de Rome, mesuré en 1810 à 99,042 lignes de roi, lui donnait ($\times 4/3$) un pied de 132,056 lignes, soit $\sim 0,297\ 895\ 8 \text{ m}$, pied qui, valant selon lui $9/10$ d'un pied de 18 doigts, établissait celui-ci à $\sim 0,330\ 995\ 3 \text{ m}$. En prenant alors $8/9$ de cette dimension, il pensa atteindre la valeur la mieux assurée du pied romain tardo-antique qu'il fixa ainsi à $0,294\ 218 \text{ m}$. Mais ces rapports tout à fait pratiques n'expliquent pas l'origine du pied néo-romain et du pied néo-drusien ni leur véritable dimension métrologique, qui sont à rechercher dans la reconversion de l'acre. Sur ce point en particulier, c'est l'idée d'un « système métrique franc » original (1913 : 305 *sqq.*), fondé sur le pied romain antique, avec le journal de 40 000 pieds carrés, qui égara un peu le grand savant qu'était Guilhiermoz. Aussi écarta-t-il le fait que la perche de Paris, de 18 pieds de roi, contenait *ipso facto*, à l'origine, 20 pieds néo-romains. Il préféra écrire qu'elle contenait 20 pieds romains antiques (de son « système franc ») et que son ajustement avait entraîné une réduction du pied de roi. La question du pied de roi et de son histoire sera reprise plus loin (chap. 09).

En pratique

On doit se demander si des ajustements de mesures aussi compliqués sont concevables dans le contexte du IX^e siècle où je les situe. De là se pose la question de savoir si l'on pouvait calculer, à l'époque considérée, la racine carrée d'un nombre qui ne soit pas un carré parfait. Il semble que l'approximation de telles racines carrées ait été un mode de résolution courant, mais aussi qu'une formule de recherche par approches successives, attribuée à Héron d'Alexandrie, connue donc depuis l'Antiquité, ait été parfois employée. Il existe encore d'autres formules, en usage au Moyen Âge (cf. p. ex. Hodgson, 2006 ; De Siebenthal, 2003 ; L'Huillier, 1990 ; Taton, 1969, etc.).

Le problème qui se pose dans le cas de la reconversion de l'acre peut être vu comme le suivant : la perche utilisée, de 16 pieds romains à l'origine (ou de 15 pieds carolingiens), forme, portée au carré, une aire de 256 pi^2 romains (225 pi^2 carol.), comptée 160 fois dans

l'acre de 4×40 perches. La décision de créer une mesure de 40 000 pieds carrés fait que sa division par 160 donne 250 pieds carrés identifiés comme néo-romains. Mais 250 n'est pas un carré parfait et l'on peut utiliser la formule de Héron pour approcher sa racine carrée :

Soit le nombre A dont on recherche la racine carrée et

a_1 une première approximation de celle-ci, faite de tête ;

une seconde approximation a_2 , plus fine, est donnée par la formule

$a_2 = 1/2 (a_1 + A/a_1)$; une troisième, par $a_3 = 1/2 (a_2 + A/a_2)$, etc.

Ainsi, dans le cas qui nous occupe, posons : $A = 250$; et $a_1 = 16$. D'où :

$$a_2 = 1/2 (16 + 250/16) = 1/2 (506/16) = 253/16$$

Ainsi $15^{13/16}$ pieds néo-romains (soit $253/16$) égalent 16 pieds romains (soit $256/16$).

Or, si la perche de 16 pieds romains, d'après ce premier calcul, se divise dès lors en $15^{13/16}$ pieds néo-romains, une perche de 16 pieds néo-romains sera *grosso modo* plus longue dans une proportion inversée de $256/253$. Et pour simplifier et résoudre pratiquement le problème : il serait tout à fait possible à un artisan d'ajouter trois doigts à la perche de 16 pieds romains et de la rediviser en 16 pieds néo-romains.

Le calcul parallèle du pied néo-drusien aboutit dès sa première approximation à un résultat assez satisfaisant : $32\ 400 \div 160 = 202 \frac{1}{2}$ dont la racine carrée a_2 est $1/2 \times (15 + 202 \frac{1}{2} / 15) = 4\ 275 \div 300 = 14 \frac{1}{4}$ pieds néo-drusiens pour 15 pieds carolingiens, rapport facilement mesurable. Si l'on en restait là (et ce serait utilisable en pratique), une petite inexactitude subsisterait dans le rapport 10/9 recherché : $14 \frac{1}{4}$ pieds néo-drusiens $\times 10/9 = 15^{5/6}$ et non $15^{13/16}$ pieds néo-romains atteints par le calcul ci-haut, soit un écart de $15^{40/48}$ à $15^{39/48}$ pieds néo-romains pour 16 pieds romains à la perche.

Revenant aux deux pieds de type romain, on peut aussi rechercher la racine carrée du rapport entre 40 960 et 40 000 pieds carrés de la mesure par celui de 256 à 250 pieds carrés des deux perches, en établissant une « moyenne » arithmétique, une valeur « entre deux » : $256/253 + 253/250 \div 2 = 128\ 009 / 126\ 500$, fraction complexe qui, décimalisée, égale 1,011 928 8,

résultat aussi précis (dans ce cas) que celui d'une calculette pour $\sqrt{256/250}$ soit $\sqrt{1,024}$. En pratique, ici, le pied néo-romain, respectivement une perche de 16 de ces pieds, se trouverait mesurer entre 256/253 et 253/250 du pied romain, respectivement d'une perche de 16 de ces pieds, ce qui est parfaitement concevable, d'une précision quasi absolue, et techniquement réalisable.

Des calculs du même ordre sont envisageables à partir des rapports dégagés : le pied néo-romain égale le pied carolingien multiplié par $\sqrt{225/250}$, soit $\sqrt{9/10}$. Avec une « moyenne » approximative, $\sqrt{9/10} = 95/100 + 90/95 \div 2 = 721/760$, qu'il serait loisible d'arrondir à 720/760, soit 18/19, rapport admissible entre ces deux pieds (et résultat atteint à la deuxième itération de la formule de Héron). Ou bien : l'acre renfermant 36 000 pi² carolingiens, c'est la racine carrée de 360, son centième, qui aurait été l'exact équivalent de 20 pieds néo-romains ou de 18 pieds néo-drusiens. Cette racine carrée approchée en a_2 par notre formule donne $18^{37/38}$. On comprend d'autant mieux que ce nombre ait pu être arrondi à 19 que l'on saisit sans même la calculer que la racine carrée a_3 en serait encore plus proche. De plus, l'approximation tout à fait pragmatique de la racine carrée peut consister à « arranger » le nombre de départ : ici, à lui ajouter un pied carré car $\sqrt{361} = 19$. C'est à partir de telles considérations qu'une autre résolution pratique du problème semble s'être dessinée, pour un ajustement qui engageait les trois pieds à considérer : carolingien, néo-romain et néo-drusien.

Ainsi, à l'échelonnement des trois pieds antérieurs de 16, $17^{1/15}$ et 18 doigts succède celui que l'on peut tirer de la composition des nouvelles unités : les pieds néo-romain, carolingien et néo-drusien sont placés réciproquement dans des rapports de 18 à 19 et de 19 à 20, et nous avons bien, en doigts approximés selon la formule de Guilhaumez : $16^{2/10} \times 19/18 = 17^{1/10}$; et $17^{1/10} \times 20/19 = 18$. Cela conférerait $17^{1/10}$ doigts plutôt que $17^{1/15}$ au pied carolingien. Cette différence assez forte est tout de même négligeable car, dans les régions où le pied néo-drusien et le pied néo-romain ont été instaurés, le pied carolingien était destiné à disparaître. La perche de $18 \times 18 = 324$ pi² néo-drusiens, le centième de l'arpent de Paris, et celle, égale par définition, de $20 \times 20 = 400$ pi² néo-romains, le centième du journal, équivalent pour ce compte à $19 \times 19 = 361$ pi² carolingiens plutôt que 360, le centième de l'acre. Donc le rapport dégagé ici n'est pas exact, mais cette proportion a bien été utilisée : on rencontre parfois des

unités cachant une composition en 361 perches carrées (10.2), ou bien des unités au carré de 10 perches de 19 pieds de côté (09.3), dont l'existence pourrait militer en faveur de cette résolution – ou de celle présentée ci-dessous.

Le journal de Bourgogne

Cette unité bien attestée (Clade, 1990 ; Clade et Chapuis, 1995) semble être fondée sur un calcul du même genre : selon Guilhiermoz qui a bien souvent raison (1913 : 299), elle utilisait une perche de 9 ½ pieds de Bourgogne pour remplacer 10 pieds carolingiens. En effet l'ancien pied de Bourgogne était celui dont 2 ½ composaient l'aune de Provins – pied néo-drusien à l'égal du premier pied de roi selon ma proposition (ci-dessus et 09.2), converti en métrique pour 0,331 2 m. La perche de 9 ½ pieds de Bourgogne mesurait ainsi 3,146 400 m. Ce n'est que décomptée au pied de roi du XVIII^e siècle qu'elle en vint à mesurer 3,085 974 m (p. ex. Doursther, 1840 : s. v.). La dimension de l'ancien pied de Besançon converti (0,314 740 m) résultait probablement d'une redivision par 10 de la perche de 9 ½ pieds car le maintien du pied originel carolingien est douteux. L'essentiel visé semble avoir été la conservation de la forme acre : le journal de Bourgogne, qui renfermait 360 de ces perches de 9 ½ pieds néo-drusiens cachant 10 pieds carolingiens, était figuré en 6 × 60 perches soit en 60 × 600 pieds, aussi bien dire en 4 × 40 perches carolingiennes de 15 pieds, composition originelle de l'acre.

Si l'on compare cette conversion pratique de l'acre carolingienne en journal de Bourgogne et de Franche-Comté avec celle qui a créé l'arpent de Paris, purement métrologique, on voit que 360 perches au carré de 9 ½ pieds égalent 32 490 pieds carrés, dans un cas, pour 32 400 des mêmes pieds carrés néo-drusiens, dans l'autre. Le journal de Bourgogne était réputé couvrir, au moment des conversions dans le système métrique, entre 3 560 et 3 564 m², ce qui le situe en effet un peu au-dessus de l'acre convertie en journal ou du premier arpent de Paris (~ 3 546 m²).

Par ailleurs on trouve en Bourgogne un « petit journal » de 240 perches carrées, mesure artificielle aux deux tiers, et une autre qui l'est encore plus : le « grand journal » de 440 perches carrées établi pour la forêt et très peu utilisé (Clade et Chapuis, 2006 : 62). Car cette unité est visiblement le calque de l'arpent « ordinaire » de 10 × 10 perches de 20 pieds de roi soit 200 ×

200 pieds, lui-même invention déroutante par substitution de pieds (09.3). Voici comment : 440 perches carrées ne donnent aucune forme et camouflent sans doute 441 perches carrées, ce qui est le carré de 21 ; à la perche $9 \frac{1}{2}$ pieds, cela fait un côté de $199 \frac{1}{2}$ (pour 200) pieds de Bourgogne qui sont, rappelons-le des pieds néo-drusiens à l'instar du premier pied de roi.

Bilan

La conversion de l'acre de 36 000 pieds carrés carolingiens en journal de 40 000 pieds carrés néo-romains et/ou en arpent de 32 400 pieds carrés néo-drusiens se vérifie au moyen de calculs accessibles ; le cas particulier du journal de Bourgogne entre dans cette logique. L'existence pérenne de ces unités déduites, mais aussi de l'acre non convertie, dans la moitié Nord de la France, aux Pays-Bas, en Belgique, en Suisse, dans l'Allemagne méridionale et en Autriche, appuie l'hypothèse générale du maintien strict d'un système de mesures agraires carolingien, dont l'acre, sous la forme de reconversions calculées. D'ailleurs les calculs présentés ci-dessus s'appliqueront aussi bien à la conversion des autres unités de mesure agraires carolingiennes, jugère et Joch impérial. Il faut encore observer que c'est la création de ce journal et de cet arpent qui suscite l'apparition de perches de 18 et de 20 pieds (et accessoirement de 19 ou de $9 \frac{1}{2}$), qui ne peuvent se concevoir qu'à partir des rapports expliqués ci-haut.

Aucun auteur, à ma connaissance, ne met en relation le pied carolingien/ byzantin avec le pied néo-romain à partir du décompte de l'acre et de celui du journal. Le débat se limite souvent à la question de la véritable dimension du pied romain dans l'Antiquité et de la dérive de cette unité – qui eut bien lieu, mais là n'est pas la question : c'est le décompte de la mesure agraire qui gouverne cette distinction. Quant au pied néo-romain, le *piede romano moderno*, qui est celui à déduire de la table gravée sur l'ordre de Peto à Rome au XVI^e siècle (01.1) – et qui fut connu des architectes, des mathématiciens, des astronomes, bien au-delà de l'Italie –, il est en général considéré comme un pied romain rectifié. Stecchini (v. 1960 : n. p., en ligne) procède autrement, armé d'une vaste érudition, selon sa méthode consistant à déduire les unités de longueur des unités de contenance ou de masse, en démontrant (l'idée est classique) que le pied néo-romain est l'arête d'un cube contenant en eau l'équivalent de 80 livres romaines d'un

poids rectifié (le conge Farnèse). Il identifie également ce pied avec celui de Peto, tout comme le fait Guilhiermoz, et il insiste sur l'idée qu'il était déjà le pied « scientifique », « géométrique », du Moyen Âge. Il est remarquable que Stecchini parvienne à 0,297 761 m, dimension identique à quelques microns près à celle du pied de 11 pouces de roi (0,297 769 4 m), alors que Guilhiermoz, en choisissant la valeur reprise en 1810 du *palmo* de la table de Peto, donne 0,297 895 8 m, ce qui est encore très proche. La différence, d'ailleurs, n'est qu'accidentelle (09.2) ; et on peut en admettre d'autres, tout aussi ténues en pratique : Fernie (1990, réimpr. 1995 : 371) attribue $\sim 0,297\ 600$ m au pied néo-romain d'après ses analyses croisées de Philandrier et de Peto.

Il faudra consacrer un chapitre (09, qu'on peut lire à la suite de celui-ci) aux mesures royales françaises et aux avatars du pied de roi : celui-ci a été créé comme néo-drusien, le compte de l'arpent de Paris et les conversions que nous venons de voir en témoignent ; mais il a été altéré, par deux fois, d'ailleurs, ce qui explique que l'arpent de Paris du XVIII^e siècle soit sensiblement moins étendu que l'acre carolingienne. Le « pied de roi 1 » fut en effet raccourci dès la fin du Moyen Âge, comme le montre l'ajustement entériné sous François I^{er}, ce qui créa un « pied de roi 2 » ; et il le fut encore sous Louis XIV, ce qui créa le « pied de roi 3 ».

Abandonné comme modèle du pied de roi, le pied néo-drusien s'est conservé ailleurs avec une bonne précision : tout d'abord, comme relevé ci-dessus, dans l'aune de Provins de 2 ½ pieds de cette sorte et qui fut convertie pour 367,05 lignes de roi ajustées à 0,828 m, soit 0,331 2 m pour ce pied qui est aussi le pied ancien de Bourgogne ; puis dans la canne de Montpellier de 8 empan soit 6 pieds dont la conversion de ses 881 lignes de roi, soit 1,987 385 4 m, donne (8 empan \times 4/3 =) 6 pieds à 0,331 230 9 m – c'est le modèle d'un grand nombre de cannes du Midi au sens le plus large.

On trouve ce pied néo-drusien en Italie : dans la *cannella* agraire de Gênes, à déduire pour 0,330 777 3 m ; dans la *canna mercantile* de Rome, à déduire pour 0,331 982 8 m (réf. cit. [Martini ; Doursther] ; et Guilhiermoz, 1919 : 17-20) — ces dimensions, d'une très grande proximité entre elles, mais un peu fortes, signalent que l'on a redressé ces unités à la mesure d'un pied de 18 doigts plus exact.

Pour la suite, je choisirai la valeur métrologique arrêtée à 0,330 854 8 m pour le pied néo-drusien ; et à 0,297 769 4 m pour le pied néo-romain. C'est au chapitre 09, qui retrace l'histoire du pied de roi, que se justifie encore sous un autre angle l'identification du pied néo-romain avec le pied de 11 pouces du « pied de roi 3 ». Et c'est en remontant de sa dimension au pied carolingien en utilisant mes calculs, soit $0,297\ 769\ 4 \div \sqrt{9/10} = 0,313\ 876\ 5$ m, que j'ai arrêté la dimension de ce dernier pied ; et aussi celle du pied romain tardo-antique qu'elle suppose, soit ses $15/16 = 0,294\ 259\ 2$ m – donc par rétroaction, si l'on veut. Or cette dernière dimension, et ce n'est nullement le fruit du hasard, est d'une proximité assez grande pour que l'on puisse parler de parfaite identité avec celles qui furent avancées par les métrologues depuis quatre siècles (01.1).

J'espère surtout avoir clairement démontré que les pieds néo-romain et néo-drusien ne sont pas des altérations ou aberrations de leurs quasi-homologues romain et drusien, mais qu'ils découlent mathématiquement du pied *carré* carolingien/ byzantin, dont leurs *carrés* couvrent 9/10 et 10/9, respectivement.

Encore une fois, ce n'est pas un document explicite émanant d'une autorité de l'époque invoquée qui atteste de la pertinence de la proposition ici avancée à propos du journal au pied néo-romain et de l'arpent de Paris au pied néo-drusien, mais la pérennité des unités de mesure examinées dans leur définition et dans leur évolution, calculées.

03.4. Jugère carolingien et ansange du Rhône au Rhin

L'examen des reconversions de ces deux unités permet de valider les propositions des sections précédentes. L'existence d'un jugère mesuré au pied byzantin/ carolingien est certaine : il est demeuré tel quel, ou converti, jusqu'au XIX^e siècle et au-delà, dans le bassin du Rhône (Reguin, 2007, 2012). Pour une autre région, Guilhiermoz (1913 : 297-298 et 300) a démontré que l'arpent de Toulouse et ceux de nombreuses villes et bastides étaient des reconversions d'un jugère ou plus souvent de son doublement, un *heredium*, arpentés à l'origine au pied carolingien (Reguin, 2016). La modélisation de Lavigne (2002, 2003) confirme de manière éclatante les calculs de Guilhiermoz. J'y reviendrai (chap. 10), car ces points nécessitent l'explication de modes de conversion utilisant cannes et empanns ou pieds manuels, qui ne sont d'ailleurs pas en contradiction avec les résultats présentés ci-dessous. De même, je renvoie l'éclaircissement de cette unité sous les espèces de la *biolca* de Modène et aussi des mesures de Florence (11.2). Quant à sa présence des Pays-Bas à l'Allemagne rhénane et à l'Autriche (02.3), et encore en Grande-Bretagne (en part. 08.1. Irlande), elle peut être attribuée à une influence byzantine étendue, autre que territoriale, ou à l'utilisation du rapport 5 (jugères) / 4 (acres) qui régit la taxation de la terre de meilleure qualité (10.0 ; Reguin, 2005, 2014).

Jugère et/ou ansange double

C'est la mention de mesures de 32 000 pieds carrés de type romain en Suisse, à Berne (Tuor, 1977 : 53), à Zurich et en général sur tout le Plateau suisse (Dubler, 1975 : 32), sous le nom de « Juchart » en terre alémanique, et de « pose » en terre romande ; et de divers journaux en France, dans le Barrois (Peltre, 1975 : 105) ; et encore de nombreuses rasières en Belgique, dans le Hainaut (Sivéry, 1977, vol. I : 57 *sqq.*), qui engage à proposer les conversions suivantes. En effet, le jugère de 28 800 pieds carrés carolingiens équivaut aux 4/5 de l'acre de 36 000 pi² et partant, aux 4/5 de sa reconversion en journal de 40 000 pi² néo-romains présentée ci-haut, soit 32 000 pi² néo-romains. Amener cette unité à ce nouveau compte suppose d'utiliser les mêmes calculs que pour l'acre : $28\,800 \div 32\,000 = 9/10$, rapport des expressions de la superficie, et $\sqrt{9/10}$ pour 1, rapport entre les pieds linéaires néo-romain et

carolingien. En effet, $\sqrt{9/10} \times$ le pied carolingien de 0,313 876 5 m = 0,297 796 4 m, le pied néo-romain (03.1). Il va de soi que $(0,313\ 876\ 5)^2 \times 28\ 800$ tout comme $(0,297\ 796\ 4)^2 \times 32\ 000 = 2\ 837,331\ 5\ \text{m}^2$, équivalent métrique de ce jugère.

Par ailleurs, cette unité de mesure recoupe dans certains cas, par hypothèse, l'expression d'une double ansange des temps mérovingiens (de 4×40 perches de 10 pieds soit 16 000 pieds carrés). Posons que deux ansanges accolées ont pu former une mesure effective de 32 000 pieds carrés également, mais romains antiques, ceux-là. Sa configuration idéale serait de 2 fois 4×40 perches de 10 pieds, soit 80×400 pieds romains qui valent, à 16 pour 15 pieds, 75×375 pieds carolingiens, soit $28\ 125\ \text{pi}^2$; ou autrement $5 \times 25 = 125$ perches carrées de 15×15 pieds carolingiens. L'équivalent métrique de la double ansange est de cette manière, en partant du pied romain : $(0,294\ 259\ 2)^2 \times 32\ 000$; et du pied carolingien : $(0,313\ 876\ 5)^2 \times 28\ 125$ – dans les deux cas, $\sim 2\ 770,831\ 5\ \text{m}^2$. C'est l'un des « système fondamentaux » définis par Peltre (1975), à Bar-le-Duc.

La double ansange est donc différente du jugère carolingien : celui-ci est un peu plus étendu (128 plutôt que 125 perches carrées carolingiennes). Il s'agit alors de démontrer que ces deux unités, la double ansange de 32 000 pieds carrés romains et le jugère carolingien reconverti en 32 000 pieds carrés néo-romains, ont existé et n'ont pas été entièrement confondues. Il faut observer également que le jugère carolingien converti en 32 000 pi^2 néo-romains ne peut ni conserver sa forme en deux *actus* ni se diviser en 128 perches. Il ne peut plus se présenter, logiquement, qu'en $5 \times 25 = 125$ perches carrées de 16 pieds de côté – et par le fait en $8 \times 40 = 320$ perches de 10 pieds ou en $4 \times 20 = 80$ perches de 20 pieds, mesures qui auront toutes la même configuration idéale de 1 en largeur pour 5 en profondeur – ce qui peut bien avoir conduit à leur confusion avec une ansange double de même forme. Encore faut-il, pour démontrer cette concomitance, rencontrer des unités qui, au contraire, établissent la distinction – les unes étant des reconversions exactes de la double ansange, les autres, du jugère carolingien. Or, celles de $32\ 000\ \text{pi}^2$ mentionnées plus haut peuvent recouvrir indistinctement les deux unités. Pourtant, quelques mesures repérées dans les mêmes régions ou plus loin nous assurent de l'existence de ce doublet. Une démonstration de ce fait peut s'appuyer sur le rapport corollaire à celui de 128 à 125 perches carrées relevé ci-dessus, mentionné en passant

quant à l'acre, mais non encore utilisé, de 128 à 125 entre les expressions d'une même superficie au pied romain et au pied néo-romain. Car on comprend que le pied romain multiplié par $\sqrt{128/125}$ donne un pied néo-romain : $0,294\ 259\ 2\ \text{m} \times \sqrt{1,024} = 0,297\ 769\ 4\ \text{m}$.

On emploie à Neuchâtel, fort proche de Berne, une unité nommée pose, de $32\ 768\ \text{pi}^2$ (Ramel, 1808 : 138 *sqq.*) qui sont donc exactement les $4/5$ des $40\ 960\ \text{pi}^2$ romains de l'acre carolingienne ; c'est bien un jugère de 128 perches carrées carolingiennes au compte du pied romain antique : $2 \times 8 \times 8$ perches de 16 pieds de côté ; ce serait ainsi l'équivalent ($128/125$) de $32\ 000$ pieds carrés néo-romains. Pictet (1986 : *passim*) démontre que la mesure de $40\ 000$ pieds carrés de type romain (le Juchart de Berne) fut imposée au XVII^e siècle à la limite entre Berne et Vaud, région qui connaissait plutôt l'unité de $32\ 000$ pieds carrés, indécidable entre jugère ou ansange double. Or à peu de distance, dans l'Emmental bernois, existe un Juchart de $31\ 250\ \text{pi}^2$ (Tuor, 1977 : 53), ce qui égale exactement $125/128$ de $32\ 000$ pieds carrés ; c'est donc plutôt une ansange double convertie au pied néo-romain.

Les mesures de $31\ 250$ pieds carrés côtoyant celles de $32\ 000$ et de $32\ 768$ pieds carrés se rencontrent ainsi à Neuchâtel, à Berne et Vaud, à Zurich et à Lucerne, donc pratiquement sur tout le Plateau suisse, mais aussi en France (cf. *infra*). Notons que le compte de $31\ 250$ pieds carrés empêche absolument une composition en perches (au carré de 10 pieds ou n'importe quelle autre perche usuelle) : on reconnaît ainsi l'ansange double reconvertie au fait qu'elle est arpentée au pas de $2\ \frac{1}{2}$ pieds, comme le Juchart de l'Emmental mentionné ou comme la coupée de Bresse (cf. *infra*). Ainsi une conversion pouvait appliquer strictement les proportions originales : répétons que l'unité de $32\ 768\ \text{pi}^2$ est mesurée au pied romain et vaut ($\times 125/128$) $32\ 000\ \text{pi}^2$ néo-romains – c'est un jugère carolingien – et que l'unité de $31\ 250\ \text{pi}^2$ est mesurée au pied néo-romain et vaut ($\times 128/125$) $32\ 000\ \text{pi}^2$ romains antiques – c'est une double ansange mérovingienne. Cette possible rocade semble démontrer son existence à côté du jugère carolingien même si, dans la plupart des cas, on s'est contenté de l'équivalence numérique de $32\ 000\ \text{pi}^2$, qu'ils soient romains ou néo-romains, confondant ces deux unités superficielles.

Il faut évoquer ici la possible conversion symétrique du jugère carolingien au pied néo-drusien. Considérant que ce jugère vaut $\frac{4}{5}$ de l'acre dont une reconversion donne l'arpent de Paris originel de 32 400 pieds carrés néo-drusiens (03.2), il est facile de se représenter une mesure de $25\,920\text{ pi}^2$, ses $\frac{4}{5}$ – ce qui est aussi, cela va de soi, $28\,800$ pieds carrés carolingiens $\times \frac{9}{10} = 25\,920$ pieds carrés néo-drusiens. Il en existe, évidemment : un Morgen à Wurzburg, sa mesure double à Ansbach, en Franconie ; plusieurs unités de mesure de Rhénanie, en Prusse même (Doursther, 1840 : *s. v.*) ; le journal de Maurienne (Savoie) (Charbonnier, 2006 : 313), notablement, mais avec une substitution tardive de pieds (cf. ci-dessous « coupées », et aussi 10.1. Lyonnais, Dauphiné, Savoie, Piémont) – cette difficulté sera aussi déjouée dans d'autres cas.

Quant aux mesures de $25\,600$ pieds carrés, nombreuses et qui en sont à coup sûr une mise au carré (la pose de Genève, diverses seytives autour de Belley, le journal commun de Savoie...), elles nécessitent en outre un tour de passe-passe pour être assimilées à celles-là. La démonstration de cette mise au carré de la mesure agraire est faisable en quelques étapes : $25\,920$ pieds carrés (comme en Maurienne) n'est pas un carré parfait ; on ajoute un pied à ce compte, et $\sqrt{25\,921} = 161$; on retranche alors un pied à cette mesure linéaire pour la rendre plus pratique, et $(160)^2 = 25\,600$ pieds carrés (comme à Belley). Il s'agit pourtant, sans doute, d'un genre de conversion plus tardif. Ainsi, dans le cas du Bugey et de la Savoie, celle-ci pourrait dater de l'occupation du pays par les troupes de François I^{er}. Car dans les régions savoyardes limitrophes occupées pas les Suisses dans les mêmes circonstances (Pays de Gex, Chablais), le compte de $32\,000$ pieds carrés à l'origine romains s'est maintenu, mais au pied de roi ou au pied de chambre de Savoie, substitués (Reguin, 2012b). Et en Maurienne, on en est resté ou revenu à l'ancien décompte au pied néo-drusien, soit $25\,920\text{ pi}^2$.

Nous pouvons encore conjecturer, puis découvrir la conversion de l'ansange double au pied néo-drusien selon la formule $28\,125$ (pieds carrés carolingiens) $\times \frac{9}{10} = 25\,312\frac{1}{2}$ (pieds carrés néo-drusiens). Aussi bizarre que ce compte paraisse, cette mesure existe au pied de roi : c'est, par exemple, le petit journal de Nantes (450 gaules de $7\frac{1}{2}$ pieds de côté = $25\,312\frac{1}{2}\text{ pi}^2$ de roi), ansange double exactement conservée pour avoir été calculée au « pied de roi 1 » qui est précisément le pied néo-drusien (03.2). Voyons-en maintenant quelques partitions.

Coupées

On décèle dans la Bresse et le Lyonnais des conversions parallèles de la double ansange, difficiles à reconnaître car elles se cachent sous des partitions nommées coupées – attribuées à la semence (Charbonnier, 2006 : 24 *sq* ; 234). Alors que celle de Bourg se présente en 1 000 pas carrés de 2 ½ pieds = 6 250 pieds carrés (de roi, qui devraient être des pieds néo-romains), elle vaut 1/5 de la double ansange de 31 250 pieds carrés ; la coupée de Thoissey (Ain) compte, elle, 234 ^{1/3} toises de roi, en fait 1 350 pas carrés du même genre, soit 8 437 ½ pieds carrés qui sont 1/3 de la mesure de 25 312 ½ pieds carrés néo-drusiens de la même unité (elle est donc juste dans son principe au pied de roi) ; jusqu'à l'« ancienne mesure » de Thisy (Rhône) qui se décompte en 1 125 pas carrés du même genre, soit 7 031 ¼ pieds carrés qui sont 1/4 de la même unité quand elle est décomptée en 28 125 pieds carrés carolingiens (ici également effacés au profit du pied de roi). Si l'on découvre 1/3, 1/4 et 1/5 de l'unité pour une coupée, c'est que les expressions numériques de la double ansange, selon qu'elles sont calculées au pied carolingien, néo-romain ou néo-drusien, n'offrent pas les mêmes possibilités de division. Et, enseignement d'une « méthode numérique » déjà noté : ce que ces conversions de la double ansange ont en commun, c'est l'impossibilité mathématique de les décompter en perches.

Les coupées du Mâconnais et plusieurs du Beaujolais semblent résulter d'une mutation arbitraire sans doute tardive de la double ansange en une unité de 30 000 pieds carrés de roi, mais toujours décomptée au pas de 2 ½ pieds : $30\,000 \div (2,5)^2 = 4\,800 \text{ pas}^2$. Ainsi autour de Mâcon, Juliéna, Beaujeu, on compte $600 \text{ pas}^2 = 3\,750 \text{ pi}^2 = 1/8$ de l'unité ; ou $1\,200 \text{ pas}^2 = 7\,500 \text{ pi}^2 = 1/4$; on rencontre aussi 1/3 de l'unité supputée ($1\,600 \text{ pas}^2 = 10\,000 \text{ pi}^2$ à Villefranche-sur-Saône), ou la moitié ($2\,400 \text{ pas}^2 = 15\,000 \text{ pi}^2$ à Tarare), etc. On peut dire que ces coupées conservaient le souvenir de l'ansange double décomptée au pas, alors que la plupart auraient pu l'être à la perche. Cf. cependant Guerreau (1998 : *passim*), pour une enquête radicalement différente, et sur d'autres unités de cette région.

Rocades sur quatre pieds

Récapitulons parallèlement les relations numériques entre les différentes versions et conversions du jugère carolingien et de l'ansange double :

Un jugère carolingien couvre	28 800 pi ² carolingiens
× (16/15) ² =	32 768 pi ² romains
× 10/9 =	32 000 pi ² néo-romains
× 9/10 =	25 920 pi ² néo-drusiens
Une double ansange couvre	28 125 pi ² carolingiens
× (16/15) ² =	32 000 pi ² romains
× 10/9 =	31 250 pi ² néo-romains
× 9/10 =	25 312 ½ pi ² néo-drusiens

Il faut ajouter à ces expressions exactes l'approximation tardive du jugère de 25 920 pi² néo-drusiens pour 25 600 pieds carrés de roi.

Ces différents décomptes, tous présents selon les tables de conversion au système métrique, en particulier dans une région Rhône-Alpes prise au sens large en incluant la Suisse romande, nous assurent de la compréhension et du respect, à différentes époques et sous différentes autorités, des rapports complexes mis au jour entre unités de longueur et entre unités de superficie.

Actus, ansange, arpent...

En revenant sur la création du pied néo-romain, nous pouvons lui trouver ici une confirmation fondée sur l'existence concomitante de la double ansange et du jugère carolingien. Il est en effet possible de rapprocher l'*actus* de ce jugère, sa moitié, d'une simple ansange – telle celle de la *Loi des Bavarois* – de 16 000 pi² qui peut en être l'équivalent, si elle est mesurée au pied néo-romain, car $14\,400 \times 10/9 = 16\,000$. Meitzen (1895, II : 561) opère ce rapprochement sans le pousser plus avant ; c'est pourtant une clé utilisable pour la définition du pied néo-romain. Une telle mesure, en fait, une partition, de 14 400 pieds carrés carolingiens soit aussi de

16 000 pieds carrés néo-romains, a-t-elle pu prendre le nom d'arpent aux temps post-carolingiens ? Je le crois. Elle serait mieux dans ce rôle, en tout cas, que l'*actus* antique, qui n'est de loin pas l'équivalent de l'ansange des temps mérovingiens. On peut encore observer – simple cohérence – que l'un ou l'autre des décomptes de cette (demi-) unité vaut 2/5 de l'acre, soit 2/5 du journal.

L'ensemble des considérations qui précèdent à propos du jugère carolingien amène à souligner le fait que l'existence de cette unité revêt une grande importance, rarement pointée. On serait bien en peine, dans les ouvrages de référence, de trouver une entrée « jugère carolingien », et ce syntagme n'est inscrit nulle part, à ma connaissance, dans les travaux traitant de mesures agraires dans le haut Moyen Âge, sauf chez Guilhaumez (1913 : 297). Même si la dénomination de jugère carolingien est quelque peu arbitraire, puisque cette unité est la *biolca* du siècle précédent en Italie et pourrait même remonter à Justinien, c'est son expansion européenne, encore une fois, qui nous assure de son caractère impérial carolingien.

Il faut ajouter que cette mesure semble aller de soi, sans qu'il s'en explique plus avant, pour Meitzen (1895 : II, 559) qui avait même, auparavant (1889 : 35), procédé à un curieux raccourci en écrivant que le jugère de 28 800 pieds carrés romains couvrait 2 836 m², alors que c'est sa superficie au pied de Leyde/ Prusse à 0,313 850 m tel qu'on le comptait de son temps, et qui est le pied carolingien (voir aussi 08.2. *Le dernier système prussien : une confirmation*).

Quant à la double ansange qui était au départ hypothétique, j'en ai relevé assez d'exemples pour conclure qu'elle a bien été perçue comme telle et reconvertie d'une manière particulière ; mais elle est restée marginale.

03.5. Point métrologique

Unités de mesure agraires jusqu'au IX^e siècle (en rappel du Point métrologique 02.4)

Nom	Dès le	Composition	Pi ² carol.	Pi ² romains	Équivalent m ²
Ansange double « mérovingienne »	VIII ^e s.	2 × 4 × 40 perches de 10 pieds romains	(28 125)*	32 000	2 770,831 5 m ²
Jugère carolingien	VIII ^e s.	2 × 8 × 8 perches de 15/ de 16 pieds	28 800	32 768	2 837,331 5 m ²
Acre carolingienne	VIII ^e s.	4 × 40 perches de 15/ de 16 pieds	36 000	40 960	3 546,664 4 m ²
Joch impérial	IX ^e s.	6 × 30 perches de 15/ de 16 pieds	40 500	46 080	3 989,997 3 m ²

Clé : 15 pieds carolingiens = 16 pieds romains.

Durant le IX^e siècle, les unités de mesure agraires ont été amenées à des comptes qui les intégraient en un système nouveau par l'invention du pied néo-romain et de son corollaire, le pied néo-drusien. Ainsi 1 pi² carolingien × 9/10 = 1 pi² néo-romain et 1 pi² carolingien × 10/9 = 1 pi² néo-drusien. Et par suite : 10 pieds linéaires néo-romains = 9 pieds linéaires néo-drusiens.

Unités de mesure agraires à partir du IX^e siècle : les nouveaux décomptes de mesures

Conversions	Dès le	Composition	Pi ² néo-romains	Pi ² néo-drusiens	Équivalent m ²
de l'ansange double « mérovingienne »	IX ^e s.	obligatoirement au pas de 2 ½ pieds	31 250	25 312 ½	2 770,831 5 m ²
du jugère carolingien	IX ^e s.	en 320 perches de 10 pieds (néo-romains)/ 9 pieds néo-drusiens	32 000	25 920	2 837,331 5 m ²
de l'acre carolingienne	IX ^e s.	en 400 perches de 10/ de 9 pieds ou 100 de 20/de 18	40 000	32 400	3 546,664 4 m ²
du Joch impérial**	IX ^e s.	en 450 perches de 10/ de 9 pieds//autres solutions***	45 000	36 450	3 989,997 3 m ²

Clé : 10 pieds néo-romains = 9 pieds néo-drusiens.

Comme il se doit, les superficies restent identiques. Le problème de l'historien est que tous les décomptes, anciens et nouveaux, sont restés en vigueur concurremment.

*Il a été observé que ce décompte est obligatoirement au pas de 2 ½ pieds.

**Voir les premières conversions du Joch impérial ci-dessous, chap. 04.

***Voir le chap. 05. dans son ensemble et les sections 8.2, 9.3, 10.1, 10.2.

04.0. Reconversions du Joch impérial

Le Joch impérial a suscité un grand nombre de conversions au départ insoupçonnables, tant leur dispersion géographique et mathématique est grande. Ces conversions déterminent le contenu du présent chapitre, mais aussi de la suite de cet essai.

04.1. Décomptes variés

Plus haut (02.3), nous avons vu divers exemples de la conservation intégrale du Joch impérial : à la perche carolingienne de 15 pieds, 6×30 perches (180 perches carrées) font 90×450 pieds et couvrent donc 40 500 pieds carrés ; cela équivaut à 96×480 pieds romains, soit à 46 080 pi². (L'équivalent métrique du Joch impérial est de $\sim 3\,990$ m².) Voyons-en d'abord quelques aménagements et conversions aux pieds et perches déjà décrits.

Partitions en Allemagne

Elles sont très répandues. La première d'entre elles est une simple division en deux unités – qui portent souvent et en toute logique le nom de Morgen, de « matin », labour d'une demi-journée – fréquemment revenues à la perche de 16 pieds romains (pour 15 carolingiens) et comportant donc $46\,080 \div 2 = 23\,040$ pieds carrés. C'est par exemple le Morgen de Fulda – où le Tagewerk, travail du jour entier, est le Joch impérial lui-même. Ce Morgen carolingien couvre donc en mesure métrique $(0,313\,876\,5)^2 \times 20\,250$ au pied carolingien, soit $(0,294\,259\,2)^2 \times 23\,040$ au pied romain = $\sim 1\,995$ m².

Une autre partition, connue sous le nom de « système de Calenberg » (Meitzen, 1889 : 60 ; Guilhiermoz, 1913 : 311), résulte de la division par trois de deux Joche impériaux accolés pour décompter de grands domaines, au pied romain : $2 \times 46\,080 \div 3 = 30\,720$ pieds carrés disposés en 120 perches de 16×16 pieds, ce qui est resté la mesure de Brême, Brunswick, Calenberg, Hanovre, Hildesheim, etc. (Doursther, 1840 : s. v. « arpent »). On voit que cette mesure n'est pas, contrairement à ce qu'affirme Pfeiffer (1986b : 319 *sqq.*), une conversion du jugère antique. L'équivalent métrique de cette unité donne, au pied romain antique : $(0,294\,259\,2)^2 \times 30\,720 = \sim 2\,660$ m².

C'est sans doute l'apurement des comptes de différentes Hufen – grandes étendues de terres comparables au manse roman et au hide britannique (chap. 06 ; 07) – qui a nécessité ces partitions, et d'autres encore, du Joch impérial (08.2).

Conversions attendues en France (Nord) et en Suisse

Par le même calcul de proportion qui nous a fait découvrir l'expression au pied néo-romain et au pied néo-drusien de l'acre et du jugère carolingiens, nous pouvons inférer un compte du Joch impérial en $40\,500 \times 9/10 = 36\,450$ pieds carrés néo-drusiens ; et en $40\,500 \times 10/9 = 45\,000$ pieds carrés néo-romains. Les autres calculs présentés pourraient bien être utilisés.

Il faut en remettre l'explication à cause de son décompte à l'empan dans le Midi français, mais le Joch de 36 450 pieds carrés néo-drusiens se reconnaît bien, pour sa moitié (le Morgen), à Arles et à Marseille, par exemple (10.2). On le rencontre aussi au pied manuel, à Bordeaux (10.1).

On trouve couramment des unités de 45 000 pieds carrés de type romain : à Berne (Tuor, 1977 : 53) ; à Zurich et à Lucerne (Doursther, 1840 : s. v. « Juchart ») – juste à côté de celles de 40 000, de 32 000 et de 31 250 pieds carrés examinées –, ce qui démontre la présence des trois mesures carolingiennes et de l'ansange double mérovingienne sur un même terroir, indication d'une mise en culture des terres échelonnée dans le temps.

Ailleurs, dans le Nord de la France, autour de Béthune, par exemple (Derville, 1989 : 51 ; Petillon *in* Charbonnier *et al.*, 2012 : 327), la mesure est comptée en 450 vergelles de 10 pieds de 11 pouces de roi, soit en $45\,000 \text{ pi}^2$ néo-romains = $\sim 3\,990 \text{ m}^2$, superficie et décompte inchangés du Joch impérial. Elle est dite « nouvelle loi », ce qui, plutôt que de dater des Temps modernes, réfère certainement à la nouveauté du Joch impérial par rapport à l'acre carolingienne convertie elle-même, comme il se doit, en 400 vergelles ($40\,000 \text{ pi}^2$) et dite « ancienne loi », toujours à Béthune – indication probante, on en conviendra.

D'autres expressions du Joch impérial dépendent du compte de cette unité à la perche impériale de 24 pieds de type romain.

04.2. Conversions utilisant la perche impériale

Cette perche très importante, que je nomme « impériale » mais qui peut aussi être dite « royale », est à distinguer de la perche carolingienne de 16 pieds romains vue jusqu'ici – et que l'on peut aussi voir qualifier de « royale », ambiguïté qui sera à lever dans chaque cas. On peut penser que cette perche impériale, tout comme le Joch lui-même, est entrée dans l'usage pour harmoniser les mesures carolingiennes avec les mesures antiques. (Il est clair que 100×100 de ces perches composent une centurie.) Plutôt que 15 pieds carolingiens, elle renferme 15 coudées, soit $22 \frac{1}{2}$ pieds, ce qui égale, à 16 pour 15, ses 24 pieds romains (en superficie, $24^2 = 16^2 \times 9/4$). Mais dans le système carolingien décrit ci-dessus, la perche impériale ne pouvait servir à arpenter ni acres ni jugères ; cela aurait donné des décomptes fort peu envisageables (l'acre de 160 perches carrées $\div 9/4 = 71^{1/9}$ perches carrées ; le jugère de $128 p^2 \div 9/4 = 56^{8/9} p^2$). La perche impériale ne pouvait servir à arpenter que des Joche impériaux : $180 p^2 \div 9/4 = 80$ perches carrées, expression répandue de cette unité.

Cette perche aurait bien été connue aux temps carolingiens (Zupko, 1978 : 130, citant Bailly, 1902 : 210) : « Dans le système de Charlemagne, la perche valait 6 aunes, ou 24 pieds romains, soit un peu plus de 7 mètres. » Par cette explication, il faut entendre 6 aunes de Paris – cette aune renfermait 4 pieds néo-romains – et se rappeler que la perche royale française valait 22 pieds de roi donnés depuis le XVII^e siècle (cf. 09.2) pour $12/11$ du pied néo-romain dit pour cette raison « de 11 pouces de roi » : $22 \times 12/11 = 24$. Ce compte conférait donc un statut de perche impériale à la perche des rois de France de 22 pieds. Celle-ci semble avoir été en usage depuis le début du XIII^e siècle (Guilhiermoz, 1913 : 282). Ajoutons qu'il n'est pas étonnant qu'elle ne l'ait pas été auparavant, non seulement à cause du problème général des sources, mais parce qu'elle découle d'un ajustement auquel on n'avait pas encore procédé (ci-dessous et 09.3).

Outre sa division en 24 pieds romains, la perche impériale se présente en 20 pieds manuels dont on se rappelle qu'ils valent $6/5$ du pied de type romain ; ici, $24 \times 5/6 = 20$ pieds. Guérard (1844 : 960 ; cf. aussi Du Cange, s. v. « *pertica* ») mentionne ce compte sans relever la nature

du pied en citant, pour l'année 738 déjà : « *Ipsa pertica abente in se per una pedi xx ad pede munichisi* » (Brunetti, *Cod. dipl. Tosc.* t. I : 494 ; Du Cange transcrit « *manichisi* »). Il est plus que probable que *manichisi*, qu'aucun auteur n'explique, à ma connaissance, soit une corruption due à la graphie et qu'il faille lire *manuali*. Ainsi la perche impériale au pied manuel aurait bien existé au VIII^e siècle.

Application aux mesures agraires en France (Ouest)

La perche impériale divisée en 20 pieds manuels est employée à Chartres au X^e siècle pour mesurer un « arpent » de 50 perches carrées (Guilhiermoz, 1913 : 280 ; déjà Guérard, 1844 : 166). Voilà qui est très instructif, à double titre : d'une part, ce pied a été compté pour 13 pouces de roi : jusqu'au passage au système métrique, la perche de Chartres de 20 pieds valait ($20 \times 13 \div 12 =$) $21 \frac{2}{3}$ pieds de roi (Doursther, 1840 : s. v. « perche »). Nous retrouvons ici encore l'indication que le pied de roi a été raccourci, puisqu'il en entrerait 22, au XVII^e siècle, dans la perche royale. (Ce rapport d'ajustement peut être recalculé de plusieurs façons, cf. 09.2 ; 09.3).

D'autre part, l'arpent de 50 perches de Chartres vaut, au pied de type romain, $24 \times 24 \times 50 = 28\,800$ pieds carrés (même s'il est compté en $20 \times 20 \times 50 = 20\,000$ pi², puisque ce sont des pieds manuels à $\frac{6}{5}$ du pied de type romain). C'est une attestation, pour cette époque, de la connaissance (mais pas forcément de l'usage) du jugère antique tel quel. On retrouve clairement la proportion de 8 jugères antiques pour 5 Joche impériaux, déjà observée (02.3), avec cet arpent de 50 perches à Chartres et le compte de 80 perches impériales pour le Joch, unité qui va se présenter.

L'équivalent métrique de la perche impériale est en principe de 24 pieds romains à $0,294\,259\,2$ m = $7,062\,221$ m. Cette dimension, portée au carré et multipliée par 80, donne la superficie du Joch impérial pour les $\sim 3\,990$ m² proposés (02.3). Mais le rôle important de cette perche a fait qu'il en a également circulé de 24 pieds néo-romains, soit $24 \times 0,297\,769\,4 = 7,146\,465\,6$ m ; c'est la dimension de la perche de roi dernière manière (09.3) et le Joch impérial construit sur cette perche couvrira plutôt $\sim 4\,085,758$ m². Cette dérive nécessitera encore quelques observations (04.3 ; 05.2).

Le Joch impérial n'est pas seulement répandu en Allemagne, contrairement à ce que Guilhiermoz pensait (1913 : 288) : il est courant ailleurs, même avant de parler de sa reconversion à d'autres pieds, surtout à la perche impériale. Par exemple, en Touraine et dans le Maine (Charbonnier, Poitrineau *et al.*, 2001), il existe des arpents ou minées qui comportent 80 perches, chaînées ou cordes de 22 pieds de côté, donc 80 perches royales françaises, ce qui correspond aux 80 perches impériales du Joch ; mais quant à leur superficie, aux $\sim 4\,085,758\text{ m}^2$ donnés ci-dessus.

Il en existerait encore bien davantage si l'on tenait compte du phénomène d'ailleurs tardif de l'imposition du pied de roi à tous ; car il est évident que les unités qui voisinent celles de 80 perches de 22 pieds, avec 80 perches de 20 pieds ou 80 de 24, étaient à l'origine les mêmes, composées à la même perche divisée en 20 pieds manuels ou en 24 pieds de type romain. Ce dernier cas est celui du journal de presque toute la Bretagne, donné en 80 cordes au carré de 24 pieds de roi – qui se sont évidemment substitués à des pieds de type romain. Il devait d'ailleurs en être ainsi, toujours dans cette région qui peut servir d'exemple de la conservation du Joch impérial, pour les unités de 80 perches carrées de 25 pieds de côté comme l'ancien arpent de Tours – hypothèse fort utile pour décrire ci-dessous un nouveau pied de création médiévale.

04.3. Le pied « 24/25 »

La division en 25 pieds de la perche impériale de 24 pieds romains est une disposition courante et elle porte à conséquence. Il est difficile d'en déterminer la cause, que Guilhaiermoz (1913 : 281 *sq.*) attribue, encore ici, à la simplification des opérations amenée par le calcul décimal. Cependant, on peut observer que ce nouveau pied vaut 9/10 du pied carolingien puisque $24/25 \div 16/15 = 9/10$. Il vaut aussi 4/5 du pied manuel valant 6/5 du pied romain, puisque $6/5 \times 4/5 = 24/25$. Il n'y a rien là de très décimal, mais c'est fort pratique. Le pied romain de $0,294\ 259\ 2\ \text{m} \times 24/25 = 0,282\ 488\ 8\ \text{m}$, le pied « 24/25 ».

Ce pied est extraordinairement répandu, en Allemagne en particulier (Guilhaiermoz, 1913 : 294), au point qu'il a été appelé « pied germanique » depuis Flinders Petrie, repris par plusieurs auteurs de langue allemande, dont Hannerberg (1955), Böhnisch (1960), etc., mais sans que sa relation soit établie avec la perche impériale. Au contraire, ces auteurs supposent que ce pied provient de la préhistoire des peuples germaniques. Parallèlement, un courant de la métrologie appliquée à l'étude des monuments du haut Moyen Âge en Allemagne appelle « pied lombard » une mesure proche (de 0,283 m à 0,290 m selon les auteurs ; partir de *Die Reichsabtei zu Lorsch*, vol. II, 1977 [articles de Binding et de Spiess], et de Hecht, 1977, *passim*) – visiblement (é)tirée des 2/3 du pied Liprand moderne de Milan qui en serait la coudée : or ce pied est altéré (chap. 11). Sans pouvoir développer ici une critique serrée, je rejette cette conclusion comme toute autre appuyée sur l'idée de mesures ethniques, régionales ou nationales à leur origine.

Le pied « 24/25 » est sans doute d'ordonnance carolingienne tardive ou impériale. Il faut observer que ce pied est fréquemment celui de l'aune, mesure des tissus, ce qui pourrait faire dater son expansion de l'essor du commerce urbain, à partir du XI^e siècle. Des dizaines d'aunes de villes drapantes ou marchandes, de Cologne à Kaliningrad/Königsberg, sont formées de 2 pieds « 24/25 », souvent du pied néo-romain, et mesurent ainsi de 0,572 à 0,576 m (pieds de 0,286 à 0,288 m, cf. Doursther, 1840 : *s. v.*) ; d'autres renferment 4 de ces pieds : elles sont des aunes doubles comme celle de Londres, qui fut convertie pour 1,143 m (4 pieds à

0,285 750 m). La valeur métrologique de 24/25 de notre pied néo-romain à 0,297 769 4 m est de 0,285 858 6 m.

Cependant, pour que les différents décomptes du Joch à la perche impériale soient clairs, il faut pouvoir poser les opérations suivantes : la perche de 24 pieds romains donne $24 \times 24 \times 80 = 46\,080 \text{ pi}^2$, unité fréquente ; divisée en 25 pieds, elle donne $25 \times 25 \times 80 = 50\,000 \text{ pi}^2$, unité que nous allons rencontrer. Partant du pied carolingien, nous avons $22 \frac{1}{2} \times 22 \frac{1}{2} \times 80 = 40\,500 \text{ pi}^2$. Le rapport avec l'unité calculée au pied « 24/25 » étant $40\,500 \div 50\,000 = 81/100$, il s'ensuit que les pieds linéaires sont dans un rapport donné par $\sqrt{81/100} = 9/10$, donc que 9 pieds carolingiens valent 10 pieds « 24/25 ». Sans passer par les superficies, et comme observé : $24/25 \times 15/16 = 9/10$. Donc on a aussi $0,313\,876\,5 \text{ m}$ (le pied carolingien) $\times 9/10 = 0,282\,488\,8 \text{ m}$ (le pied « 24/25 » du pied *romain*). Mais diverses références relevées ci-dessus (4.0, cf. aussi 08.2) montrent que le Joch impérial s'est donné au pied néo-romain selon la formule expliquée : $46\,080 \text{ pieds carrés romains} \times 125/128 = 45\,000 \text{ pieds carrés néo-romains}$. Le rapport de cette dernière expression de superficie avec celle donnée au pied « 24/25 », de 50 000 pieds carrés, étant de 9/10, il s'ensuit que le pied néo-romain $\times \sqrt{9/10} =$ le pied « 24/25 », soit $0,297\,769\,4 \times 0,948\,683\,2 = 0,282\,488\,8 \text{ m}$, le pied « 24/25 » du pied *romain*, ce qui nous assure que tous les décomptes vus du Joch impérial à la perche impériale (avec ses possibles divisions) induisent la même superficie. Ainsi, en matière agraire du moins, il ne devrait pas exister de pied « 24/25 » du pied néo-romain.

Ce fut pourtant le cas. À ce pied-ci, une mesure de superficie semblablement décrite sera agrandie, car on comprend bien qu'un Joch au pied néo-romain, soit 45 000 pieds carrés, ceux-ci multipliés par $(25/24)^2$, ne devrait renfermer que $\sim 48\,828 \frac{1}{8}$ pieds carrés (de ses 24/25^{es}), et non 50 000. Le Joch couvrirait $\sim 3\,990 \text{ m}^2$, alors que si on le donne en 50 000 pieds « 24/25 » du pied néo-romain mis au carré, sa superficie augmente à $4\,085,758 \text{ m}^2$. C'est cependant loin d'être la seule confusion ou dérive dans le domaine observé : les mesures britanniques (chap. 05) et les mesures royales françaises (chap. 09), qui la cautionnent, l'emportent en notoriété, si ce n'est en autorité.

Enfin ce pied 24/25 « forcé » de 0,285 858 6 m a une dimension quasi identique à celle d'un pied qui n'a pas été jusqu'ici reconnu comme tel, sauf erreur, mais qui le représente indubitablement : celui de Lorraine, converti en mesure métrique pour 0,285 930 m – là encore, quelle précision !

Application aux mesures agraires en Lorraine et Franconie

Les travaux de Jean Peltre (1975 *et alibi*) ont fait ressortir l'importance de l'unité connue sous le nom de jour en Lorraine, mais cet auteur y a vu une création *ex nihilo* et isolée du XIII^e siècle – non sans nuances, par la suite, je l'ai mentionné (02.3), en trouvant ici son troisième « système fondamental », ce en quoi il avait raison : il s'agit d'un Morgen, d'un demi-Joch impérial très bien conservé. Ce jour était donné pour 250 perches de 10 × 10 pieds de Lorraine, soit 25 000 pieds carrés ; ceux-ci ont dû être auparavant disposés en 40 perches de 25 × 25 pieds = 25 000 pi², c'est-à-dire comme la moitié exacte d'un Joch de 80 perches impériales au carré de 25 pieds. Le pied de Lorraine valait 24/25 du pied néo-romain (remarque ci-dessus), et le jour de 25 000 pieds carrés couvrait, lorsqu'on l'a converti au mètre, 2 043,9 m². Il était donc précisément, par le compte et quant à sa superficie, un Morgen du Joch impérial. Calculé sur un pied à 24/25 du pied néo-romain, valeur métrologique, ce seraient ~ 2 042,878 5 m², ce qui est d'une proximité plus que remarquable. La composition de cette mesure est restée tout à fait claire puisque le Parlement de Nancy indique, au XVIII^e siècle encore (Dion, 1991 : 160 et n. 18), que « l'arpent de France équivaut à 2 ½ jours de Lorraine », ou que « 60 arpents de roi valent 150 jours de Lorraine ». L'arpent « de France » est bien l'arpent de roi, de 100 perches carrées. Et $100 \div 5/2 = 40$; ou bien $60 \times 100 \div 150 = 40$. Cela confère au jour de Lorraine 40 perches royales cachant 40 perches impériales carrées, compte exact.

Un Morgen tout à fait semblable existait à Francfort-sur-le-Main (Doursther, 1840 : *s. v.* « arpent, Francfort »), compté pour 25 000 « pieds d'œuvre » carrés, et plus tard converti en 2 025,08 m². Cela donne un pied linéaire de 0,284 610 6 m, à l'évidence 24/25 d'un pied néo-romain (même un peu faible à 0,296 469 3 m). On pouvait aussi décompter ce Morgen en 16 000 pieds carrés « d'arpentage », ce qui donne ce dernier pied à 0,355 763 2 m et en fait

arithmétiquement un pied manuel du pied néo-romain sous-jacent au pied $24/25$. Voici comment : 25 000 « pieds d'œuvre » carrés composent un Morgen de 40 perches impériales de 25×25 pieds valant $24/25$ du pied de type romain, c'est-à-dire 24 pieds entiers de ce type, lesquels, à 6 pour 5, forment une perche de 20 pieds manuels comme nous en avons vu. (On peut aussi calculer le rapport entre pied « $24/25$ » et pied manuel pour $5/4$.) Et 40 perches carrées de 20×20 pieds manuels égalent bien 16 000 pieds carrés « d'arpentage » à Francfort.

Ainsi le jour de Lorraine et le Morgen de Francfort restituent le Morgen, moitié du Joch impérial, compté au pied qui résulte d'une division par 25 de la perche impériale de 24 pieds romains, pied que j'ai nommé, faute de mieux, « pied $24/25$ » – forcé ici, encore une fois, à sa dimension résultant du pied néo-romain. Le Joch impérial, à ce compte, est formé de 80 perches de 25×25 pieds = 50 000 pieds carrés. C'est de cette configuration qu'une autre unité, et des plus importantes, provient : l'acre d'Angleterre, présentée au chapitre suivant.

04.4. Point métrologique

Rarement conservé au pied carolingien (à Berne, cependant, cf. 08.2), le Joch impérial subsiste tel quel, mesuré à une perche de 16 ou de 12 pieds au compte du pied romain antique (46 080 pi²), en Allemagne – où l'on rencontre fréquemment ses partitions, par exemple :

- à Fulda, 23 040 pi² soit 1/2 Joch
- à Calenberg, 30 720 pi² soit ses 2/3
- à Lübeck, 15 360 pi² soit son 1/3
- à Cologne, 38 400 pi² soit ses 5/6

Ces unités sont bien des partitions du Joch et ne sont pas autonomes. Cela se démontre par leur utilisation dans la composition des Hufen (attributions de terres). La plus notable perpétuation du Joch impérial s'apercevra dans les unités employées à l'Est – une fois décryptées (chap. 07 et 08.2).

Le Joch se décompte aussi à la perche impériale tardo-antique de 24 pieds de type romain antique : ses 46 080 pieds carrés se décomposent alors en 80 perches carrées.

Exemples en France, tenant compte du fait que le pied de roi a été substitué à un pied de type romain :

Province	Appellation	Composition
Bretagne	Journaux de Brest, de Saint-Brieuc, de Saint-Malo, de Nantes, de Vannes...	80 cordes de 24 pieds de côté = 46 080 pi ²
Maine	Journal de Mayenne	80 chaînées de 24 pieds de côté = 46 080 pi ²

Par la suite, la perche impériale a été souvent divisée en 25 pieds plus courts dans cette proportion que le pied romain : $0,294\ 259\ 2 \times 24/25 = 0,282\ 488\ 8$ m. Ce pied est d'un usage très fréquent en Allemagne dans la mesure marchande, urbaine, de l'aune. Sa dimension glisse facilement à 24/25 de pied néo-romain : $0,297\ 769\ 4 \times 24/25 = 0,285\ 858\ 6$ m.

Le pied « 24/25 » semble dater de l'époque carolingienne tardive ou du début de l'Empire.

Le Joch en acquiert le compte de $80 \times 25 \times 25 = 50\ 000$ pieds carrés « 24/25 » de pied romain (superficie souvent augmentée par l'usage du pied « 24/25 » de néo-romain).

Exemples également dans l'Ouest de la France (où il faut tenir compte de l'imposition tardive du pied de roi, qui fausse les superficies) :

Province	Appellation	Composition
Maine	Journal valant 4/5 de l'arpent de 100 p ² au Mans	80 chaînées de 25 pieds de côté = 50 000 pi ²
Anjou	Journal d'Angers	80 perches de 25 pieds de côté = 50 000 pi ²
Touraine	Journal de 2/3 de la septerée / sesterée ou de 4/5 de l'arpent de 100 p ² à Tours	80 chaînées de 25 pieds de côté = 50 000 pi ²

Le Morgen, 1/2 Joch selon ce compte et à cette mesure de 25 000 pieds carrés « 24/25 », se rencontre plus au nord-est, à Francfort-s.-l.-M., et en (haute) Lorraine, où il est nommé « jour », et ce, sans altération.

On rencontre également le Joch au pied néo-romain au compte global de $(46\,080 \times 125/128 =)$ 45 000 pieds carrés selon une composition en 450 perches de 10 × 10 pieds : en Suisse à Zurich, Berne, Lucerne ; et dans le Nord de la France.

Rappel de compatibilité entre mesures au pied *romain* :

$$40 \text{ jugères antiques} = 36 \text{ ansanges doubles} = 25 \text{ Joche impériaux} :$$

$$40 \times 28\,800 \text{ pi}^2 = 36 \times 32\,000 \text{ pi}^2 = 25 \times 46\,080 \text{ pi}^2.$$

L'acre et le jugère carolingien entrent mal dans ces proportions.

Compatibilité améliorée après le passage au pied *néo-romain* en escamotant sa différence :

$$50 \text{ jugères antiques} = 45 \text{ jugères carol.} = 36 \text{ acres/journaux} = 32 \text{ Joche} :$$

$$50 \times 28\,800 \text{ pi}^2 = 45 \times 32\,000 \text{ pi}^2 = 36 \times 40\,000 \text{ pi}^2 = 32 \times 45\,000 \text{ pi}^2$$

Cela sans compter les sous-unités qui respectent aussi ces proportions ; ainsi l'égalité démontrée entre ansange mérovingienne et *actus* du jugère carolingien, en 16 000 pi². Dès lors, la compatibilité est assurée entre toutes les unités connues, et elle sera utilisée (chap. 07, principalement).

05.0. Le pied, la perche et l'acre d'Angleterre

La création de ce système métrologique particulier ne devrait pas se trouver parmi les premières reconversions dans le plan de cet essai, parce qu'elle nécessite la prise en compte d'une seconde étape, d'un second degré de calcul. Elle se place cependant ici car on aura besoin de la mesure de l'acre anglaise pour traiter de l'attribution de grandes étendues de terres aux chapitres suivants. Une partie des hypothèses présentées dans ce chapitre a déjà été publiée (Reguin, 2012a).

L'acre statutaire, mesure agraire, n'est pas seulement employée aujourd'hui par tradition dans les îles Britanniques et dans plusieurs pays du Commonwealth : elle l'est encore aux États-Unis, où elle reste officielle.

Voici tout d'abord une description de l'acre ainsi qu'un aperçu des hypothèses émises sur les fondements de cette mesure. Puis la question est reprise à partir de la ligne suivie par cet essai : toutes les unités de mesure agraires médiévales et modernes d'Europe occidentale sont issues par conversion de celles identifiées comme carolingiennes. L'acre d'Angleterre n'y fait pas exception.

La précision infra-millimétrique des mesures du pied, de la perche et de l'acre d'Angleterre s'appuie ici sur des données ne remontant pas, en réalité, en deça de la période élisabéthaine ; cependant, ces mesures sont bien déterminées, à leur origine, par les calculs de proportion qui les relient à l'ensemble.

05.1. Données

Cette acre délimite un champ à labourer en 4×40 perches (*perch, pole, rod*) de $16 \frac{1}{2}$ pieds soit de $5 \frac{1}{2}$ verges (*yards*) de 3 pieds : 160 perches carrées de 272,25 pieds carrés = 43 560 pieds carrés. Une seule perche de largeur multipliée par un sillon (*furlong*) de 40 perches de profondeur, soit 40 perches carrées, donne la perchée ou vergée (*rood*), le quart de l'acre.

Le pied est ajusté au système métrique décimal par un accord entre la Grande-Bretagne, quelques pays du Commonwealth et les États-Unis, de 1959, pour 0,304 8 m. Auparavant, des valeurs de conversion hyper-fines avaient cours. Le système impérial britannique de 1824 avait fixé le pied à 135,114 2 lignes du pied de roi soit $\sim 0,304\ 794\ 500$ m ; en 1864, on l'exprimait en $1\ 200\ 000 / 3\ 937\ 079$ m, soit $\sim 0,304\ 794\ 450$ m. Le pied d'arpentage américain est évalué à 0,304 800 610 m d'après le même rapport au mètre, simplifié, établi à $1\ 200\ 000 / 3\ 937\ 079$. (Documents officiels et par exemple Kellaway, 1944 : 104-106 ; Smith, 1969 : 133-145). L'évolution s'est en fait poursuivie jusqu'en 1960 et elle a probablement cessé, la mesure du pied ayant perdu son statut scientifique. Des comparaisons entre les pieds d'Angleterre et de roi (et d'autres) au XVII^e et au XVIII^e siècles donnent des rapports quasiment identiques (cf. *infra*). On a donc, sur le pied « international » actuel de 0,304 8 m, un yard de trois pieds mesurant 0,914 4 m et une perche de $16 \frac{1}{2}$ pieds longue de 5,029 2 m. Une acre de 160 perches carrées couvre 4 046,856 4 m².

Cette mesure n'a pas changé dans sa définition, qui apparaît vers la fin du XIII^e siècle dans diverses sources souvent mentionnées : la *Compositio ulnarum et perticarum*, de date incertaine (p. ex. Zupko, 1966 : 45 sq.) : « *Ordinatum est quod tria grana ordei sicca et rotunda faciunt pollicem, duodecim pollices faciunt pedem, tres pedes faciunt ulnam, quinque ulne et dimidia faciunt perticam, et quadraginta pertice in longitudine et quatuor in latitudine faciunt unam acram.* » Plus sûrs quant à la datation, on trouve le *Tractatus de Ponderibus et Mensuris*, de 1303, et le *Statutum de Admensuratione Terre (Ordinance for Measuring Land)*, de 1305, sous Édouard I^{er}, répétant clairement la définition de la perche (p. ex. Kidson, 1990 :

74): « The Iron Yard of our Lord the King containeth three feet and no more. And a foot ought to contain twelve inches by the right measure of this yard measure, to wit the thirty-sixth part of this yard rightly measured, maketh an inch, neither more or less. And five yards and a half make one perch, that is sixteen feet and a half, measured by the aforesaid Iron Yard of our Lord the King. » On table aujourd'hui sur l'antériorité de la *Husbandry* de Walter de Henley, vers 1286 (Connor, 1987 : 37, citant l'adaptation de D. Oschinski, 1971) : « First know that a quarentine ought to have 4 rodde in breadth and 40 rodde in length and the Kings rodde is sixteene foote and a halfe and then hathe the acre in breadth 66 foote. When you have gone up and down 33 times with a furrowe of a fote broade, then is an acre ploughed. »

Quant au fait que trois grains d'orge mis bout à bout déterminent la mesure du pouce, il est mentionné déjà dans le *Venedotian Code* gallois qui serait du x^e siècle, donc bien antérieur, et il a été plus d'une fois un peu naïvement expérimenté (Connor, 1987 : 3 ; 89). Pourtant, cette idée est déjà rejetée au xvi^e siècle par nul autre que le juriconsulte romain Luca Peto (1573 : 5) : « [...] *nam ut ineptias quorundam, qui nescio quas nugas de ordeï seminibus, quae etiam ab antiquis reprobata fuerunt, repraesentare nixi sunt* [...] » Peut-être faut-il voir dans ces grains un *topos* littéraire dont l'origine serait à rechercher dans la lecture des textes bibliques : l'once, unité de poids (mais *uncia* est aussi le nom latin du pouce), peut se composer de trois « sicles » (*shekels*, poids de base, qui réfèrent à des grains).

Des descriptions de l'acre figurent non seulement dans les édits officiels (Hall et Nicholas, 1929) et dans un grand nombre d'ouvrages savants de toutes les époques, mais elles sont connues du grand public, étaient naguère enseignées à l'école et récitées par les enfants sous forme de comptines. Décidément, toutes les précisions souhaitables quant à la composition de l'acre et de la perche, et partant quant à leur conservation jusqu'à nos jours, sont présentes.

On peut dire en passant que la tentative de Edmund Gunter (1581-1626) de décimaliser la mesure de l'acre – sans la changer, évidemment – a fait long feu, même si le système qu'il a proposé est bien connu (p. ex. Hunter Dupree, 1971 : 128). Gunter a construit une chaîne d'arpentage qui divise en 100 maillons (links) le front de l'acre (plutôt qu'en 66 pieds) ; la

chaîne carrée couvre donc 10 000 links carrés, et l'acre, dix fois plus profonde que large, se mesure en 100 000 links carrés – ce qui n'en fait pas un carré, notons-le.

La composition de l'acre n'a jamais posé de vrai problème. La question est de savoir d'où proviennent le pied et la perche. L'idée que les mesures linéaires anglaises puissent être déduites de celles du Continent a déjà été émise (Kidson, 1990 ; Fernie, 1999), tout comme le postulat voulant qu'un lien soit à rechercher avec les mesures agraires carolingiennes (Hunter Dupree, 1975). Mais cela n'a pas abouti et les interrogations d'un pionnier de l'histoire agraire britannique, Maitland (1897), n'ont pas suscité de réponse irréfutable, de l'avis de plusieurs chercheurs, surtout en ce qui concerne la division de la perche en 16 ½ pieds que Maitland trouvait déjà « laide » (1897 : 374) ; Guilhiermoz, « anormale » (1913 : 294) ; Skinner, un « facteur malcommode » (1967 : 95) ; Grierson, « tout à fait irrationnelle » (1972 : 17) ; Zupko, un « compromis illogique » (1977 : 21) ; et Connor, « discordante » (1987 : 35).

Explications anciennes

Pour se tirer de ce mauvais pas, Maitland (1897 : 374) avait émis (avec des réserves) après Pollock l'idée que la division de la perche en 16 ½ pieds résultait d'un compromis entre une perche de 15 pieds de 18 doigts et une autre, de 18 pieds plus courts, opinion combattue par Nicholson (1912 : 49, 85) mais qui pouvait s'appuyer sur Flinders Petrie (1877 : 107, 111 ; *Encycl. Britt.* 11^e éd. [1911], vol. 28 : 481) : « The Belgic foot of the *Tungri* is the basis of our present land measures which we thus see are neither Roman nor British in origin, but Belgic. » Ce pied des *Tungri* est autrement dit le pied drusien ou pied de 18 doigts, sans aucune ambiguïté. Cette idée fut reprise et systématisée par Skinner (1967 : 40, 90 *sqq. et alibi*) et endossée par plusieurs auteurs. Partant d'une supposée « aune du Nord » divisée par 2 pour trouver un pied drusien de 18 doigts importé par « des tribus belges [entendre : avant l'époque romaine] ou germaniques [au temps des Invasions] », Skinner construit une perche exactement égale à l'actuelle, de 5,029 2 m, mais divisée en 15 de ces pieds mesurant opportunément 13,2 pouces anglais : on pourrait également diviser cette perche en 18 pieds « pythiques » ou « naturels » qui étaient, écrit-il, utilisés au Pays de Galles... Un compromis serait alors intervenu, selon lui au temps d'Édouard I^{er}, pour choisir un nombre médian entre 18 et

15 pieds, ce qui donnait une mesure de $16 \frac{1}{2}$ pieds à la perche et ne changeait rien à la superficie de l'acre, déjà utilisée par les Saxons au VII^e siècle et par les Gallois encore plus tôt, paraît-il, et sur laquelle la conquête normande n'aurait pas eu d'effet...

Grierson (1972) doute de la possibilité même d'interpréter les nombreux témoignages qu'il présente (dont Prior, 1924) en termes de mesures précises ; mais c'est pour proposer l'idée d'une perche de 20 pieds « naturels » – sans se préoccuper de cette différence de 18 à 20 avec ses prédécesseurs –, c'est-à-dire de « pieds nus d'homme » d'à peu près 10 pouces actuels, ajoutant une parenté avec le « pied » gallois de 9 pouces qui devaient être comptés pour 10, écrit-il, parce que les Gallois étaient de petite taille... La perche de 20 pieds aurait été par la suite, on se demande bien pourquoi, divisée en $16 \frac{1}{2}$ pieds ; or, $20 \times 10/12$ font plutôt $16 \frac{2}{3}$. Cet auteur ne tente donc pas de trouver l'origine des mesures anglaises en termes métrologiques, ce que Kidson (1990) a fort bien vu.

Pour étayer son idée, Grierson compare une mesure donnée par le graveur W. Hollar – qui illustra en détail l'ancienne cathédrale Saint-Paul peu avant le Grand Incendie de Londres qui la détruisit en 1666 – avec une mesure prise en 1313. On pourrait ajouter que la mesure extérieure de Hollar, de 585 pieds, est confirmée au pied près par les écrits de plusieurs archéologues et auteurs (Penrose, 1878 ; Benham, 1902 ; Cook, 1955) ; elle est donc certainement prise au pied actuel, une donnée précise et précieuse. La mesure interne de la longueur du sanctuaire par Hollar, de 560 pieds, l'est tout autant. Or, celle prise en 1313 indique « *690 pedes quae faciunt 42 virgas* ». Grierson tire de cette intéressante contradiction l'idée qu'il s'agit de ses « pieds naturels » de 10 pouces, ce qui, en réalité, donnerait $690 \times 10/12 = 575$ pieds actuels plutôt que 560, différence beaucoup trop forte. Contentons-nous pour l'instant de noter que 560 pieds actuels = 170,688 m et que cette distance divisée par 690 = 0,247 374 m, ce qui ne peut pas être la mesure d'un pied ; et notons que 690 pieds ne peuvent pas former 42 perches. J'y reviendrai à la fin de ce chapitre.

Connor (1987 : 28 *sq.*) accepte mais nuance ces idées par beaucoup de précautions et par d'autres propositions (39 *sqq.*) – qui retiennent l'hypothèse, en définitive, que la perche utilisée en Angleterre, si elle ne se divisait pas forcément en $16 \frac{1}{2}$ pieds à l'origine, devait déjà

avoir sa longueur actuelle avant la conquête normande. À l'appui de cette opinion, lui-même (*ibid.*) et d'autres auteurs (p. ex. Jones, 1979) citent un texte du x^e siècle, le *Burghal Hidage*, qui ordonne que quatre hommes défendent chaque perche de la muraille des localités fortifiées, leur allouant pour cela le revenu d'un *hide* (quantité de terres que nous verrons plus loin). On divise alors la longueur de la muraille, mesurée par les archéologues, par le nombre de *hides* alloués et on arrive à une perche qui pourrait bien avoisiner l'actuelle (Fernie : 1985 ; 1999, avec réserves). La marge d'approximation est telle, cependant – le résultat de cette division donnant des perches de $\sim 4,980$ m à $\sim 5,055$ m –, que n'importe quel pied connu (de 15, 16, ou 18 doigts, classiques ; le pied byzantin/ carolingien ; le pied anglais actuel) pourrait diviser cette perche si elle en renfermait 15, 16, $16 \frac{1}{2}$, 17 ou 18 en prenant ces pieds dans un ordre décroissant.

Robertson (1872 : 91 *sqq.*) pensait que la raison de cette bizarrerie ($16 \frac{1}{2}$ pieds à la perche) résidait dans l'abandon de l'aune de 2 pieds en faveur de la verge (yard actuel) de 3 pieds. Cela aurait empêché de diviser une perche de 16 pieds, plus anciennement attestée (carolingienne en effet), et cela aurait conduit, comme modification minimale, au passage du front de l'acre de 4 perches, soit 64 pieds, à 66 pieds divisibles en 22 yards, ce qui ajoutait $\frac{1}{2}$ pied à la perche – mais celle-ci comporte aussi, notons-le, un nombre fractionnaire de yards, ce qui fragilise cette hypothèse.

Hunter Dupree (1971 : 125) a proposé une ingénieuse alternative : le laboureur, qui devait compter 8 fois 32 pas (*step* soit *gradus* de $2 \frac{1}{2}$ pieds) pour parvenir au bout d'un sillon de 40 perches de 16 pieds ($8 \times 32 \times 2 \frac{1}{2} = 640$ pieds), aurait eu plus de facilité, en faisant un pas de plus, à mémoriser les nombres 33, 33..., pour franchir $8 \times 33 \times 2 \frac{1}{2} = 660$ pieds, la longueur du sillon de l'acre statutaire, qu'il faut parcourir 33 fois pour la travailler entièrement (cf. *supra*). Mais cela n'explique pas d'où proviendrait le pied anglais.

Il faut citer encore l'hypothèse de Berriman (1953), qui ne semble guère suivie. À la fin d'un examen général des anciennes métrologies, cet auteur arrive (171 *sqq.*) à la conclusion que l'acre anglaise « géométrique », c'est-à-dire disposée théoriquement en un carré, formerait par calcul un disque inscriptible dans un second carré représentant l'acre écossaise, lequel carré

transformé à son tour en disque s'inscrirait dans un troisième carré figurant l'acre irlandaise, laquelle, muée encore en disque, aurait 100 yards de diamètre, ce qui serait la dimension de la première circonvallation de terre entourant le célèbre monument préhistorique de Stonehenge. Mieux : un carré circonscrivant ce dernier cercle serait égal à l'unité de superficie indienne nommée *nirvatana* et – cela en relation avec la géométrie de la Grande Pyramide – il aurait une superficie très proche de celle de l'« acre géodésique » qui couvrirait le dix-millionième de la superficie déterminée par le rayon de la sphère terrestre porté au carré...

Outre son invraisemblance, ce très curieux système montre quelle énergie une certaine érudition britannique a déployée pour étayer l'idée qu'une métrologie originale, mais fondée sur un savoir enjambant allègrement les continents et les millénaires, serait née sur le sol de l'Angleterre. Fernie (1978) pointe à juste titre plusieurs de ces curiosités, avec beaucoup d'humour. C'est un peu ce que Stecchini (v. 1960) appelait ironiquement le « pyramidisme », cette tendance des « pyramidiots » à fonder toute considération métrologique sur le Mystère de la Grande Pyramide... Mais il a lui-même succombé à ce genre de tentation, comme d'autres, encore récemment ; en voici trois exemples, qui ne proviennent même pas d'Angleterre :

Stecchini lui-même s'appuie sur le *girth* ou *grith*, cette distance de protection et d'immunité à respecter autour de la résidence du roi en Angleterre, curieusement définie (est-ce une formule mnémotechnique ?) par un statut attribué à Henri I^{er} : 3 miles, 3 *furlongs* (sillons de 40 perches), 9 largeurs d'acre, 9 pieds, 9 mains et 9 grains d'orge, soit 18 426 ¼ pieds. De là, Stecchini propose d'admettre le cheminement suivant : ce règlement daterait du temps des derniers rois saxons ; la distance aurait été mesurée en pieds « géométriques » médiévaux de 0,297 761 m (que j'appelle pieds néo-romains) et elle égalerait 5 486,121 m. Alors, sur le modèle de la mesure itinéraire horaire de l'Empire perse (!), le *parasange*, qui alignait 18 000 pieds, on aurait divisé cette distance de 18 426 ¼ pieds par 18 000, ce qui aurait donné un pied à 0,304 786 m, pratiquement identique à l'actuel... Quant à la mesure du *mile*, elle ne proviendrait pas de Perse mais plutôt d'un *milion* de 3 000 coudées royales égyptiennes (!) comptées pour 3 000 « barley cubit » agrandies à 32/30, soit 3 200 de ces coudées, soit 4 800 « barley feet » (Stecchini nomme ainsi le pied de 18 doigts), lesquels, valant 11/10 du pied

d'Angleterre (il partage l'idée soutenue par Skinner), équivalent à 5 280 pieds, à l'image du mile actuel de 8 *furlongs*...

Selon Pfeiffer (1986b : 184, 383, 393, 456), le pied d'Angleterre a pour origine le pied ptolémaïque court de l'arpenteur antique Hygin (dont j'ai évoqué le caractère douteux en Occident, cf. 01.3) défini à 25/24 du pied romain, et il devrait mesurer ~ 0,308 m ; mais des valeurs affaiblies de ce pied, poursuit-elle, comme l'ancien pied de Berlin, celui de Königsberg, descendant jusqu'à celle du pied de Nuremberg (converti pour 0,303 860 m), l'amèneraient plutôt à 36/35 du pied romain fort, valeur qui proviendrait d'un carré de 720 pieds romains de côté (?) divisé par la suite (?) en 700 pieds... On aurait ainsi créé un pied de type rhinlandique faible : il vaudrait 5/6 du *pygon* (nom grec d'une mesure suméro-égyptienne de 20 doigts) ; cela lui octroierait 47/48 du vrai pied du Rhinland qui proviendrait, lui, de la diagonale du *pechy* (la coudée)...

Rottländer (1998, en ligne) prend comme point de départ la statuette de Goudéa (un dignitaire de l'époque néo-sumérienne) qui se trouve au Musée du Louvre et qui porte une règle dont les graduations ont été évaluées par différents chercheurs comme 1/30 de la coudée de 27 doigts, celle-ci mesurant entre 0,499 et 0,496 m (p. ex. Stecchini, n. p., en ligne ; Guilhiermoz, 1913 : 285 *sq.*). Cette coudée que Rottländer compte (en reprenant ses calculs tels quels) à 0,497 630 m (30 « doigts » de 16,587 mm) aurait été divisée en 28 doigts (de 17,773 mm) qui auraient servi à reconstruire une coudée agrandie de 30 doigts (0,533 190 m), laquelle à nouveau divisée par 28 donnait au doigt la dimension de 19,041 mm. Le pied d'Angleterre serait formé de 16 de ces derniers doigts et avoisinerait 0,304 670 m...

Avec celle de Berriman, ces trois dernières explications, aussi savantes soient-elles en apparence, pèchent par leur assises mêmes, : on ne peut établir de lien qui implique que les mesures de la haute Antiquité égyptienne, suméro-babylonienne ou perse soient demeurées théoriquement et concrètement à la disposition des savants de l'Occident médiéval. De plus, dans ces trois exemples, les divisions des mesures, ou leur multiples, sont de pures inventions que leurs auteurs ne peuvent situer en aucun lieu ni temps.

Observations préliminaires

Plus réalistes à mon avis, Connor, dans son important ouvrage (1987 : 43 *sqq.*), et quelques autres (Hunter Dupree, 1971 ; Jones, 1979 – cf. également les travaux considérables de Zupko (1966, thèse ; 1968, dictionnaire : s. v. « perch », « rod » ; 1977, synthèse) – attirent l’attention sur le fait que l’on rencontre, jusqu’au XIX^e siècle, des exceptions à la définition de la perche : on en voit de 15, 16, 18, 20, 21, 24, 25 pieds ; et de nombres fractionnaires : 15 pieds et de 1 à 4 pouces, 18 pieds ½ ... Un nombre fractionnaire de pieds signale forcément une conversion et quant aux nombres entiers, observons qu’ils répètent souvent ceux des compositions de perches expliquées jusqu’ici : 15 pieds carolingiens pour 16 pieds romains ; 18 pieds néo-drusiens pour 20 pieds néo-romains ; 20 pieds manuels pour 24 pieds de type romain de la perche impériale qui se divise aussi en 25 – mais l’époque, l’usage et même la réalité de toutes ces perches sont à interroger (cf. plus loin et 08.1. Acres coutumières).

Par ailleurs, le fait premier que l’acre soit décrite comme un rectangle de 4 × 40 perches n’est généralement pas discuté ni toujours mis en rapport avec la définition de l’ansange inscrite dans la *Loi des Bavarois* et sur laquelle j’ai insisté car elle donne précisément la configuration de la plupart des unités nommées acres. Or, on trouve en Angleterre (Robertson, 1872 : 91, repris par plusieurs), et plus précisément dans la *Chronicle of Battle Abbey – Historia Foundationis Abbatiae de Bello*, citée déjà par Du Cange, s. v. *acra*, une acre de 4 × 40 perches de 16 pieds, soit 64 × 640 pieds = 40 960 pieds carrés, mesure qui distribuait les terres données par le Conquérant pour la fondation de cette abbaye. C’est très clairement l’acre comptée à la perche de 15 pieds carolingiens soit de 16 pieds romains que nous avons vue : « *Habuit in longitudine 40 perticas et 4 in latitudine, pertica vero 16 pedes. Quod si acra habebat 20 perticas in longitudine, habebat 8 in latitudine et sic per reliqua.* » (*loc. cit.*) De plus, cette expression démontre la faculté de se représenter et de calculer une superficie en différentes configurations. Mais l’acre statutaire n’existait pas encore.

Nicholson (1912 : 84 *sqq.*) établit sur la même description une hypothèse séduisante en donnant la perche anglaise pour 16 pieds du Rhinland (de Leyde-Prusse), sans relier ceux-ci à

la métrologie carolingienne. Il compte 16 de ces pieds (à 0,313 850 m) pour 16 pieds et 5,7 pouces anglais (5,021 58 m), soit pratiquement 16 ½ pieds (5,029 2 m), ce qui semble prometteur. Richeson (1966 : 25) reprend et appuie cette idée. Mais pourquoi diable n'aurait-on pas conservé cette perche de 16 pieds, si pratique ? La solution, à l'évidence, n'est pas là.

Robertson (1872 : 91 *sqq.*) trouve dans les lois du roi Æthelstan des acres allongées au sillon de 60 perches et larges de 4 perches de 16 pieds, des *langeneckre* de 64 × 960 pieds, ce qui est pour moi à la fois une partition et un doublement : cela représente deux fois 120 perches carrées de 16 pieds de côté, soit deux fois les 30 720 pieds carrés romains du Morgen du système de Calenberg (04.0). Une seule de ces unités serait alors, conséquemment, cette *acra per iii perticas* ou *acra per perticam iii virgarum*, une acre de 3 vergées (*rood*) plutôt que de 4, repérée par Drew (Jones, 1979 : 17). Zupko (1966 : s. v. « perch-land ») signale, pour 1200 environ : *tres percatas terre pro dimidia acra*, ce qui signifie que trois perchées (ou vergées) composent la moitié d'une acre ; cela confirme et cette partition et ce doublement. Notons qu'il s'agit d'acres carolingiennes de 160 perches carrées à la perche de 16 pieds de type romain, et non d'acres statutaires ; et que la mesure de 120 perches carrées de cette sorte est en même temps 1/2 *langeneckre*, 3/4 de l'acre carolingienne et 2/3 du Joch. Cela nous ramène au *Burghal Hidage* où la défense d'une largeur d'acre de 4 perches de la muraille, qui nécessite le revenu de 16 hides représentés par 16 hommes à 4 par perche, ne peut se concevoir aisément que s'il s'agit de perches de 16 pieds.

Ces dernières observations indiquent que plusieurs façons de mesurer les terres apparues en Europe continentale depuis l'Antiquité, en particulier le système carolingien et ses premières reconversions, ont traversé la Manche. L'objection voulant que l'Angleterre n'ait pas entièrement fait partie de l'Empire carolingien doit être relativisée. L'Empire, quel qu'il soit, n'est-il pas le monde, pour l'Occident ? Après 1066, l'excellente administration normande s'est transportée en Angleterre et c'est à partir de là qu'il faut revenir au problème de la définition de l'acre statutaire de 160 perches carrées à la perche de 16 ½ pieds.

05.2. Nouvelle approche

Au détour d'autres considérations, Berriman montre qu'il détenait sans le savoir deux clés du problème à résoudre. La première (1953 : 41) lui fait écrire que le jugère romain antique équivalait à la mesure nommée *biga* dans le nord de l'Inde, d'après une enquête du gouvernement britannique en 1825. Selon son idée – mais quel curieux détour ! – cela confère aussi au jugère antique la superficie de 100 *poles* carrés statutaires (de 16 ½ pieds d'Angleterre), ce qui est exact (cf. *infra*). Mais ce n'est qu'à l'inverse, si l'on veut bien suivre l'histoire, que l'acre anglaise peut être mise en rapport avec le jugère antique, dont elle est indirectement issue : aussi Berriman aurait-il dû écrire que l'acre valait 160/100 du jugère antique, ses 8/5. Or, le Joch impérial couvrait 8/5 du jugère antique (02.3). Je pose donc l'hypothèse que l'acre anglaise résulte d'une conversion du Joch impérial.

L'autre clé évoquée par Berriman (*eod. op.* : 136), indique que la perche royale française égalait la perche anglaise multipliée par la racine carrée de 2 : « a pole equal to $\sqrt{2}$ English pole, and the rating of this French pole was 6 aunes [...] to 4 roman feet [...] Another rating for the French pole was 22 pieds... » Ce constat ramène à la perche impériale de 24 pieds de type romain, à laquelle la perche royale française de 22 pieds était ajustée (04.2 et 04.3 ci-dessus ; voir aussi 09.2 ; 09.3). Ainsi la perche anglaise (5,029 2 m) multipliée par $\sqrt{2}$ mesure 7,112 362 5 m, ce qui est proche en effet de la perche royale française de 22 pieds, dernièrement 7,146 468 m. Et cette même perche anglaise multipliée par $\sqrt{2}$ donne 24 pieds à 0,296 348 4 m, tout à fait admissibles comme pieds de type romain. L'observation de Berriman – il n'indique pas de source – est donc excellente, mais...

À nouveau, historiquement, l'opération doit être posée à l'inverse, puisque c'est la perche impériale, tardo-antique, qui pourrait avoir déterminé la perche anglaise, plus récente. Rappel : le Joch impérial originel renfermait 180 perches carrées carolingiennes de 16 pieds de type romain = 46 080 pieds carrés ; calculé à la perche impériale, il se divisait en 80 perches carrées : $46\ 080 \div 80 = 576$ dont $\sqrt{\quad} = 24$. Or cette configuration du Joch est des plus courantes dans toute la moitié Ouest de la France, d'où viennent les Plantagenêt et où l'influence de leur

administration s'est fait sentir durant des siècles (le tableau ci-dessous reprend et complète celui du point 04.3) :

Province	Appellation	Composition
Bretagne	Journaux de Brest, de Saint-Brieuc, de Saint-Malo, de Nantes, de Vannes...	80 cordes de 24 pieds de côté = 46 080 pi ²
Maine	Journal de Mayenne Journal 4/5 de l'arpent de 100 p ² au Mans	80 chaînées de 24 pieds de côté = 46 080 pi ² 80 chaînées de 25 pieds de côté = 50 000 pi ²
Anjou	Journal d'Angers	80 perches ² de 25 pieds de côté = 50 000 pi ²
Touraine	Journal de 2/3 de la septerée / sesterée ou de 4/5 de l'arpent de 100 perches carrées	80 chaînées de 25 pieds de côté = 50 000 pi ²
Poitou	En principe comme ci-dessus. Beaucoup de lieux ne connaissent que la boisselée, sous-unité de 10 à 25 perches ou chaînes carrées.	n perches de 25 pieds de côté n chaînées de 24 pieds de côté (ou de 4 × 4 toises de 6 pieds)
Normandie	L'unité se nomme <i>acre</i> , invariablement	160 perches ² de 24 pi de côté = 92 160 pi ² 160 perches ² de 22 pi de côté = 77 440 pi ²

Laissons de côté les provinces plus méridionales, en Aquitaine, parce que leurs mesures sont converties au pied manuel ou à l'empan ; leur analyse sera reprise (chap. 09). Mais l'acre la plus courante de Normandie – ce seul nom d'acre doit attirer l'attention – comporte 160 perches carrées ; elle vaut donc simplement le double des autres mesures. Observons que la perche, quand elle ne comporte pas 24 pieds, peut en comporter 22 : c'est la perche au pied de roi, son équivalent exact, ou bien elle en comporte 25, mais c'est encore la même perche, au pied « 24/25 », comme observé au chapitre précédent (04.2 ; 04.3).

Il est alors loisible d'avancer, et je pose ici fermement une seconde hypothèse : la décision de construire l'acre anglaise a été motivée par l'idée de recréer une acre familière de 4 × 40 perches = 160 perches carrées, mais qui soit, quant à sa mesure effective, un Joch impérial. Il s'ensuit que, pour doubler le nombre de 80 perches impériales carrées tout en conservant la

superficie globale de l'unité, il fallait que la superficie de la nouvelle perche carrée vaille la moitié de celle de la perche impériale au carré.

Le problème géométrique sous-jacent est déjà exposé dans le *Ménon* de Platon, où Socrate montre à un esclave, en traçant des figures sur le sol, comment on peut construire un carré ayant le double de la superficie d'un carré donné : par la diagonale – c'est-à-dire, mathématiquement, par $\sqrt{2}$. Comme le rappelle Dilke à propos des mesures romaines (1987 : 19), Platon ne désire pas enseigner ainsi une application du théorème de Pythagore ; il veut plutôt démontrer que l'esprit de l'esclave, être inculte, est habité de connaissances innées provenant d'une vie antérieure. Mais laissons ici la métempsychose. Utilisons le corollaire voulant que la demi-diagonale d'un carré détermine un autre carré dont la superficie sera la moitié de celle du premier.

La démarche la plus simple consiste alors à tracer un carré représentant la perche impériale, à l'entrecroiser de ses diagonales et à saisir visuellement que deux des quatre triangles ainsi délimités, accolés, vont former une nouvelle perche carrée couvrant la moitié de la superficie de cette perche impériale ; et les demi-diagonales de la perche impériale qui deviennent les côtés de cette nouvelle perche carrée délimitent une perche linéaire plus petite d'un facteur $\sqrt{2} \div 2$.

On connaissait au Moyen Âge des approximations de $\sqrt{2}$ (p. ex. Pfeiffer, 1986b : 14 et *passim*), dont le rapport 24/17, soit 12/17 pour la demi-diagonale. Sans en référer à la perche impériale ni à sa demi-diagonale, Kidson (1990 : 75) trouve la mention d'une perche de 17 pieds dans le traité *Pauca de mensuris*, du IX^e siècle (éd. récente du *Corpus agrimensorum Romanorum* par Del Lungo, 2004 : 719 *sqq.*) ; il fait l'hypothèse qu'une perche de 17 pieds romains (comptés à 0,296 m = 5,032 m) est la pièce manquante du puzzle : c'est la perche anglaise ; il établit ensuite un rapport avec la mise au carré du jugère antique : l'*actus*, le carré de 120 × 120 pieds qui constitue la moitié du jugère, peut être doublé en un carré ayant pour côté sa diagonale ; 17/12 étant l'approximation renversée de la diagonale (côté pour demi-diagonale) – c'est aussi une autre approximation de la diagonale (McCague, 2003 : 13) – il s'ensuit que 170 pieds formeront le côté d'un jugère mis au carré pour 10 × 10 perches de

17 pieds , ce qui, en fait, majore quelque peu le jugère, à $28\,900\text{ pi}^2$. Cela revient à dire que le jugère antique pouvait équivaloir, en gros, à 100 perches carrées de 17 pieds romains, et c'est ce que Berriman entendait en affirmant qu'il valait 100 poles carrés. Tout cela se recoupe. Jones (1979 : 14) note qu'une perche de 17 pieds en remplace explicitement une autre de 16 pieds, dans un acte de 1284. Observons que ce sont là des mentions ou des explications d'ordre scolaire, et non de l'arpentage.

Partant de là, la proposition de Kidson de retrouver une mesure carrée de 680×680 pieds romains équivalant selon lui à 10 acres accolées de front ne convainc pas. Il la soutient (1990 : 79, 80) par un motif décoratif de carrés emboîtés par leurs diagonales et doublant ainsi de superficie : 120 pieds (c'est l'*actus* romain), 170 pieds (le jugère mis au carré), 340 pieds (?), 480 pieds (l'*heredium*), 680 pieds (?). Or, le jugère mis au carré grâce à une perche de 17 pieds a pu être un exercice d'école, mais aucune mesure effective de cette composition n'est repérable, ni en Grande-Bretagne ni ailleurs. De plus, les longueurs de 340 et 680 pieds ne se rencontrent nulle part. Dans cette figure, seuls l'*actus* et l'*heredium* ont effectivement existé, mais à la perche de 10 pieds. Il est tout à fait impossible de les décomposer en perches de 17 pieds. Ce cheminement donne pourtant un pied anglais dont le rapport avec le pied romain ($680/660$, donc $34/33$) est fort séduisant ($0,304\,8 \times 33/34 = 0,295\,835\,2\text{ m}$) mais n'est établi que sur un *furlong* de 680 pieds romains qui n'a jamais existé.

Il faut encore mentionner l'ouvrage posthume et très curieux de F. Seebohm *Customary acres and their historical importance* (1914). Il n'est que rarement cité, sauf pour le chapitre sur l'ancien mille d'Angleterre. Après avoir tenté de relier les mesures anglaises avec d'autres d'une étrange façon – 1. Il ramenait toutes les mesures traitées à la forme acre de 4×40 perches. 2. Il raisonnait uniquement sur des dimensions métriques. 3. Il partit du Pays de Galles pour aboutir à l'Égypte ancienne, alors que la marche de la civilisation aurait dû lui faire parcourir le chemin inverse –, Seebohm produisit une figure géométrique, la dernière dans son ouvrage, d'un carré contenant 8 jugères antiques, donc de 480×480 pieds romains. Sans être conscient du fait que cette figure contenait également 5 Joche impériaux qu'il ne connaissait pas, Seebohm en traça la diagonale pour trouver une longueur dont il perçut qu'elle était celle d'un *furlong* de l'acre d'Angleterre. Ce nouveau carré construit sur la

diagonale contiendrait en effet 10 acres d'Angleterre selon les proportions que nous venons de dégager. Mais la composition de la perche et la dimension du pied ne s'expliquent toujours pas.

Parvenir à 16 ½ pieds

Repartons alors d'observations faites par Guilhiermoz (1913 : 294 *sq.* ; 1919 : 94 *sq.*). Cet auteur attire l'attention sur le fait qu'il existait, en même temps que le pied actuel – et encore différent des pieds mentionnés dont les auteurs cités ont supputé l'existence – un autre pied bien attesté en Angleterre. Se fondant sur un passage du *Britton* mentionné par plusieurs (éd. Nichols : 1 xxxi, 5) « Et li avoms assigne a delivrer estaundartz [...] le aune de deus coutes et deus pouz... », Guilhiermoz interprète « aune » comme étant le yard actuel qui vaudrait ainsi 2 coudées et 2 pouces, soit 38 pouces... d'un autre pied. Puis il identifie cet autre pied, non sans un ajustement, à celui que l'on peut déceler dans l'aune de Londres.

Cela paraît justifié car le yard, établi (pense-t-on...) dès le temps du roi Henri I^{er}, peu après 1100, à trois pieds (Grierson, 1972 : 17 ; Connor, 1987 : 83) mais répandu avec l'imposition d'étalons au temps de Richard I^{er} par l'*Assize of Measures* de 1196, existe concurremment avec l'aune dont cette même *Assize* exige que les tissus en aient deux en largeur – une aune double, c'est-à-dire de 4 pieds, soit une aune de Londres, et non deux yards, ce qui serait peu vraisemblable comme largeur de tissu minimum. Dès cette époque, le yard, que les souverains n'ont jamais réussi à imposer comme aune, s'est trouvé en conflit avec l'aune des marchands de Londres. Connor [1987 : 91 *sqq.*] enjoint ses lecteurs de lire les textes en tenant compte de l'ambiguïté du terme *ulna*, qui peut aussi bien signifier aune de 2 pieds, à l'antique, aune double de 4 pieds de Londres, que yard de 3 pieds royaux d'Angleterre.

L'aune de Londres a été comptée, en mesure métrique, pour 1,143 m, cela appuyé par le fait qu'elle équivalait à 5 *quarters*, 5/4 du yard – et $1,143 \times 4/5 = 0,9144$ m, ce qui est bien la mesure du yard. La division de l'aune en 4 pieds leur donne 0,285 750 m. Le pouce, douzième de cette mesure, multiplié par 38 n'égale pas tout à fait le yard, d'où l'ajustement de Guilhiermoz à 38 pouces et 2/5, ce qui l'égale : $0,28575 \times 38,4 \div 12 = 0,3048 \times 4 = 0,9144$ m. C'est une manière d'établir le rapport entre le pied actuel et le pied de l'aune :

$36 \div 38,4 = 0,9375$ pour 1. En voici une autre, mieux appropriée parce qu'utilisant les fractions : un yard $\times 5/4$ soit 5 *quarters* du yard, c'est l'aune de Londres ; mais c'est aussi 3 pieds $\times 5/4$, soit 3 $\frac{3}{4}$ pieds, nombre qui, divisé par 4 égale $15/16$, valeur du pied de l'aune par rapport à celui du yard – $15/16$ égalant bien sûr 0,9375. Un passage du *Monasticon* (éd. Dugdale, 1846, IV : 43, n° 15, cité par Guilhiermoz [1913 : 295]) le confirme : « .xii. ulnas majores vel .xv. virgas ». C'est-à-dire que 12 grandes aunes de 4 pieds, soit 48 pieds (de Londres), valent 15 yards de 3 pieds, soit 45 pieds (d'Angleterre), ce qui met bien ces deux pieds dans un rapport $16/15$. Je pose alors l'hypothèse, c'est la troisième, que le rapport entre le pied de l'aune et celui du yard recèle la clé du compte de $16 \frac{1}{2}$ pieds à la perche.

La dimension du pied de l'aune de Londres, 0,285 750 m, est de toute évidence celle d'un pied « $24/25$ » de pied néo-romain dont l'idéal métrologique est de 0,285 858 6 m. Or Delisle (1851 : 532 et n. 30) puis Guilhiermoz (1913 : 282) attireraient déjà l'attention sur le fait que les ducs de Normandie utilisaient une perche de 25 pieds : c'est la perche impériale divisée en 25 pieds « $24/25$ » dont je décelais plus haut l'usage en matière agraire en Lorraine, par exemple, mais aussi en Touraine, en Anjou (04.3). Pour l'Angleterre, Connor (1987 : 45 *sqq.*) documente soigneusement la question de la « woodland perch » (du domaine royal) de 25 pieds. Cette perche serait encore celle qu'un Close Roll de Henri III (Zupko, 1968 : s. v. perch) mentionne pour 1229 : *Pertica continere solet vel xxiv vel xxv pedes manupedum temporibus H. regis avi regis, R. regis avunculi et J. patris domini regis, sic placet domino regi et consilio suo quod pertica magis usitata et continente in longitudine xxiiii vel xxv pedes manupedum in essartis mesurandis*. L'explication du pied, de la perche et de l'acre d'Angleterre doit bien être fondée sur la perche impériale de 24 pieds de type romain divisée en 25 pieds « $24/25$ », qui était celle des ducs de Normandie – mais d'ordonnance impériale, à l'origine. (On remarque que le texte cité nous ramène à Henri II.)

D'après les formules dégagées, utilisant la demi-diagonale, la nouvelle perche destinée à créer l'acre statutaire mesurait, à ce pied $24/25$: $25 \times \sqrt{2} \div 2 = \sim 17,677\ 668$ pieds ; et, par l'une ou l'autre des approximations connues, par exemple : $25 \times 12/17 = 17^{11/17}$ pieds – ce qui se trouve valoir entre $17^{3/5}$ et $17^{2/3}$ de ces pieds, nombres bien mal pratiques. En plus de cet inconvénient, les experts mandés à la conversion du Joch impérial ont pu constater que le pied

de la perche de leur souverain, le pied $24/25$, était court et, soit qu'ils l'aient considéré comme un pied de 15 doigts auquel il fallait redonner les 16 doigts du pied romain, soit qu'ils l'aient considéré comme un pied romain qu'il convenait de remplacer par un pied impérial, à $16/15$ de pied romain : dans un cas comme dans l'autre, ils l'augmentèrent à ses $16/15$.

Là réside la dernière clé : d'une perche impériale de 25 pieds composant un carré dont ces experts supposés prirent la demi-diagonale pour dédoubler les 80 perches carrées du Joch impérial en 160 perches carrées de l'acre d'Angleterre, ils parvinrent à une perche linéaire résolue pour la pratique à $17^{3/5}$ pieds, nombre qui, à 15 pour 16, égale $16 \frac{1}{2}$ pieds. C'est tout cela qui explique l'étonnant compte de $16 \frac{1}{2}$ pieds à la perche toujours en usage.

Cette résolution va de pair avec le compte d'une mesure agraire (le Joch), d'une perche (impériale) et d'un pied (« $24/25$ ») attestés sur une aire très large et depuis longtemps à l'époque où l'on peut situer la création de l'acre. Elle découle du calcul d'une demi-diagonale approchée de la perche de 25 pieds et du choix d'un pied à $16/15$ de $24/25$ de pied néo-romain, c'est-à-dire à $128/125$ de ce dernier pied. Il est vraiment piquant de constater que c'est une décision en matière agraire, prise au XII^e siècle probablement, qui a entraîné la prorogation de l'essentiel de la métrologie anglo-saxonne jusqu'à nos jours – et non seulement spatiale : une partie des mesures de capacité et de masse en proviennent. Pourtant, le pied de Londres et la perche dont il découlait avaient de bonnes assises métrologiques, provenaient d'autorités très hautes, étaient fort répandus et permettaient d'exprimer le Joch impérial en $80 \times (25 \times 25) = 50\,000$ pieds carrés.

Peut-être une volonté d'accommodement a-t-elle présidé à l'établissement – au rétablissement, sans doute, aux yeux des contemporains – de l'acre de 4×40 perches : la manière de compter restait la même ; et mieux, le roi ne renonçait pas à sa mesure. On a souvent évoqué ce trait de la mentalité médiévale qui redoute l'invention : une mesure ne doit jamais se présenter comme une nouveauté ni découler de l'arbitraire ; elle doit plutôt retrouver un état des choses antérieur, jugé par principe meilleur : c'est ainsi qu'elle rétablit la justice. Une mesure connue, officialisée dans le système carolingien – l'acre de 4×40 perches présente dans le pays –

combinée avec une mesure revêtue elle aussi d'une autorité – le Joch exprimé en 80 perches impériales, précisément – était à ce double titre incontestable.

Parallèle normand

Il tombe sous le sens que pour étayer cette explication de l'acre anglaise, il faudrait en trouver une indication en Normandie, puisque je la fonde sur l'usage de la perche impériale mesurant un Joch de 80 perches carrées, unité dont on peut attribuer l'extension à l'Angleterre par l'administration normande après 1066. L'étude des anciennes mesures agraires de Normandie par Navel (1932) demeure la plus complète et, bien que cet auteur n'établisse aucun lien avec la métrologie post-carolingienne ici restituée, ses résultats recèlent la possibilité de ce cheminement par les nombres. Voici, en quelques étapes, une manière de la décrire.

Les ducs de Normandie avaient donc adopté la perche impériale divisée en 25 pieds, usage maintenu par les Plantagenêt sous le nom de « grande perche royale » (Delisle, 1851 : 531 *sqq.*). L'unité de mesure agraire se nomme toujours acre (Navel, 1932 : *passim*), tout en présentant une variété que l'on peut attribuer à l'usage contemporain ou successif, comme en beaucoup de lieux et tout comme en Angleterre, de l'acre carolingienne et du Joch impérial. Cependant, la plus importante des acres normandes, en usage à la fin du XVIII^e siècle dans près de 1 800 localités, soit plus de la moitié de la Normandie, se définit en 160 perches carrées de 22 pieds de roi, la perche royale française, et plus rarement de 24 pieds de 11 pouces de roi (voir aussi Garnier *et al.*, 2000 : *passim*), mais ce sont deux perches exactement équivalentes et qui sont des expressions de la perche impériale au même titre que celle de 25 pieds, fait amplement démontré dans ces pages.

Il faut alors comprendre ceci, quant à l'époque de la fixation des mesures en Normandie : la perche royale française remplace celle des ducs au XIII^e siècle, pouvoir oblige, mais c'est toujours la perche impériale ; le calcul de sa demi-diagonale qui définit la perche anglaise n'est pas introduit ; on tient là aussi à conserver une acre de 160 perches carrées ; on compte cette acre à la perche impériale entière et le résultat est un double Joch, deux fois 80 perches impériales au carré. Cette acre normande/double Joch recèle donc à la perche ducale normande de 25 pieds, $160 \times 625 = 100\ 000$ pieds carrés, deux fois 50 000 pieds carrés, compte exact du

Joch au pied 24/25 ; à la perche de 24 pieds de type romain, $160 \times 576 = 91\,260$ pieds carrés dont la moitié, 46 080 pieds carrés, est toujours la mesure du Joch impérial ; à la perche royale française de 22 pieds, l'unité sera à la fin convertie pour $160 \times 484 = 77\,440$ pieds carrés de roi ; cela lui attribue une superficie de $\sim 8\,171,518\text{ m}^2$ que les références citées, et d'autres (Doursther, 1840 : *s. v.*), confirment. La mesure de l'acre normande est bien le double de l'acre d'Angleterre par le compte caché du Joch impérial. Elle se trouve un peu plus forte à la fin du XVIII^e siècle, puisque $8\,171,518 \div 2 = 4\,085,759\text{ m}^2$ (pour les $4\,046,856\text{ m}^2$ de l'acre anglaise). Ce léger excès de superficie s'explique par le fait que le pied d'Angleterre provient du calcul d'une diagonale, qui est forcément une approximation.

Les décomptes des grandes étendues de terres servant de base d'imposition (« manses », mais hides en Angleterre, charruées en Normandie, cf. 07.4 ; et 08.1. *Manières de conversion*) apporteront encore un appui à l'explication ici avancée de la principale unité de mesure agraire du monde anglo-saxon aujourd'hui encore.

On peut enfin rappeler, à propos du Joch décompté à la perche impériale, que bien des régions de l'Ouest de la France, celles qui furent justement sous le pouvoir des Plantagenêt pendant des siècles (Maine, Anjou, Poitou...), et de plus toute la Bretagne, connaissent la (même) mesure de 80 de ces perches – parfois substitutives, mais peu importe ici (cf. ci-dessus et 09) – ce qui atteste de la présence massive du Joch impérial sur une aire considérable en France également, en particulier dans la France « anglaise ».

05.3. Mesurages historiques

Quant à la dimension du pied d'Angleterre, elle peut se calculer à partir du pied néo-romain, dont la valeur métrologique est donnée par celle du pied de 11 pouces de roi (chap. 03 ; voir aussi chap. 09). Les données le montrent, ce pied est celui sur lequel le pied d'Angleterre a été réglé :

le pied néo-romain, valeur métrologique = 0,297 769 4 m

le pied d'Angleterre, ce pied néo-romain $\times 24/25 \times 16/15$ (soit $\times 128/125$) = 0,304 915 8 m

C'est le pied « international » d'aujourd'hui, de 0,304 800 m, à un dixième de millimètre près.

Voici d'ailleurs quelques mesures comparatives du pied d'Angleterre, transcrites ici en mesures métriques d'après diverses sources datant d'avant le système métrique. En plus des références déjà citées : *Philosophical Transactions*, à propos de Maskelyne (1768 : 575 *sqq.*) et synthèse de Shuckburgh-Evelyn (1796 : 300 *sqq.*) ; *L'Encyclopédie*, art. « Mesure longue » que d'Alembert dit tirer de Fréret (vol. 28 : 422 *sqq.*) ; Rory, [Ely Cole] (1826) ; Kellaway (1944) ; Stecchini (I.3 en ligne) ; Smith (1969) ; Duncan, Baffoe et Bilson-Darku (2002).

Source	Calcul	Métrique
Bird, 1768	1 pied anglais = 135,115 4 lignes de roi	~ 0,304 800 m
Maskelyne, 1768	1 toise de 6 pieds de roi = 76,734 pouces anglais	~ 0,304 800 m
Raper, 1760	1 pied de roi = 1,065 4 pied anglais	~ 0,304 900 m
Young, 1740	1 pied anglais = 135,17 lignes de roi	~ 0,304 920 m
Graham, 1740	114 pieds anglais = 107 pieds de roi	~ 0,304 890 m
Greaves, 1647	1 <i>palmo archittonico</i> de Rome = 0,732 pi anglais (le pied de ce palmo égalant donc 0,976 pi anglais)	~ 0,305 220 m
Briggs, 1585	1 pied anglais = l'arête d'un cube contenant le poids en eau de 1 000 onces <i>averdupois</i>	~ 0,304 920 m

Le pied de Bird (1758) est celui de la règle qu'il avait lui-même construite sur instructions de la Royal Society et il montre déjà le rétrécissement qui a mené au choix du pied actuel. Il

s'agit alors de comprendre les calculs antérieurs dans les termes de leur époque et en relation avec le rapport établi ci-dessus de 128/125 du pied néo-romain pour un pied d'Angleterre.

Dans les *Philosophical Transactions* (1768 : 575 *sqq.*), on rapporte que l'astronome Maskelyne conclut, après correction, que les 363 771 pieds anglais d'un certain degré terrestre égalent 341 328 pieds de roi. C'est bien en corrigeant et le calcul de ce degré et son évaluation d'une toise de Paris à 76,734 pouces anglais que Maskelyne trouve l'équivalent de 0,304 798 8 m (ici arrondi à 0,304 800 m) pour un pied d'Angleterre.

Pour Raper, partant du fait que le pied de roi se divisait en 12 pouces de 12 lignes de 12 points = 1 728 points, on constate qu'il connaissait peut-être le rapport 128/125 et qu'il l'a tout simplement décimalisé : son calcul donne $1\,728 \div 1,065\,4 = 1\,621,926$ points de roi au pied anglais. Or, $1\,728 \times 11/12 \times 128/125 = 1\,622,016$ points, le même pied anglais, à moins d'un dixième de point près, soit moins de 0,02 millimètre. L'un ou l'autre de ces rapports se compte plus aisément, arrondi, à 1,065 4 pour 1, d'où un pied d'Angleterre à 0,304 899 m. (Ailleurs aussi : Cristiani [1760 : 19] propose le rapport 864/811 entre pied de roi et pied d'Angleterre, soit en points de roi 1728/1622, comme Raper, en fait.)

Le calcul inverse utilisé par Young, de 135,17 lignes de roi pour un pied anglais, s'éclaire alors : le pied de roi comportant 144 lignes, $144 \times 11/12 \times 128/125 = 135,168$ lignes, qui s'arrondissent aisément à 135,170 – et Young pensait sans doute à $135^{1/6}$ lignes, soit 135,166 6 lignes, soit encore 0,304 912 8 m.

Graham, qui construisit plusieurs étalons pour la Royal Society, n'a peut-être pas ignoré le rapport décelé avec le pied néo-romain de 11 pouces de roi, car 114 (pieds d'Angleterre) $\times 128/125 \times 11/12 = 107,008$ pieds de roi (pour 107 trouvés par lui). Cela donne une bonne indication de la pertinence du calcul dont la résultante pratique ne pourrait guère s'approcher davantage (ici 0,304 893 1 m).

Le calcul plus ancien de Greaves donne, selon le pied tiré du *palmo architetonico* de Rome tel qu'il fut converti en 1810 : $0,297\,895\,8\text{ m} \div 0,976 = \sim 0,305\,220\text{ m}$ pour le pied d'Angleterre. Par ailleurs la fraction décimale 0,976 pour 1 est d'une proximité significative avec le rapport

125/128 qui est exactement 0,976 562 5 pour 1 – et qui donnerait au pied d'Angleterre 0,305 045 2 m.

Le calcul le plus ancien, de Briggs, est très intéressant par le fait qu'il représente la manière d'établir une unité de masse par l'arête d'un volume cubique (divisée en 10 sections pour que ce volume contienne 1 000 unités cubiques [= 10³]). À l'inverse, l'once *avoirdupois* ayant une masse de ~ 28,349 5 g, un pied cube rempli de l'équivalent de 1 000 onces *avoirdupois* en eau a un volume – si l'on admet l'égalité approximative 1 kilogramme = 1 décimètre cube d'eau – de ~ 0,028 349 5 m³, dont l'arête soit la racine cubique mesure ~ 0,304 917 5 m. Or la résolution à 128/125 du pied néo-romain donne la valeur incroyablement proche de 0,304 915 8 m. Ce résultat ramène à l'idée que les mesures linéaires sont reliées à celles de masse et de capacité, débat amorcé par Böckh et poursuivi par Hultsch, Lehmann-Haupt, Decourdemanche, Segrè, Oxé... repris par Stecchini. Si l'on peut bien déterminer la dimension du pied d'Angleterre en suivant la filiation des mesures agraires de superficie et conséquemment, ici, des mesures linéaires, on peut en conclure que ce sont ces dernières qui déterminent les unités du système *avoirdupois* – et non l'inverse postulé par cette mouvance.

On voit que le pied d'Angleterre semble être un peu plus long, pour les métrologues britanniques du XVI^e au milieu du XVIII^e siècle, que ne l'est le pied défini en 1824 dans le cadre du Système impérial. Ce n'est pas seulement parce qu'ils le comptèrent sans doute, et avec raison, pour 128/125 du pied de 11 pouces de roi ou du pied tiré du *palmo* de Rome, des mesures bien assurées de leur temps : c'est aussi la dimension que certains étalons leur donnaient. Voici d'ailleurs quelques mesures d'étalons obtenues par le recoupement des rapports établis au XVIII^e siècle sous l'égide de la Royal Society (expertises relatées dans les *Philosophical Transactions*) avec les expériences menées au XIX^e siècle. Les données sont simplifiées et de toute manière relatives. On rencontre de telles comparaisons dès avant l'institution du Système impérial – dans le dictionnaire de Hutton (1815 : *s. v.*), par exemple. Saigey (1834 : 148) en donne de semblables. Harkness (1888, *passim*) en offre un tableau très complet.

Étalon/objet	Équiv. métrique
Règles de Bird, 1768 ; de Troughton, 1796	~ 0,304 800 m
Règle de Graham marque « E » (English), 1742, mesure de Troughton, 1796	~ 0,304 810 m
Règle de Graham marque « Exch » (yard de l'Échiquier), 1743	~ 0,304 760 m
D'après la marque ½ toise de Paris sur un yard « E », 1743	~ 0,304 890 m
Étalon du yard de la Tour mesuré en 1743	~ 0,304 840 m
Étalon du yard de Guild Hall restitué en 1743	~ 0,304 910 m
Étalon du yard de l'Échiquier (Élisabeth I ^{re}), 1588, mes. Troughton, 1796	~ 0,304 920 m
Étalon de l'aune de l'Échiquier (Élisabeth I ^{re}), 1588, mes. Troughton, 1796	~ 0,304 940 m
Étalon du yard de l'Échiquier (Henri VII), 1496	~ 0,304 520 m
Étalon du yard de Winchester (Henri VII), 1490	– ?

La dimension du pied actuel semble donc acquise vers 1760. Auparavant, les calculs proportionnels présentés plus haut et les diverses expertises des années 1742-1743 montrent quelque hésitation entre la fidélité à l'étalon d'Élisabeth I^{re} mesuré par Graham – le résultat de Troughton est bien différent – et l'inclusion des autres, tous un peu plus longs. Est-ce son état matériel ou une erreur qui explique l'écart entre deux mesures pourtant soignées de cet étalon d'Élisabeth I^{re} ? Cette pièce posait des problèmes techniques à la suite d'une réparation ; et il peut y avoir confusion avec l'étalon de l'aune de la même Élisabeth, donnant un pied nettement plus long. Parmi d'autres expertises, l'échange d'étalons entre la Royal Society et l'Académie des sciences de Paris, qui renvoya un yard « E » de Graham marqué d'une demi-toise, paraît assez significatif : il indiquait 3 pieds de roi pour 38,355 pouces, soit un pied d'Angleterre de 0,304 893 6 m. En revanche, l'étalon de Henri VII est plus court que le pied actuel de deux à trois dixièmes de millimètre ; cela pourrait indiquer une rectification sous le règne d'Élisabeth I^{re}. La marque d'un H, sur l'étalon de Winchester, recouvrirait un E estampé sous Édouard I^{er} qui recouvrirait à son tour le sceau de Henri I^{er} dont il serait l'étalon même. C'est douteux selon Grierson (1972 : 4), mais cela indique la vénération que l'on avait pour cet objet.

Quoi qu'il en soit, plus d'un étalon original (plusieurs d'entre eux disparurent dans l'incendie du Parlement en 1834) était construit sur un pied un peu plus long que l'actuel. En établissant ce pied à 0,304 915 8 m, j'exprime le résultat d'un calcul métrologique ; or ce résultat est extraordinairement proche de ceux que nous donnent les anciens calculs proportionnels et les mesures des étalons. Si le rapport arrêté avec le mètre en 1824 donnait un pied plutôt court à 0,304 794 5 m, les exemples présentés indiquent en effet un pied plus long que l'actuel, même parmi les mesurages effectués au XIX^e siècle dans le but de reconstruire les standards détruits. Quant à la dimension officielle du pied international d'aujourd'hui à 0,304 8 m, elle résulte d'une convention établie par simplification.

05.4. Retour sur le pied de Saint-Paul

Revenons à l'ancienne cathédrale Saint-Paul de Londres à titre d'exemple de la proportionnalité des mesures : les 690 « pieds » inconnus mesurés en 1313 correspondent à 560 pieds mesurés en 1657. À n'en pas douter, ces derniers sont des pieds statutaires, et cela donne, au pied d'aujourd'hui, 170,688 m ; en revanche, le « pied » de 1313, contenu 690 fois sur cette longueur, égalerait plutôt $\sim 0,247\ 374$ m. Cela induit que le « pied » utilisé alors n'en était pas un, mais devait être un empan, les $3/4$ d'un pied assez long, par exemple le pied du type de 18 doigts. Outre qu'il a été employé dans l'Antiquité tardive, puis dans l'architecture carolingienne (Arens, 1938, *passim*), plus tard durant le Moyen Âge, et parfois jusqu'au passage au système métrique pour des constructions, tout comme son empan, division fréquente de cannes méridionales, ce pied se confond avec le pied néo-drusien, le « pied de roi 1 », dont la définition même le met en rapport de 9 à 10 avec le pied néo-romain (03.2) ; il est donc des plus courants.

Il est alors loisible de poser le calcul théorique suivant, à propos de l'ancienne cathédrale Saint-Paul : 560 (pieds anglais actuels) $\times 128/125 = 573^{11/25}$ (pieds néo-romains) $\times 9/10 = 516^{12/125}$ (pieds néo-drusiens) $\times 4/3 = 688^{16/125}$ empan du pied néo-drusien. On conviendra que c'est très près de 690. La précision relative des deux mesures est déjà remarquable : le pied de Saint-Paul est bien l'empan d'un pied néo-drusien. Reste encore à expliquer les 42 perches, qui ne peuvent résulter d'un total de 690 pieds, puisque 690 ne se divise pas par 42. Le pied de 18 doigts se trouvait à l'origine, selon Hygin, utilisé dans une perche de 12 pieds, soit 16 empan, et $42 \times 16 = 672$ seulement. Impasse ? Ne peut-on pas penser alors qu'un petit « i » manque sur le manuscrit pour écrire 43 (xliii) perches, puisque $43 \times 16 = 688$, et que les ~ 2 pieds restants ont été ajoutés pour arrondir ce nombre ? C'est ainsi que ce type de problème me semble devoir être résolu, par hypothèse.

Car, plus facilement encore, on peut poser que : 688 (empan dits pieds de Saint-Paul) $\times 3/4 = 516$ (pieds néo-drusiens) $\times 10/9 = 573^{1/3}$ (pieds néo-romains) $\times 125/128 = 559^{43/48}$ pieds actuels, soit 559 pieds, 10 pouces et $3/4$, pour 560 pieds ! Un tel résultat est significatif, on en

conviendra – de deux faits : la proportionnalité des mesures ; et leur précision rigoureuse. Cette hypothèse finale donnerait le pied de Saint-Paul pour $\sim 0,248$ m, empan d'un pied de quelque 0,331 m, ce qui est bien la dimension d'un pied néo-drusien. Connor (1987 : 85-87) pense que le pied dit de Saint-Paul pouvait être l'étalon d'un pied statutaire apposé sur un pilier de la cathédrale. Il est bien possible qu'un tel étalon ait été placé à la vue du public. Mais quant au « pied » ayant présidé à l'édification de l'ancienne cathédrale Saint-Paul elle-même, je penche plutôt, à la suite de ce qui précède, pour l'usage d'un empan du pied néo-drusien.

Bilan

L'acre d'Angleterre est une conversion du Joch impérial ; la perche est savamment calculée à partir de la demi-diagonale de la perche impériale divisée en 25 pieds, soit en pratique $17^{3/5}$ pieds ; et le pied d'Angleterre est ajusté à $16/15$ de ce pied « $24/25$ » de néo-romain. Cette proportionnalité donne un pied anglais de $16/15 \times 24/25 = 128/125$ du pied néo-romain.

J'assume ici que cet ensemble de conclusions amène la première explication métrologique complète et appuyée historiquement : du compte de $16 \frac{1}{2}$ pieds à la perche ($17^{3/5} \times 15/16 = 16 \frac{1}{2}$ pieds) ; de la dimension du pied ; et de la composition de l'acre elle-même.

La suite de cet essai (08.1) proposera le décryptage de quelques acres dites coutumières, très répandues en Grande-Bretagne, mesures qui n'ont effectivement disparu qu'après l'instauration du Système impérial de 1824. Ces acres coutumières, dont l'origine est à situer antérieurement à celle de l'acre statutaire, ne proviennent pas du Joch impérial, mais des autres mesures repérées aux temps carolingiens ou même de la mesure romaine. Cela tendrait à démontrer que, en Angleterre comme sur le Continent, la prescription d'une mesure officielle n'a pu chasser les plus anciennes, et que l'usage de cette mesure officielle a dû se limiter à deux champs d'application restreints et distincts : l'arpentage de terres nouvellement allouées, à prendre sur la « forêt », réserve royale, ce qui pourrait situer des zones de défrichement ; et le décompte des biens fonciers en vue de la répartition d'obligations et de taxes : on pénètre alors dans le domaine de la fiscalité assise sur l'allocation de grandes

étendues de terres – que l'on nomme hides en Angleterre, Hufen en Allemagne, manses en France et en Italie –, institution qui fait l'objet des chapitres qui suivent.

Les mesures du pied, de la perche et de l'acre d'Angleterre, utilisées jusqu'à nos jours, sont en place au temps de Richard I^{er} Cœur-de-Lion ou même – dit-on – au temps du roi Henri I^{er} qui, écrit Guillaume de Malmesbury (Connor, 1987 : 83), établit le yard « sur la mesure de son propre bras », expression de caractère quasi hagiographique d'une décision dont le fondement est en fait, en bonne métrologie, d'ordre mathématique.

Parenthèse : le yard si malcommode par rapport à la perche agraire, et toujours rejeté comme mesure marchande par les tisserands et les négociants anglais, pourrait bien avoir été établi avant le système de mesures actuel, et presque certainement sur un autre pied : c'est une demi-brasse qui devrait mesurer 3 pieds de type romain, ce qui expliquerait l'analogie avec le corps du roi (on songe au rôle des deux corps du roi chez Kantorowicz) ; et cela induit une relation avec la statuaire (le canon de Polyclète). Par ailleurs, au vu des relations étroites dégagées plus haut entre la mesure du Joch impérial tel qu'il se présentait dans la France de l'Ouest et tel qu'il fut importé en Angleterre, on peut penser que le roi Henri II, qui le premier régna sur toutes ces contrées, ferait un bien meilleur candidat au titre de souverain ayant présidé à l'établissement des mesures britanniques.

Autre parenthèse : un point soulevé lors d'un échange avec Eric C. Fernie pourrait témoigner de l'importance du pied de l'aune de Londres, le pied « 24/25 » sur lequel se fonde la valeur du pied statutaire selon un rapport 15/16. Ce pied « 24/25 » est en effet utilisé aujourd'hui encore dans le monde entier, car : si l'écartement international des voies de chemin de fer est de 1,435 m, c'est que George Stephenson lui-même l'avait fixé à 4 pieds 8 pouces (1,422 4 m), puis à 4 pieds 8 pouces $\frac{1}{2}$ (1,435 1 m) pour tenir compte, pense-t-on, d'un jeu nécessaire, mais à mon sens aussi pour respecter un ancien standard du charroi dans les mines (d'où provient l'idée même de chemin de fer) : sans aucun doute un *passus* de 5 pieds de l'aune de Londres. Et de fait, le rapport 16/15 produit 5 pieds finis de l'aune exactement entre ces deux normes : $5 \times 15/16$ de pied = 4 pieds 8 pouces $\frac{1}{4}$.

05.5. Point métrologique

Le compte de l'acre d'Angleterre délimite un champ à labourer en 4×40 perches de $16 \frac{1}{2}$ pieds, soit 160 perches carrées, soit encore 43 560 pieds carrés. Cette mesure n'a pas changé dans sa définition, qui apparaît au XIII^e siècle et date probablement du XII^e, dans diverses sources souvent mentionnées.

Mais c'est du décompte du Joch impérial en 80 perches au carré de 25 pieds « 24/25 » – utilisé sur les terres Plantagenêt du Continent – que proviennent l'acre et toutes les mesures anglo-saxonnes, linéaires et de superficie, et certaines mesures de capacité et de poids. En effet :

Les 80 perches impériales carrées du Joch ont été dédoublées pour former l'acre statuaire.

On créait ainsi une unité qui respectait la forme acre mais couvrait la superficie du Joch.

Il fallait donc construire une nouvelle perche sur la demi-diagonale de la perche impériale :

À la perche de 25 pieds et par une approximation de $\sqrt{2}$ courante au Moyen Âge (*i. e.* 24/17),

$25 \times \sqrt{2} \div 2 = \sim 25 \times 12/17 = \sim 17^{11/17}$ pieds, soit entre $17^{3/5}$ et $17^{2/3}$ de ces pieds.

Ce nombre est peu pratique, d'où le choix de remplacer le pied 24/25 utilisé jusque-là dans la perche – et jusqu'au XX^e siècle dans l'aune de Londres – par un pied réglé à ses 16/15.

La clé du problème est en définitive : $25 \times \sqrt{2} \div 2 = \sim 17^{3/5}$; et $17^{3/5} \times 15/16 = 16 \frac{1}{2}$ pieds, ce qui donne la composition de la perche d'Angleterre.

La valeur du pied d'Angleterre est ainsi de $24/25 \times 16/15 = 128/125$ du pied néo-romain.

Le pied néo-romain (« métrologiquement », celui de 11 pouces de roi) de $0,297\,769\,4 \times 128/125 = 0,304\,915\,8$ m, le pied d'Angleterre.

C'est le pied international d'aujourd'hui, de 0,304 800 m, à un dixième de millimètre près.

06.0. Les décomptes des grandes étendues

Sommairement : aux temps carolingiens, plus tôt parfois, et plus avant dans le Moyen Âge, de grandes étendues de terres sont attribuées par l'autorité impériale, les princes ou les grandes abbayes à des particuliers (individus ou groupes) en échange de certaines charges d'impôt, de service militaire, de travaux agricoles ou d'approvisionnement. On peut dire à l'inverse – voir les travaux de W. Goffart, de J.-P. Devroey – que certaines charges sont fixées en fonction d'une certaine fortune, recensée, que celle-ci existe effectivement sous forme foncière ou soit l'abstraction d'une fortune équivalente, qu'elle appartienne à un ou à plusieurs individus, ou encore qu'un individu en réponde fiscalement parce qu'il est le bénéficiaire du revenu qui y est produit. Des étendues de terres sont cependant mentionnées dans les polyptyques et censiers des grandes abbayes et dans quelques édits, capitulaires et autres documents émanant des empereurs. Le terme qui les désigne en latin est *mansus* (et ses variantes), que l'on traduit par « manse », et qui est parfois transcrit en français en « meix » ou en « mas » – à rapprocher de maison, cela dit dans un souci de simple intelligence du mot, ce qui n'épuise évidemment pas la question sur ce point. Le travail exemplaire à l'origine de l'étude du manse est bien sûr la publication par Benjamin Guérard, en 1844, du polyptyque de l'abbé Irminon de Saint-Germain-des-Prés, précédé de considérables « Prolégomènes ».

Le problème du manse

Cependant, la seule évocation du manse ouvre une boîte de Pandore regorgeant de l'infinité des questions qu'il pose. Rien qu'en affirmant qu'il s'agit d'étendues de terre déterminées et que l'un des aspects de l'institution du manse est d'ordre géométrique, et non uniquement fiscal, on se trouve engagé dans un débat d'une grande complexité, dont les prémises ont été esquissées à la section 01.4 pour l'Antiquité tardive. Sans revenir en détail sur l'historique du terme *mansus* lui-même ni sur l'évolution de son acception, il paraît avoir désigné d'abord la demeure et l'enclos qui l'entoure (Saint-Jacob, 1941, 1943 ; Schlesinger, 1987a : 537 *sqq.* ; 1987c : 596 *sqq.* ; Devroey, 2006, 419 *sqq.*) avant de comprendre des terres, des droits sur les communs, et des charges. Il n'est pas question non plus de reprendre ici toute la discussion sur

le sens et sur la fonction que l'interprétation des sources donne au manse sur le plan fiscal, militaire, social ou politique en général, en associant son origine au *jugum* romain – ou en déniait ce fait (Meitzen, 1889 ; Sée, 1901 ; Lot, 1925 ; Deléage, 1945 ; Perrin, 1960 ; Magnou-Nortier, 1989, 1993 ; Durliat, 1982, 1990 ; Morimoto, 1995 *et alibi*, etc.).

Perrin, dans son cours (1951 : 61 *sqq.*) situait bien le débat de son temps sur l'origine du manse de terre : A. Romaine, issue du *jugum* – analogie déjà proposée par Guérard (cf. aussi Lot, 1925 a et b). B. Germanique, par la Hufe, institution indigène – proposition ancienne, affirmée hautement par Meitzen (1889 : 18), mais depuis rejetée par Schlesinger (1987a : 537). C. Préhistorique, datant de la première occupation du sol – hypothèse de Marc Bloch, émise déjà par Landau (1854, reprise par Lamprecht, 1885). Rien de concret ne permet de soutenir la thèse « préhistorique », selon Goffart (1972). Deléage (1941), qui voulut l'étayer, et avec quelle énergie, ne convainc pas entièrement dans sa tentative de relier allocation de terres, mesures agraires, types de labour, genre d'instrument aratoire, attelage, structure familiale, en remontant à la préhistoire (sur cette œuvre, voir Abbé, 2005). Le travail de Hannerberg (1955) appuyait ce point de vue sur le plan des mesures par l'archéologie – il pourrait être à reprendre quant aux datations.

Les divers manses, en tant que domaines concrets, rassemblent un certain nombre d'unités de mesure agraires, tout en laissant leurs dimensions en grande partie dans l'ombre à cause de l'ambiguïté de termes comme *bunnuaria* (bonniers) *jugera* (jugères), *jurnales* (journaux), etc. Le manse est d'autant plus difficile à évaluer quantitativement que le mot latin *mansus* sert aussi à désigner diverses Hufen « germaniques » équivalentes, quand le rédacteur du document n'emploie pas le terme latinisé en *huba* (Dollinger, 1949 : 105) – ou *hyda* en Grande-Bretagne (Du Cange donne des références montrant que *mansus*, *huba* et *hyda* recouvrent des conceptions comparables.) L'identité de la Hufe et du manse peut être affirmée (Schlesinger, 1987c : 603 *sqq.*), mais plutôt d'un point de vue institutionnel. Dans ce débat, Lütge (1966 ; 264 *sqq.*) différenciait les Hufen d'un point de vue social (la qualité du détenteur) ; auparavant Kötzschke (1926 : 89 *ssq.*) établit plus d'une différence chronologique, institutionnelle, régionale (terres romanisées ou non) et quantitative (sans entrer dans le détail) – alors que la thèse de Meitzen était que les différences entre Hufen et/ou manses avaient un

fondement ethnique, comme l'indique le long titre de son ouvrage (1895). Dans la ligne du présent essai, une Hufe est bien le pendant du manse en tant qu'étendue de terres propre à servir d'assiette fiscale, mais n'est pas son équivalent quant à la mesure de ces terres ; il y eut aussi évolution et variété de Hufen et de hides (07).

Ce vocabulaire s'enrichit d'une quantité de désignations, dont *carruca(ta)*, charruée, *aratrum*, même sens, *bovata*, bouvée, *virgata*, vergée en ce sens de portion de la charruée, et non division de l'acre. Il en existe des définitions vagues : terres suffisant à une famille de cultivateurs, terres labourées par un train de culture ; ou plus précises : terres comportant tant de journaux ou autres unités, ou même tant de perches. Il peut s'agir de manses ou de Hufen entiers, ou de leurs divisions. Tous ces mots sont en correspondance, par synonymie, ou bien numériquement (composition/ division des entités désignées), d'une façon ambiguë elle aussi.

Le problème de l'étendue du manse

De nombreuses prescriptions impériales quant au manse sont connues : les terres de certaines régions ont été décomptées en manses en vue de la répartition de taxes. Ainsi Charles le Chauve imposait-il plus d'une fois chaque manse selon un tarif dégressif suivant sa catégorie (Guérard, 1844 : 610 *sqq.* ; Joranson, 1923 ; Lot, 1924 ; Deléage, 1941 : 341 *sqq.*). Le fait que dans ces cas, selon les auteurs, il s'agisse d'une taxation imposée aux terres d'Église (et peut-être du fisc) ne doit pas interdire de considérer que le manse a bien été une institution générale portant sur toutes les terres. Par exemple, un *memoratorium* de Charlemagne, de 807, enjoint à tous les possesseurs ou bénéficiaires de cinq, quatre ou trois manses de rejoindre l'armée ; les détenteurs de deux ou d'un manse doivent s'associer et déléguer l'un d'eux ; et les plus petits propriétaires se grouper pour équiper un soldat (Waitz, 1878, vol. 4 : 558 ; Meitzen, 1889 : 20 *sq.*). En 808, un capitulaire donne des ordres semblables en partant de quatre manses (*ibid.* et aussi, p. ex., Deléage, 1941 : 341).

Ce mode de gestion étatique indique au moins une réorganisation de la fiscalité, et il nous assure de la capacité de mesurer les terres et/ou d'évaluer biens et revenus, comme on pense le voir dans le *Brevium exempla* de 810, dans le décompte des biens de l'évêché d'Augsbourg, dans l'enquête ordonnée par Charlemagne en 787 sur ceux de Saint-Wandrille (Schlesinger,

1987a : 530). On se figure mal que l'Empire dans son entier ait été évalué, encore moins découpé en entités foncières répondant à un étalon de valeur (Perrin, 1951 : 66) . Pourtant, une estimation semble avoir été tentée à l'occasion de la préparation du traité de Verdun, ce que rapportent une source comptable grisonne et les Annales de Xanten (citées par Schlesinger, 1987a : 532 ; b : 595 ; et par Devroey, 2006 : 439) : « *Prefati iii reges miserunt legatos suos proceres [...] ut iterum per descriptas mansas aequae tripertirent regnum Francorum.* » L'idée de partager « à nouveau » et « équitablement » l'Empire en trois parts en l'arpentant manse par manse donne en effet le vertige.

Le manse n'est pas seulement, sous l'un de ses aspects, une étendue de terre concrète : il répond à une prescription officielle, et il est mesuré. Meitzen (1889 : 32 ; 1895, vol. 2 : 553) l'aperçoit au X^e siècle dans les sources de Freising, Bréquigny, Ratisbonne, Saint-Gall, Pavie, Fulda, etc., donc non seulement dans des zones de colonisation de terres nouvelles, en relevant des termes comme [*mansus*] *legalis, legitimus, plenus, mensuratus*... Charles le Chauve, Hincmar parlent du manse entier, *integer* (Guérard, 1844 : 608 *ssq.* ; repris par Deléage, 1941 : 343), tout comme Louis le Germanique (Schlesinger, 1987a : 524). Otton I^{er} ordonne de compléter au besoin les Hufen qu'il attribue (Meitzen, 1895, vol. 3 : 558). Cela sans compter les qualifications de manses différents, comme *regalis, ingenuilis*..., en rapport avec leur mesure, ni les attestations proprement numériques d'unités de mesure agraires.

Cependant, le manse réel ne correspondait pas toujours à une superficie standard. L'irrégularité des manses dans le polyptyque de Saint-Germain, qui avait déjà frappé Guérard – Perrin a même parlé de décomposition et de décadence – a été analysée de diverses façons : on a posé plusieurs hypothèses, comme la mobilité des personnes, la vente de biens immobiliers, l'existence en complément de terres externes aux possessions de l'abbaye concédante, ou encore la taxation indirecte d'autres activités économiques (transport, commerce, artisanat) à travers le domicile de l'assujetti. Tout cela peut avoir joué un rôle, parmi d'autres éléments encore (Durliat, 1989). Du point de vue de cet essai, on peut encore ajouter à ces raisons l'ambiguïté du vocabulaire : des unités de mesure agraires portant le même nom dans les sources peuvent être fort différentes. Mais rien de tout cela ne doit nous empêcher de poursuivre la recherche de mesures fixes.

Une définition claire du manse se trouve dans un capitulaire de Lothaire I^{er} mentionné par Guérard (1844 : 601) repris par Sée (1901 : 33), Bloch (rééd. 1998 : 188) et par bien d'autres auteurs, enjoignant « d'affecter à l'entretien de chaque église au moins un manse entier » ; dans l'addendum à la *Loi lombarde* du même empereur, « un manse de 12 bonniers de terre arable » ; et Hincmar demande « que les commissaires diocésains vérifient que chaque église possède un manse de 12 bonniers ». Un diplôme de Charles le Chauve de 863 mentionne par deux fois et très clairement des manses de 12 bonniers (Guérard, 1844 : 609). Antérieurement, un capitulaire de Louis le Pieux de 824 donne la même précision de 12 bonniers pour la dotation des églises, en l'attribuant à son père, Charlemagne. Ces références se trouvent chez Du Cange (*s. v. mansus*, avec ses qualifications ou ses dérivés).

Qu'est-ce donc qu'un bonnier ? Cette question sera le point de départ de mes évaluations. Par la suite, je tenterai de décrire le manse de façon plus détaillée, puis d'expliquer la parenté et les différences entre manses « romans » et Hufen germaniques ou hides anglo-saxons. Dans ces cas, des enquêtes ont été tentées depuis longtemps par Lamprecht, par Meitzen ; par Dopsch et d'autres (voir la critique de Halphen, 1921) ; par Ellis, Kemble, Eyton... repris par Maitland (1897). Ces évaluations ont été refaites plus récemment par Hannerberg (1955), pour la Scandinavie ; Kuhn (1973), Schlesinger (1987a, b, c), Witthöft (1979, 1981, 1993), pour les Allemagnes ; Connor (1987), pour l'Angleterre ; cf. également les vastes recensions de Zupko (1966, 1968). Des propositions ont pu être avancées du côté français, quant aux dimensions des terres allouées, depuis Guérard (1844 ; 1853), par Sée (1901), Guilhaumoz (1913), Lot (1925a ; 1925b), Des Marez (1926), Deléage (1941), Perrin (1945 ; 1951-1953) – et, pour un courant plus actuel, depuis Fossier (1968 *et alibi*), avec des positions opposées sur la régularité des manses (*pro* : Derville, 1989, 1999 ; *contra* : Durliat, 1989).

Partant de ces données quant à l'évaluation du manse, de la Hufe et du hide, cet essai propose un ensemble de solutions métrologiques fondées sur les mesures agraires des temps carolingiens. Les diverses expressions spécifiant l'étendue des terres du manse et de ses équivalents vont aussi permettre, à l'inverse, de valider ces mesures et leurs premières reconversions alléguées jusqu'ici.

06.1. Bonniers

Un bonnier, selon la discussion de l'étymologie du terme (von Wartburg, *s. v. botina*) et par de nombreuses attestations (Du Cange, *s. v. bonnarium* et dér.), serait dans son principe une terre limitée par des bornes (*id.*, *s. v. bona, bonna* et dér.). Son emploi ne semble pas courant avant le IX^e siècle. Pourtant, sa première attestation, isolée, est peut-être celle relevée par Guilhaiermoz (1913 : 309) et rappelée par Schlesinger (1987c : 603), dans un diplôme mérovingien original de 656 déjà (Lauer et Samaran, 1908, n° 8 ; D Merov 20) : « *Terra ad ipso manso aspiciente bunoaria xv* ». Nous verrons plus loin comment comprendre un manse de 15 bonniers.

Guérard (1844 : 169 *sqq.*) se livre à un calcul complexe fondé sur le rapport des terres pour proposer un bonnier de 12 833 m². Le journal serait « un peu plus du quart du bonnier, et l'arpent, [l'*actus* antique de 120 × 120 pieds, pour Guérard], un peu plus du tiers du journal ». Cette évaluation, pour avisée qu'elle soit, surtout si l'on songe aux moyens réduits dont Guérard disposait en étant le premier à défricher ces questions, devait évidemment être reprise. Le problème demeure en effet qu'un tel bonnier ne s'intègre pas numériquement aux unités de mesure qui le composent. Guilhaiermoz (1913 : 305 *sqq.*) relie le bonnier à son « système métrique franc » dont j'ai déjà montré, à propos de la création du pied néo-romain et du journal de 40 000 pieds carrés, qu'il faut plutôt le placer parmi les premières reconversions des mesures carolingiennes. Cette nuance apportée, ce sont une fois de plus les explications de Guilhaiermoz qui restent les plus convaincantes, n'en déplaise à Musset (1951 : 539) ; d'ailleurs, elles ont été maintes fois utilisées dans les années 1920 à 1960, mais de plus en plus distraitement par la suite. Pour Guilhaiermoz, il est évident que le bonnier peut être représenté en un carré de 400 pieds romains de côté (160 000 pi²), qui se divise en 4 journaux de 200 pieds de côté (40 000 pi²), eux-mêmes divisibles en 4 quartiers ou arpents de 100 pieds de côté (c'est son choix d'un arpent de 10 000 pi²). Il reconnaît ce bonnier dans celui de Lille du XVIII^e siècle, déplorant qu'il soit faussé au pied de 11 pouces de roi (néo-romain) – mais c'est ce qui en fait la justesse, au vu de ce qui vient d'être rappelé à propos du journal.

Derville (1989 : 45 *sqq.* ; 1999 : 11 *sqq.*) tient fermement pour la fixité de ce bonnier (et des mesures agraires en général) depuis le XIII^e siècle. Nous voyons qu'il faut en situer l'origine au IX^e siècle où les auteurs peuvent déjà quantifier journaux et bonniers. Cette super-unité s'avère ainsi provenir de l'assemblage de 4 journaux de 40 000 pieds carrés néo-romains qui sont la conversion exacte de 4 acres carolingiennes. Elle est construite en vue de décompter le manse dans une définition qui se précise alors. De plus, et c'est capital, un tel bonnier, effacée la distinction entre pieds romain et néo-romain, se compose aussi de 10 ansanges de 4×40 perches, formant toujours un carré, ce qui montre comment on pouvait le percevoir comme une terre bien délimitée : dans un sens, il mesure 40 de ces perches, et dans l'autre, $10 \times 4 = 40$ également. C'est là un signe de la volonté d'harmonisation des mesures que le bonnier carolingien représente. En effet, ces mêmes limites renferment aussi 5 ansanges doubles de 80×400 pieds romains qui équivalent numériquement à 5 jugères carolingiens reconvertis au pied néo-romain si, encore une fois, on passe la distinction entre les deux pieds de type romain. Et enfin, pour que ces limites puissent contenir 4 acres qui ne peuvent former un carré, il faut que celles-ci aient été reconverties au pied néo-romain : on en revient ainsi au bonnier composé de 4 journaux.

Bornée ou non, cette étendue de terre présente une configuration dont les limites, précisément, sont connues pour plusieurs mesures attestées. Donc ce bonnier, très bien établi, recouvrait 160 000 pieds carrés néo-romains et s'évalue à $(0,297\ 769\ 4 \times 400)^2 = 14\ 186,658\ \text{m}^2$. Derville le donne pour $14\ 187\ \text{m}^2$ – c'est le même. Guilhaermoz proposait $13\ 850,28\ \text{m}^2$ – c'est encore le même, à partir de son pied romain antique à 0,294 218 m.

De nombreux bonniers

Mais tout n'est pas si simple, bien entendu. Horace Doursther, qui était Belge, a pris un soin extrême à présenter, dans son indispensable *Dictionnaire* (1840, rééd. 1965 : s. v.), les bonniers demeurés courants dans les anciens Pays-Bas (bunder, en néerlandais). Sur le territoire de la Belgique, il n'y a que le bonnier de Courtrai qui égale exactement celui de Lille, mesuré au pied néo-romain. Comme parfois dans le Nord de la France, on le compte non seulement en 4 journaux, mais aussi en 16 « cents » de terre, qui sont des quartiers du journal,

de 100×100 pieds. La superficie du même bonnier, donnée au pied du Hainaut, de type romain antique (ici $0,293\,400\text{ m}$), se réduit un peu, avec $13\,773,7\text{ m}^2$ à Hal, à Leuze, par exemple. Il existe encore plusieurs bonniers de $160\,000$ pieds carrés, mais qui ont dû subir une substitution de pied en faveur de celui de la ville centre de leur région. Je reviendrai à plus d'une reprise sur le phénomène des substitutions de pieds. Cette influence peut indiquer l'époque de la puissance des villes, en gros le XIII^e siècle. Ainsi le bonnier d'Anvers est au pied de cette ville, un pied $24/25$ de néo-romain ($0,286\,800\text{ m}$), très précis, bien qu'il soit à a fin donné pour 11 pouces du pied de Leyde, ce qui peut les fausser tous deux ; et le bonnier se réduit ainsi à $13\,160,680\text{ m}^2$. Celui de Bruges se réduit encore, à $12\,047,260\text{ m}^2$, parce que le pied de cette ville, qui le fonde, ne mesure que $0,274\,400\text{ m}$, ce qui le situe nettement comme pied de 15 doigts, bien qu'on le compte, tardivement, pour 11 pouces d'un pied de Flandre soit du pied de 11 pouces de roi, ce qui le fausse...

Nous entrons ainsi une nouvelle fois en contact avec le pied de 15 doigts dont l'ordonnance est ecclésiastique et l'expansion due au choix d'Alphonse X le Sage de Castille (Reguin, 2020), ce qui explique sans doute sa présence dans les Pays-Bas espagnols ; l'un des modèles en est le pied de Bruxelles, converti pour $0,275\,752\,5\text{ m}$ (122,24 lignes de roi ; son idéal mesurerait $0,275\,868\text{ m}$). Mais au XIX^e siècle, on disait qu'il se divisait en 11 pouces de 8 lignes. Il faut comprendre : 88 lignes d'un pied de Leyde-Prusse divisé en 100 lignes... Décidément, tout concourait à obscurcir la logique des mesures. Certains bonniers à ce pied de 15 doigts doivent résulter de conversions tardives : les compositions en sont d'une complexité ahurissante. On notera l'usage du « talon », que Doursther compte invariablement pour $1/3$ de pied mais qui existe ailleurs (poing, paume, semelle) pour $1/4$ de pied (c'est plus fréquent), et qui sert à définir des perches qui sont bien évidemment des perches de conversion.

Il faut donc comprendre que les calculs méticuleux retenus pour la Belgique peuvent receler des substitutions de pieds comme à Anvers, à Bruges, et en bien d'autres lieux : la domination des villes sur leur arrière-pays a conduit, ici comme ailleurs, non seulement à l'imposition arbitraire de leur pied, mais encore, conséquemment, au resserrement des mesures, donc à une plus forte taxation foncière, ce que les pouvoirs recherchaient souvent. Des bonniers aberrants proviennent de comptes faits et refaits, et de partitions. Il y eut aussi les vicissitudes de

l'histoire qui firent passer plus d'une région des Flandres (au sens large) d'une administration à l'autre, et plusieurs fois, avec des conséquences semblables. Pour le Nord de la France à la veille du passage au système métrique, bien des bonniers différents – pour les mêmes raisons – gravitent autour de celui de Lille ; voir les pénétrantes considérations et les précieuses données de Petillon (dans Charbonnier *et al.*, 2012 : 205 *sqq.* ; 319 *sqq.* ; et aussi Petillon, Derville, Garnier (1991 : *passim*).

Il y a donc au fond, dans les Flandres, un bonnier « classique » de 4 acres/ journaux soit 5 jugères carolingiens, 144 000 pieds carrés carolingiens mutés en 160 000 pieds carrés néo-romains, mais aussi d'autres bonniers, la plupart plus petits. D'abord, ce bonnier classique mesuré au pied romain antique, ou au pied 24/25, ou au pied de 15 doigts, se rétrécit d'autant, on l'a vu. Ensuite, le compte de 4 jugères carolingiens (et non 5) reconvertis au pied néo-romain est présent : $4 \times 32\,000 = 128\,000 \text{ pi}^2$. On trouve aussi les normes de 5 et de 4 jugères antiques selon leur mesure au pied de type romain (144 000 et 115 200 pi^2) ; mais ces comptes sont les mêmes que le seraient ceux de bonniers de 4 acres, respectivement de 4 jugères carolingiens à leur pied ! Cela peut signaler une substitution de pieds, etc. Certains bonniers peuvent aussi se lire comme les 4/5 d'autres, ce qui est une proportion courante pour resserrer la superficie, autrement dit pour augmenter la taxation de terres jugées plus fertiles ou plus accessibles. Ainsi les bonniers de 102 400 pi^2 , fréquents, sont 4/5 de 128 000 pi^2 qui peuvent renfermer chacun 4 jugères carolingiens reconvertis en 32 000 pieds carrés néo-romains, etc. Laissons là, non sans répéter que le bonnier « classique » sans doute originel est une super-mesure agraire qui rassemble 10 ansanges, soit 5 jugères carolingiens, soit 4 acres/journaux, convertis au pied néo-romains en une mesure de compte au carré de 400×400 pieds.

Ce bonnier pourrait-il être inscrit dans la pierre ? Entre la chapelle et la halle royale du palais de Charlemagne, à Aix-la-Chapelle, les bâtiments administratifs sont enserrés dans une cour carrée de 360×360 pieds drusiens selon Hugot (1965 : 385). Or si ces pieds sont plutôt néo-drusiens, imperceptiblement plus courts, cette aire mesure aussi 400×400 pieds néo-romains (rapport 10/9, cf. 03.1) et forme un bonnier parfait. L'illustration d'une mesure par les dimensions mêmes d'un monument est un procédé démontrable (voir *in fine* 11.6).

06.2. Le manse carolingien

Une description cohérente du manse peut être fondée sur de nombreuses attestations le donnant pour 12 bonniers (cf. la section 06.0 ci-dessus). Or le bonnier modèle renferme 4 acres carolingiennes reconverties en 4 journaux de 40 000 pieds carrés, soit 160 000 pieds carrés. Le manse « classique » renferme ainsi $12 \times 160\,000 = 1\,920\,000$ pieds carrés, en principe néo-romains. En mesure métrique : 12 bonniers couvrant chacun $14\,186,658\text{ m}^2 = 48$ journaux de $3\,546,664\,6\text{ m}^2 = 170\,239,9\text{ m}^2$, soit un peu plus de 17 hectares. Ce résultat illustre au plus près la conception et la mesure du manse carolingien *prescrit* tel qu'on peut le saisir au IX^e siècle.

Plusieurs auteurs ont retenu une indication de Lot, qui a corrigé l'évaluation que proposait Guérard d'une superficie *moyenne* des manses de Saint-Germain-des-Prés, dont on se rappelle qu'ils sont très irréguliers. Lot est parti du bonnier plus fort calculé par Guilhiermoz (cf. *supra*). Il amène ainsi (1925a : 19 n.) le manse moyen de Guérard de 10,59 hectares à 11,2 hectares. Outre qu'une moyenne n'est pas déterminante par rapport à une règle, Guilhiermoz n'a jamais écrit que le manse régulier couvrait 11,2 hectares ; il lui attribuait plutôt un peu plus de 16 hectares, pour 12 bonniers soit 48 journaux, le compte expliqué ci-dessus, mais mesuré au pied romain antique (1913 : 309). En faisant l'hypothèse d'un manse plus ancien de 10 bonniers, Guilhiermoz (*ibid.*) le fixe à $138\,502,8\text{ m}^2$; c'est peut-être de là que Perrin (1945 : 41 n.) a proposé 13 hectares. Bloch suit sans doute Guilhiermoz en donnant $16\frac{1}{2}$ ha (1934 : 159 ; rééd. 1998 : 188).

Lot (1924a : 56 *sq.*) s'était pourtant livré à des calculs d'étendues de fiefs très significatifs. Ceux évalués strictement en manses en donnent 70 pour la terre de Voulpaix en Thiérache, commune de 1 139 hectares aujourd'hui, ce qui met le manse à $\sim 16,27$ ha. Pour les 675 hectares de la proche terre d'Autreppes, il trouve 40 manses, soit un manse à $16,875$ ha. Ces résultats sont comparables avec l'idéal métrologique de $\sim 17,024$ hectares.

Autres définitions

On peut assimiler à celle en 12 bonniers une expression du manse en 12 « jugères » puisée chez Papias (v. 1050) en supposant une confusion de termes, puisque ce savant mentionne par ailleurs que jugère et bonnier sont une seule et même réalité (Du Cange, *s. v. bunarius [sic] et mansus*). On trouvait déjà un manse de 12 « ansanges » dans une charte de l'évêque de Metz Chrodegang, v. 765, citée par Guérard (1844 : 609), qu'on peut faire suivre d'un acte de l'abbaye de Gorze concernant la région de Worms à la fin du x^e siècle qui attribue également 12 « ansanges » au manse (Deléage, 1941 : 326). Ces ansanges-là étaient probablement des bonniers, et les manses en question, tout à fait réguliers.

On trouve une bonne indication de la confusion ansange-bonnier avec l'équivalence repérée par Deléage dans un censier de Montier-en-Der, de 17 « ansanges » pour 90 « journaux ». Cet auteur (1941 : 961 *sqq.*) ne tente pas de distinguer les journaux des jugères, intéressé qu'il est par l'aspect agronomique (unités de travail dépendant de la force de l'attelage) de la structuration des terroirs. Or, au vu des nombres, il n'est pas hasardeux de supposer que ces 90 « journaux » sont en fait des jugères carolingiens convertis au pied néo-romain, dont cinq forment le bonnier ($5 \times 32\ 000 = 160\ 000$). En conséquence, les 90 jugères cités formeront 18 « ansanges » – plutôt que 17 (xviii plutôt que xvii, probable obscurité de la graphie) – et l'on ne peut avoir affaire ici qu'au bonnier classique, dix-huit d'entre eux regroupant bien 90 jugères, pour un manse plus grand.

Cela permet de comprendre encore une autre définition du même manse. En effet, le manse de 12 bonniers pose le problème de sa concentration sur une aire restreinte ne couvrant clairement que la France du Nord et la Belgique actuelles, avec quelques échappées. Or on suppose que l'institution avait une portée générale. C'est ainsi qu'il faut comprendre, sans doute, le compte de 60 jugères qui en spécifie parfois la contenance. Deux diplômes insérés dans le cartulaire du chapitre de Lausanne, de 885 et 888 et dont le premier émane de Charles le Gros, donnent ce manse de 60 jugères (Dovring, 1950 : 200). Plus tard et jusqu'à la fin du xi^e, la même source ne précise plus la contenance du manse. Il en est de même, pour cette

région, dans les transactions de l'abbaye de Romainmôtier, par exemple, qui concernent souvent des manses, sans autre précision, jusqu'au début du XII^e siècle (Cottier, 1948 : 173 *sqq.*). Plus au large, Meitzen avait déjà remarqué que les sources de l'abbaye de Corvey ne spécifient plus la contenance du manse à partir de 1037 (1895, vol. 1 : 108). Guérard y avait autrefois relevé (1844 : 607) des manses de 60 *jugera*. Lamprecht avait déjà écrit (1885 : 345) que le manse de 60 « Morgen » était commun dans les régions où le bonnier existait. Landau (1854 : 29-38 *et alibi*) en a également repéré. À leur suite, Deléage cite plusieurs exemples de manses de 60 unités pour Lorsch, pour Saint-Gall, du IX^e siècle (1941 : 321, 334 resp.). Il conclut que le manse, dans le Nord de la Bourgogne, en Lorraine, en Alsace, peut renfermer 60 « journaux » (1941 : 349). Schlesinger mentionne aussi des Hufen (*hobae*) de 60 *jurnales* pour la région de Worms d'après un acte de Louis le Germanique de 867, et jusqu'en Saxe, selon une donation d'Arnulf de 892 (1987a : 506, 524 resp.). On identifie sans peine ces 60 unités (qu'on les nomme jugères, journaux ou Morgen) à 60 jugères carolingiens convertis en 32 000 pieds carrés néo-romains ; le manse de 60 unités est identique au manse « classique » de 12 bonniers :

$$60 \text{ (jugères)} \times 32\,000 = 48 \text{ (journaux)} \times 40\,000 = 12 \text{ (bonniers)} \times 160\,000 = 1\,920\,000 \text{ pieds}^2.$$

Manse carolingien et cadastre romain

Considérons ces données équivalentes, de 12 bonniers, soit 48 journaux ou encore 60 jugères carolingiens. Ainsi défini, le manse couvre – numériquement tout au moins : il est un peu forcé au pied néo-romain – le tiers d'une centurie romaine : $3 \times 1\,920\,000 = 5\,760\,000$ pieds carrés, soit le carré de 2 400 pieds, une centurie contenant 100 *heredia*. Cette portion cadastrale fut, constamment, la base de la « limitation » des terres au temps de Rome. Elle servait aussi lors de l'« assignation », et celle-ci se faisait, entre autres procédés, par *sortes*, trois vétérans se partageant par tirage au sort une centurie délimitée sur le terrain. Ainsi, cette analogie devant laquelle bien des chercheurs ont hésité, entre *sortes* fonciers et manses, peut être reprise ; et même, l'identité parfaite, voulue et calculée, du manse classique carolingien avec le *sors* antique peut être affirmée, ce que je fais sans hésiter. Le mot même, *sors*, est

d'ailleurs présent dans les sources pour l'époque carolingienne (Schlesinger, 1987a : 491 *sqq.*, qui tire ici plusieurs références de Lacomblet, rééd. 1966).

Ainsi ce lien entre cadastre romain et manse, subodoré depuis Guérard, mais que Schlesinger (1987a : 541 n.) jugeait en définitive malaisé à démontrer quantitativement, ce lien, donc, est assuré. Guilhaumez, qui l'avait observé (1913 : 309 n.), ne le poussa pas plus avant : c'est qu'il avait défini le journal et le bonnier comme appartenant à un « système métrique franc » original, indépendant des conceptions romaines.

Cependant, le manse se distingue nettement du *jugum* du Bas Empire examiné précédemment (01.4) en ce qu'il reprend la conception plus ancienne du *sors* d'un tiers de centurie, alors que le *jugum* semble calculé selon un mode de 20 en 20 jugères (antiques), jusqu'à 100.

La définition du manse ainsi posée dépend donc des mesures carolingiennes de l'acre et du jugère déjà reconverties. Cette construction ne peut avoir été ordonnée *qu'après* l'introduction du pied carolingien (byzantin, à 16/15 de pied romain) pour mesurer le jugère ; *qu'après* l'entrée en scène de la mesure de 4 × 40 perches, l'ansange de la *Loi des Bavarois* ; *qu'après* l'instauration de la perche de 10 coudées/15 pieds byzantins-carolingiens (16 pieds romains) qui créa l'acre ; *qu'après* l'invention du pied néo-romain qui amena ces mesures à des décomptes compatibles avec celui de la centurie romaine. L'aboutissement de tout ce processus ne peut s'être produit avant le début du IX^e siècle. En l'absence de sources explicites, on ne peut que se représenter le fait que des savants de cette époque, mandatés par une instance qui ne pouvait être autre que le pouvoir impérial lui-même, ont rendu les mesures agraires *telles qu'elles se présentaient de leur temps* compatibles avec les données de la culture savante et défini un manse propre à servir d'assiette fiscale pour un pouvoir étatique qui se réorganisait alors. Leur habileté est d'autant plus admirable qu'ils parvinrent à des comptes ronds de mesures – alors que le tiers d'une centurie équivaut à 66 ²/₃ jugères antiques – et qu'ils englobèrent dans leur arrangement non seulement le couple acre-jugère (carolingiens), mais aussi l'ansange de la *Loi des Bavarois*, si l'on escamote – ou plutôt si l'on utilise – la différence entre pied romain antique et pied néo-romain. La centurie ainsi remodelée, contient 3 manses, soit 36 bonniers, donc 144 journaux, 180 jugères ou

360 ansanges. En pieds carrés : 5 760 000 divisés par 3 = 1 920 000 ; par 36 = 160 000 ; par 144 = 40 000 ; par 180 = 32 000 ; par 360 = 16 000 : ces concordances numériques avec l'ensemble des propositions ici soutenues paraissent probantes.

Datation

On ne trouve chez les auteurs aucune attestation de manses de 12 bonniers ou de 60 jugères d'avant le IX^e siècle, à ma connaissance. Auparavant, il semble qu'existaient déjà des règles comptables à propos de redevances dues sur le manse (Kuchenbuch : 1983 *et alibi* ; Morimoto : 1995 *et alibi*), mais quel manse ? Parmi les rares attestations quantifiées du VIII^e siècle, Schlesinger relève par exemple (1987a : 491 *sqq.*), dans les sources provenant de Fulda et de Lorsch, des manses de 30 *jurnales* dans les années 760-770. S'agit-il déjà de moitiés de manses de 60 jugères ? On ne peut pas l'affirmer, mais c'est vraisemblable. Schlesinger (1987b, *passim*) relève d'ailleurs à de nombreuses reprises cette composition du *mansus* ou de la *hoba* en 30 *jugera* ou *jurnales* au IX^e siècle, à côté de celle en 60 unités. Ces occurrences offrent l'occasion d'aborder la question des différentes modulations du manse d'après les attestations de taxes levées sur lui.

Taxation

Guérard (1844 : 611), puis Sée (1901 : 36 *sqq.*), Joranson (1923), Lot (1924), et à leur suite bien d'autres chercheurs, ont observé que la taxe levée par Charles le Chauve en 866 distingue les manses ingénuiles qui doivent 6 deniers des manses serviles qui en doivent 3 ; en 877, 8 et 4 deniers, avec en plus une ponction de 12 deniers sur les manses dits seigneuriaux. Deléage (1941 : 346) brosse à partir des recensions qu'il a opérées et des barèmes de taxes ci-dessus un tableau général où le « chef-meix » (le manse seigneurial) aurait 18 bonniers, l'ingénuile 12, le servile 6, l'accola 2 et l'hostise 1, ces deux derniers noms désignant d'assez petites allocations de terres. C'est engageant, parce que ces nombres de bonniers seraient aussi des divisions aisées de la centurie et que le manse de 12 bonniers ou 60 jugères resterait central, entouré du manse plus étendu de 18 bonniers ou 90 jugères, qui est la moitié d'une centurie, et de celui de 6 bonniers ou 30 jugères, qui en est le sixième, un demi-manse.

06.3. Autres formes

Celle dont on a les plus anciennes attestations pour Lorsch et Fulda, de 30 unités, mentionnée ci-dessus, est localement appelée « lunage ». Diverses interprétations ont été données au vocable « lunage » : Du Cange le rapporte au labour faisable en un mois (*s. v. lunaris*, aussi *lunaticum*), référant d'ailleurs à un exemple concernant la région de Genève. Le cartulaire de Romainmôtier (proche de Lausanne) en mentionne plusieurs, tout au long du XI^e siècle, les distinguant des manses (Cottier, 1948 : 173 *sqq.*). Le cartulaire du chapitre de Lausanne, vers 1200, spécifie : « *Singuli mansi cum integro servicio debent xii denarios. Singuli lunagii cum dimidio servicio vi denarios* » ; et les lunages semblent aussi devoir la moitié des autres redevances (Dovring, 1950 : 201 *sq.*). De telles indications permettent de penser que le lunage est bien un demi-manse qui peut s'appeler ailleurs manse servile. Par ailleurs, observons que le manse classique a pu être instauré plus à l'Est encore, en Hongrie et en Croatie : Herkov (1974 : 91 n.) pense que l'*aratrum regale* contient 360 *jugera* et abrite 3 *mansiones*, ce qui signifie probablement que la centurie contient 360 ansanges et abrite 3 manses de 120 ansanges chacun, ce qui est encore 12 bonniers.

Cependant, certaines données montrent qu'il y eut d'autres conceptions du manse défini par un certain nombre de bonniers. Celles-ci n'obéiraient que difficilement à une division de la centurie antique – à moins que l'on considère d'autres bonniers. Guérard (1844 : 605 *sqq.*) relève des manses de 10 « jugères » à Prüm, avec la confusion déjà vue chez Papias, uniquement lexicale à mon avis : « *jugera 50, quae faciunt mansa 5* ». Il s'agit sans doute de 50 bonniers formant 5 manses de 10 bonniers comme Des Marez (1926) en a aussi trouvé dans le Brabant, parfois conservés au delà de la période médiévale ; Guilhaiermoz (1913 : 309) pensait cette dotation de 10 bonniers originelle, sans appuyer, hélas. À Chartres, au X^e siècle, le manse paraît contenir 20 bonniers (Sée, 1901 : 35, d'après Guérard) ; mais l'« arpent » y est en fait un jugère antique (cf. 05.1.), et peut-être le bonnier en contient-il 5 plutôt que 5 jugères carolingiens. Une division de la centurie non pas en 3 *sortes*, mais en 4 *laterculi* de 50 jugères

antiques rendrait ces comptes plus clairs : 10 de ces bonniers seraient le quart de la centurie, et 20, la moitié.

D'autres compositions se présentent : Réginon de Prüm définit un manse de 15 bonniers (Lamprecht, 1885 : 345). Lothaire II alloue des manses de 30 bonniers (Schlesinger, 1987a : 522). Si le bonnier contient 4 jugères carolingiens, comme on en voit sur le territoire de la Belgique actuelle, on aurait ici un manse de 60 jugères en 15 bonniers, et un manse double de 30 bonniers. C'est ce que pourrait signifier une notice repérée par Lamprecht (1885, rééd. 1960 : 348 n.), pour l'année 856 : les manses de 30 bonniers, dans la région de Bonn et dans le Zülpichgau (autour de Tolbiac), comportent 120 « Morgen » – pour moi 120 jugères carolingiens, en concordance : 15 de ces bonniers formeraient un manse régulier de 60 jugères carolingiens. Il ne serait donc pas vraiment imprudent de remonter à la première définition du manse citée ci-dessus (06.1), qui le donne pour 15 bonniers, en 656 déjà ; cela concorderait avec l'idée que le bonnier est à l'origine et par définition composé de 4 unités de mesure agraires : on aurait là aussi un manse de 60 jugères carolingiens. Je ne me cache pas que de telles lectures de la composition du manse en 10 et 20 ou en 15 et 30 bonniers sont peu sûres.

Transition vers la Hufe

En revanche, on peut encore examiner le cas voisin de manses qui demeurent aussi, semble-t-il, en relation étroite avec un partage de la centurie. Analysant diverses sources de Freising et de Salzbourg, et d'autres, plus au large (en Bavière, Pannonie, Styrie, Italie), Hauptmann (1928), repris par Deléage (1941 : 336 *sqq.*) et par Dollinger (1949 : 107), trouve des mentions d'un *mansus* – parfois qualifié de *legalis* – de 45 jugères, en 3 soles de 15 jugères (cf. aussi Meitzen, 1895, vol. 2 : 553) ; et d'autres, de 90 jugères pour des « *mansos integros, id est ad unamquemque coloniam jugera xc* » dans un diplôme de Louis le Germanique de 864, et encore de 90 jugères pour des *regales mansi* dans un diplôme d'Otton III de 994 qui ajoute : « *et scitote quod ad nostram hobam pertinent xc jugera* », ce qui montre l'identité du manse et de la Hufe dans leur conception.

Mais les recensions de Hauptmann (1928 ; cf. Deléage, 1941 : 338) apportent aussi l'exemple, pour le ^e siècle, d'une *hoba plena* de 36 unités et cet auteur en déduit une autre, de 72 unités.

De là, il établit l'existence de quatre types de manses/ Hufen. Or, d'après ce que je propose – des nombres d'unités en relation avec l'usage concomitant du jugère et du journal – nous avons affaire ici à deux types seulement : un manse/Hufe de 45 jugères carolingiens reconvertis qui valent bien 36 journaux ($45 \times 32\,000 = 36 \times 40\,000 = 1\,440\,000 \text{ pi}^2$), et un manse royal, son doublement, de 90 jugères soit 72 journaux ($= 2\,880\,000 \text{ pi}^2$). Ces définitions correspondent au quart et à la moitié de la centurie, respectivement, et signalent une conception du manse/Hufe différente de l'« officielle » : une moitié ou un quart de centurie, et non un tiers. Schlesinger (1987a : 524) soupçonne dans les références de Hauptmann, mais sans s'y aventurer, la possibilité d'un nouveau mesurage du manse que je pense trouver ici, le nommant « manse de transition » – transition vers la Hufe. J'observe en particulier que ce manse doit se décompter au pied néo-romain pour équivaloir numériquement à la moitié et au quart de la centurie. On voit ici encore l'avantage et la raison majeure de l'établissement du pied néo-romain : intégrer les comptes des mesures à la conception romaine de la centurie.

Dissolution du manse

Institution répandue, le manse ne s'est pourtant pas conservé dans son intégrité. Passé le XII^e siècle, il disparaît de régions où il avait fleuri. Ainsi à Chartres, un moine de Saint-Père avoue qu'il ne sait plus ce que sont les bonniers dans un inventaire de la fin du XI^e siècle où il fait ses comptes (obscur) en charruées (Musset, 1951 : 537, d'après Guérard). Le manse laisse pourtant des traces pérennes ailleurs : on le voit encore vivace au début du XIII^e siècle (cf. ci-dessus, « lunage ») dans les régions de Genève et de Lausanne. Et toujours dans cette aire, en 1357 encore, l'abbé de Saint-Claude accordait à chacun des habitants du bourg de Saint-Cergue deux « manses » de 15 « poses » à défricher, tandis que l'abbé de Romainmôtier avait permis au prieur d'Apples, en 1293, de se réserver deux « abergements » de 12 « poses » (SDS VD B II : 418, 250). Dans le premier cas, l'unité doit être la pose de 32 000 pieds carrés issue du jugère carolingien, en usage dans la région de Genève, tandis que dans le second, l'unité doit être celle de 40 000 pieds carrés, issue de l'acre et utilisée au nord de Lausanne (Reguin, 2005, 2007) – et ces « manses » et « abergements » sont probablement égaux : $15 \times 32\,000 = 12 \times 40\,000$. On voit qu'ils ne couvrent plus que le quart du manse carolingien ;

cependant, on les alloue par deux, recomposant un demi-manse, manse servile, lunage ou lunatique, longtemps en usage dans cette région.

Mais à vrai dire, le manse s'est fractionné sous l'effet de la libre disposition des biens immobiliers et la plupart du temps il n'apparaît plus, pour rester dans cette zone rhodanienne à titre d'exemple, que comme unité descriptive en relation avec la répartition de l'habitat en écarts et hameaux en Savoie (Carrier et Mouthon, 2002 : 231 *sqq.* ; Mouthon, 2019, *passim*) ou comme unité de responsabilité fiscale collective en Dauphiné (Falque-Vert, 1997 : 176 *sqq.*). On entrevoit ici le problème de la « propriété collective » (pour cette région, cf. également Chomel, Dufournet, Guichonnet, Duparc, Vaillant, etc. ; ailleurs Higounet, Charbonnier, Menant, Cursente, etc.), et l'on rejoint par ailleurs le vaste chantier de l'histoire du paysage, ouvert en France par Bloch et par Dion, ce que rappelle une analyse historiographique pertinente (Watteaux, 2005). En poursuivant, on s'éloignerait de la question des mesures agraires au sens strict.

Bilan

Retenons que la conception du manse, à l'époque carolingienne, s'appuyait sur une connaissance de l'arpentage antique et intégrait à la notion de centurie, par l'invention du pied néo-romain, les mesures carolingiennes nées de la compénétration d'influences romaines (le jugère), germaniques (l'ansange), byzantines (la mesure fondamentale du pied) et peut-être, symboliquement, bibliques (la perche de 10 coudées qui créa l'acre) – cela principalement pour définir, après reconversion au pied néo-romain, un manse de 12 bonniers prescrit par l'autorité impériale et qui devait couvrir, pour le compte, le tiers de la centurie romaine. Je réserve le nom de manse à cette construction qui utilise le couple de mesures carolingiennes acre – jugère (accessoirement l'ansange), même si elle peut être nommée *huba* dans les textes, et pour deux raisons : le manse ainsi défini se retrouve plutôt dans des régions autrefois romanisées ; et il est plus ancien, selon les sources, que les différentes Hufen qui paraissent caractéristiques des pays de colonisation germanique – bien que toujours assises sur les conceptions savantes ici retracées, et non pas d'origine germanique au sens ethnique.

06.4. Point métrologique

Le bonnier est une super-unité rassemblant en principe 4 unités de mesure agraires.

Dès les temps carolingiens, il comporte 4 acres converties en 4 journaux de 40 000 pieds carrés néo-romains, soit 160 000 pi².

Le manse, allocation de terres instituée en vue de recenser les ressources agricoles et d'asseoir un impôt, se présente sous diverses formes se ramenant à deux conceptions seulement :

1. Le manse carolingien de 12 bonniers = 48 acres/journaux = 60 jugères carolingiens = 120 ansanges au pied néo-romain couvre pour le compte 1/3 de centurie romaine :

$$12 \times 160\,000 = 48 \times 40\,000 = 60 \times 32\,000 = 120 \times 16\,000 = 1\,920\,000 \text{ pi}^2 (\approx 17 \text{ hectares}).$$

Sous-unité attestée et fréquente : la moitié (« lunage », manse servile), en 30 jugères carolingiens.

Ce manse carolingien se rencontre dans la partie Nord de la France, en Belgique, aux Pays-Bas, dans le Sud-Ouest de l'Allemagne, en Suisse, dès le IX^e siècle.

2. Le manse de transition de 18 bonniers = 72 acres/journaux = 90 jugères carolingiens = 180 ansanges au pied néo-romain couvre pour le compte 1/2 centurie romaine :

$$72 \times 40\,000 = 90 \times 32\,000 = 180 \times 16\,000 = 2\,880\,000 \text{ pi}^2 (\approx 25,5 \text{ hectares})$$

Sous-unité attestée : la moitié, en 36 journaux ou en 45 jugères carolingiens.

Ce manse de transition se rencontre dans le Sud-Est de l'Allemagne, en Autriche, dans le Nord de l'Italie, dès le IX^e siècle.

La gradation des manses en seigneuriaux, ingénue, servile peut se déduire des rapports présentés ci-dessus.

07.0. Évolution de la Hufe

À partir des résultats atteints à propos du manse, il s'agissait de comprendre des comptes de mesures agraires qui puissent expliquer les compositions de différentes Hufen (réf. cit. 06.4). Ces unités d'attribution de grandes étendues de terre vont apparaître, mieux encore que le manse, comme résultant de la division du sol, parce qu'elles ont été créées au moment de l'établissement d'une population nouvelle sur des terres conquises à l'agriculture ou restructurées à cette fin – entre le IX^e et le XIII^e siècle, et non dans la préhistoire. La recherche a pu dégager une typologie des villages et des finages en se fondant sur les traces encore existantes, au XIX^e siècle, de cette première installation – objet de la « Siedlungsforschung » de Meitzen (1895). Cette colonisation intérieure de l'Allemagne moyenne puis du Nord se poursuit avec l'occupation des marches orientales de l'Empire, puis celle de régions situées plus à l'Est, aujourd'hui pour la plupart polonaises ; c'est ce qu'on appelle la « Ostsiedlung ».

Rappelons d'abord que le chapitre précédent présente des Hufen (*hubae*) qui, pour porter parfois ce nom, n'en sont pas moins des manses découlant du partage de la centurie romaine en trois *sortes*. Et je considère le type de manse/ Hufe décodé par suite en Bavière, en Autriche et dans le Nord de l'Italie comme un mode de transition, parce que, s'il utilise toujours les mesures de l'acre et du jugère carolingiens, il divise la centurie romaine en deux puis en quatre parts – et non plus en trois, comme le manse classique.

Les différents types de Hufen présentés ci-dessous se caractérisent tous, en revanche, et cela semble les définir, par l'usage constant de la dernière mesure carolingienne décelée : le Joch impérial. Ce Joch couvre 8/5 du jugère antique, rapport utilisé dans certaines constructions de Hufen. Cependant la centurie romaine, sur laquelle certaines Hufen sont bâties, abrite 125 Joche au pied romain ; en revanche, elle va contenir numériquement 128 Joche établis sur le pied néo-romain – rapport qui sera également utilisé : $125 \times 46\,080 = 128 \times 45\,000 = 5\,760\,000$ pieds carrés, la centurie qui se divise aussi en 200 jugères antiques de 28 800 pieds carrés, bien entendu.

Le fait que les décomptes possibles du manse carolingien classique (06), qu'il soit composé de jugères carolingiens ou d'acres/journaux, *soient incompatibles* avec ceux des allocations de terres fondées sur le Joch impérial, les Hufen, justifie métrologiquement la distinction entre manse et Hufe, conclusion à ma connaissance nouvelle et étape importante dans la ligne du présent essai.

07.1. Le système 100 jugères antiques / 64 Joche

Le premier système de Hufe (premier dans l'exposé, et non dans un ordre chronologique ou d'importance difficile à déterminer) est fondé à l'origine, selon mes observations, sur la centurie de 200 jugères antiques équivalant à 128 Joche impériaux décomptés au pied néo-romain : les Hufen effectives en sont des divisions par deux (100 / 64 unités), puis par quatre (50 / 32). Ce système parachève la transition amorcée avec la même division de la centurie observée en Bavière, Autriche, Italie et que j'ai appelée manse de transition (06.3).

Comparons ces conceptions : la centurie renferme $2\,400 \times 2\,400$ pieds = 5 760 000 pieds carrés. Sa division en 2 entités leur donne 2 880 000 pieds carrés.

Selon la conception du manse de transition, cette superficie d'une demi-centurie se donne en : 90 jugères carolingiens reconvertis au pied néo-romain, de 32 000 pi², ou 72 acres reconverties en journaux au pied néo-romains, de 40 000 pi². La division de la centurie en quatre parts se compte donc 45 ou en 36 unités.

Selon la conception de la première Hufe, la même superficie d'une demi-centurie se donne en : 100 jugères à l'antique de 28 800 pi² forcés au pied néo-romain ou 64 Joche de 45 000 pi² néo-romains. La division de la centurie par quatre, à l'avenant : 50 ou 32 unités.

Il n'est pas utile, dans ce dernier cas, de supputer l'emploi des mesures inchangées de l'acre, du jugère ou du Joch carolingiens au pied romain antique car les comptes qui en découleraient seraient incompatibles avec ceux de 100 ou de 50 jugères antiques, et l'invention du pied néo-romain a précisément eu pour but d'harmoniser ces comptes. Ensuite, la Hufe ici explicitée est l'équivalent exact du manse de transition. La différence de conception tient à ce que ce système nouveau utilise résolument le jugère antique inchangé couplé au Joch impérial converti au pied néo-romain.

On trouve chez Lamprecht (1885 : 354) l'attestation de *sex mansos, singulos centum jugerum, in silva que prope Rifersceith iacere dignoscitur*, dans le Limbourg, pour 1171 : c'est la moitié de la centurie. À ce compte, les 100 jugères de cette Hufe équivalent bien à 64 Joche au pied

néo-romain, puisque $100 \times 28\,800 = 64 \times 45\,000$; et la Hufe de 64 *jugera*, Morgen ou autres unités est probablement celle-là. On la trouve non loin, dans les Ardennes et dans la vallée de la Meuse, par exemple dans les sources de l'abbaye de Saint-Maximin : « *Tenet mansus 4 quartalia, tenet quartalium 16 jugera, in summa facit mansus 64 jurnalia sive jugera* » (*ibid.* : 348 n.). Un partage redoublé de la centurie, cette fois en quatre parts, se révélerait donc dans les mentions de Hufen de 32 « Morgen » (*ibid.*) – pour nous 32 Joche. Ceux-ci ne sont pas toujours visibles, à cause de la possibilité de compter les mesures au pied romain ou au pied néo-romain, mais aussi des fréquentes partitions du Joch, et des substitutions de pieds.

Prenons le cas de Lübeck, où la Hufe se compose de 24 Tonne Land de 4 Scheffel de 60 perches au carré de 16 pieds. Cela fait $16 \times 16 \times 60 \times 4 \times 24 = 1\,474\,560 \text{ pi}^2$; cette superficie est bien égale à $32 \times 46\,080 \text{ pi}^2$, le compte de 32 Joche au pied romain. Le Scheffel (boisseau) est 1/3 de Joch, même si, au XIX^e siècle, on le comptait au pied 24/25 de la ville plutôt qu'au pied romain. Soi-disant unité de mesure d'ensemencement, il n'est pas, en réalité, une mesure indépendante du système restitué ici et dans lequel la Hufe de Lübeck s'intègre.

Décryptons le cas de Cologne en partant du décompte au départ obscur de l'« ancienne Hufe » rapporté par Lamprecht (*id.* : 345) : « [...] en 60 Morgen, et se décomposait en 16 quartiers de 4 Pinten de 9 perches 6 pieds de 16 pieds. » Or, les 60 Morgen en question ne pouvaient se répartir dans leur entier en 16 quartiers puisque $60 \div 16 = 3,75$: il s'agit indubitablement d'un télescopage entre deux comptes. Repartons de la fin : la perche compte 16 pieds ; le côté de la Pinte renferme 9 perches de 16 pieds plus 6 pieds, ce qui fait 150 pieds linéaires ; cela confère 22 500 pieds carrés à la Pinte ; 16 quartiers de 4 Pinten font $64 \times 22\,500 = 1\,440\,000$ pieds carrés. On retrouve ici 64 unités nommées Pinten qui sont de véritables Morgen du Joch carolingien, des demi-unités, et donc une Hufe de 32 Joche exacts de 45 000 pieds carrés néo-romains, soit encore pour le compte 50 jugères antiques, le quart d'une centurie romaine : telle aurait été la très ancienne Hufe de Cologne. Le « manse » de Saint-Maximin et la Hufe de Lübeck (ci-haut) sont construits selon ce système.

Mais on constate par ailleurs que la Hufe, à Cologne, a été *autrement* formée de 60 Morgen ; il s'agit par hypothèse de ceux de la ville de 150 perches carrées de 16 pieds de côté, soit

38 400 pieds carrés, tels qu'ils ont continué d'être décomptés jusqu'au passage au système métrique (Doursther, 1840 : *s. v.* « arpent – Cologne »). Cette Hufe probablement plus récente comporte $60 \times 38\,400 = 2\,304\,000$ pieds carrés.

Successives et/ou réparties par secteurs, ces deux Hufen de Cologne présentent deux comptes radicalement différents : le premier déchiffré, de 50 jugères antiques/ 32 Joche impériaux décomptés au pied néo-romain, soit 1 440 000 pieds carrés pour une Hufe qui est ainsi un *laterculus*, un quart de centurie ; et le second donnant une Hufe de 2 304 000 pieds carrés, ici en 60 unités, bien différente. C'est que ce dernier compte dépend d'un autre système de la Hufe, présenté ci-après.

07.2. Le système 160 jugères antiques / 100 Joche

Le second système dont on peut supputer l'existence, plutôt que de s'appuyer sur le compte de la centurie romaine, présente une rupture nette avec elle : il est fondé sur le compte de 100 Joche impériaux. Pour le percevoir, il faut rappeler la compatibilité entre Joch impérial au pied romain et jugère antique : 100 Joche, soit $100 \times 46\,080 \text{ pi}^2$, équivalent bien à 160 jugères antiques, soit $160 \times 28\,800 \text{ pi}^2$; dans les deux, cas $4\,608\,000 \text{ pi}^2$. C'est d'ailleurs sous ce seul aspect numérique, leur rapport de 5 pour 8 au pied romain antique, que les deux mesures sont compatibles : elles ne le seraient pas s'il y avait eu conversion du Joch au pied néo-romain. Finalement, cette superficie établie sur 100 Joche ne reformant pas une centurie romaine, on se trouve bien dans un contexte métrologique différent.

Cela nous ramène au fameux commentaire de Césaire de Prüm mentionné au moins depuis Lamprecht (1885 : 348 n. ; 349) et Meitzen (1889 : 39, *et alibi*) par maint chercheur. Césaire note en 1222, en annexe à un *Registrum* de 893 : « *Notandum est quod in libro isto sepissimum mentio fit de quattuor generibus mansorum, id est de mansis servilibus, de mansis ledilibus, de mansis ingenuilibus, de mansis absis. Mansi ingenuales sunt qui jacent in Ardenna [] quilibet istorum mansorum habet clx jurnales terrae, quos appellamus vulgariter kunihkgeshuve.* » Cette différenciation ou gradation entre « manses » selon la qualité de leur détenteur – serf, individu astreint ; lète, soit affranchi ; ingénu, c'est-à-dire libre, cela dit trop rapidement – ouvre sur un monde en soi. Il serait premièrement question de savoir si c'est une réalité du IX^e ou du XIII^e siècle (voir Morimoto, 1990 : 276 *sqq.*). Observons cependant que le « manse ingénue », qui renferme 160 « journaux », se nomme, au XIII^e siècle, *kunihkgeshuve*, c'est-à-dire Hufe royale. Là encore, l'ambiguïté des termes de la métrologie médiévale est frappante : il ne s'agit certainement pas du manse ingénue rencontré en France de 12 bonniers, soit 48 acres ou journaux, 1/3 de centurie, ni de la Hufe royale vue en Autriche, de 90 jugères carolingiens, soit 1/2 centurie (cf. *supra*), ni de la Hufe royale que Meitzen a dégagée (cf. *infra*).

À propos du commentaire de Césaire, Guilhiermoz (1913 : 311) a interprété le chiffre *clx* (160), comme une corruption pour *cxx* (120). Je préfère considérer le nombre de 160, en supposant que le terme *jurnales*, sous la plume du savant qu'était Césaire, peut bien être le jugère antique, et en découvrant surtout que la parfaite égalité de 160 jugères antiques avec 100 Joche est révélatrice d'un type bien précis de Hufe. C'est en effet le partage de cette Hufe en deux parts qui peut expliquer la seconde Hufe de Cologne vue ci-dessus (donnée en 60 unités de 150 perches carrées qui sont en fait 50 Joche de 180 perches carrées valant 80 jugères antiques). Mais aussi, en deux et quatre parts, les mentions de 80 et de 40 jugères dans les papiers de Lorsch pour la Hesse, de Weissenburg pour l'Alsace, aux IX^e et X^e siècles déjà (Deléage, 1941 : 330 ; Schlesinger, 1987a : 497 ; b : 551 *sqq.*), 80 et 40 jugères antiques équivalant bien à 50 et 25 Joche.

Ce compte de 160 jugères antiques soit de 100 Joche impériaux, avec ses partitions, existe donc depuis longtemps au moment où Césaire écrit son commentaire. J'en infère que les deux systèmes de Hufen décrits ne se sont pas succédé, mais ont plutôt coexisté, tout comme les différents manses. En suite de cela, j'avance que c'est le même partage de 100 Joche en deux lots qui définit une unité très largement employée dans la zone d'expansion germanique à l'Est : la *flämische Hufe*, la Hufe flamande de la *Ostsiedlung*.

Hufe flamande

On explique traditionnellement cette qualification de « flamande » par l'invitation qui aurait été faite à des colons provenant des Pays-Bas (habiles au drainage de régions marécageuses) de venir s'installer dans les territoires conquis au Nord et à l'Est. Ce type de Hufe induit un type d'habitat et de paysage ; on l'oppose à un mode de lotissement par la « *fränkische Hufe* », différente, allouée au départ à des paysans venus de Franconie (habiles au défrichement de forêts) et qui induisait un autre type d'agglomération (accès à cette vaste question en français par Higounet, 1989). La Hufe « franconienne » pose un tout autre problème abordé plus loin. Les données concernant la Hufe flamande ont été étudiées depuis Meitzen (1889 : 58). Kötzschke (1926 : 89 *sqq.*) résume la recherche jusqu'à lui. Plus récemment, Kuhn surtout

(1973 : 8 *sqq. et alibi*), Witthöft (1981 : 17 *sqq.*) et Pfeiffer (1986b : 190 *sqq.*) en ont donné une explication, d'où je suis reparti.

Ces auteurs relèvent une description de la Hufe flamande dans la *Geometria Culmensis*, un traité rédigé en latin et en allemand entre 1393 et 1407. Je traduis : « Trois pas font une perche ; 10 perches, une corde ; trois cordes dans la longueur et une dans la largeur font un Morgen ; 30 Morgen, une Hufe. » Reconstituons : une perche de 3 pas (au sens romain du *passus* de 5 pieds) renferme 15 pieds, ce que montrent d'autres descriptions de cette perche : elle fut comptée pour 7 ½ aunes, soit également 15 pieds, à partir du XVI^e siècle au moins. Le Morgen de 1 × 3 cordes = 10 × 30 perches comporte 300 perches carrées ; et 30 Morgen en arrivent à renfermer 9 000 perches carrées. C'est de cette manière que la Hufe a été très généralement composée jusqu'à l'adoption du système métrique en Poméranie, Silésie, Poznanie, et en Prusse orientale.

Si les superficies de ces Hufen varient, c'est qu'elles ont été dans les Temps modernes décomptées au pied de la ville centre de leur région, fait que nous avons déjà observé. Par exemple, et toujours pour 9 000 perches carrées, la Hufe de Wroclaw/ Breslau couvrait 16,791 1 hectares, parce que le pied de cette ville mesurait 0,287 960 m (c'est un pied 24/25), tandis que la Hufe de Kaliningrad/ Königsberg s'étendait sur 19,171 9 hectares, à un pied de 0,307 700 m (le « Werkschuh » urbain). Cependant la prescription originelle de la flämische Hufe devait être de 9 000 perches carrées carolingiennes de 15 pieds à 0,313 876 5 m, soit 199 499,86 m², tout près de 20 hectares.

Je relie ces données au système de la Hufe de 100 Joche impériaux / 160 jugères antiques défini ci-haut, pour son partage en deux formant des Hufen de 50 Joche. On reconnaît en effet dans les 30 Morgen (30 × 10 × 30 perches) soit 9 000 perches carrées de la Hufe flamande, exactement 50 Joche impériaux de 180 perches carrées : 50 × 180 = 9 000. Voici, en plus de cette égalité numérique, quelques raisons qui permettent de soutenir cette hypothèse : l'unité primitive a visiblement été dissoute. Le cas n'est pas unique : à Cologne (*supra*), la partition de la mesure a fait disparaître la composition originale de la Hufe ; dans le « système de Calenberg » également (04.0 et *infra*). Par ailleurs un Morgen, unité de travail du matin, ne

saurait être aussi étendu, car ses 300 perches carrées carolingiennes dépassent la superficie de toutes les unités agraires de base connues. Il n'empêche que 9 000 perches carrées forment 50 Joche impériaux.

Tromperie

Une perche de 15 pieds est typiquement la perche carolingienne, et la mesure du pied utilisé ne nous arrêtera pas, car il y a eu substitution et ici, j'en relève une indication formelle : Withhöft rapporte (1981 : 21) que l'assemblée des États de Prusse de 1440 se plaint de ce que « l'aune flamande a été raccourcie, de sorte que l'on compte maintenant 5 Hufen pour 4, ce qui rapporte plus de cens à la seigneurie et charge le pauvre pays de plus d'impôts ». Il semble que l'affaire traînait depuis longtemps et que les plaignants n'obtinrent pas raison, l'Ordre ayant répondu que « ce rétrécissement datait déjà de 80 ans » et « qu'il avait été accepté par les États ». Ce qui s'appelle « aune flamande » est à comprendre dans ce contexte comme « unité avec laquelle on mesure les Hufen flamandes ».

Cependant, le calcul auquel Withhöft (*loc. cit.*) se livre en termes contemporains pour évaluer ce rétrécissement sur le terrain sera avantageusement remplacé par le constat suivant : c'est le pied carolingien *agraire* qui est escamoté au profit du pied $24/25$ *urbain*, et nous avons observé que celui-ci vaut $9/10$ du pied carolingien, lui-même $16/15$ du pied romain ; et en effet $16/15 \times 9/10 = 24/25$. Or, le rétrécissement du pied, de la perche et des mesures linéaires en général aux $9/10$ de leur valeur donnera un rétrécissement de la superficie au carré de ce rapport : $81/100$, si proche de $80/100$, soit $4/5$.

Un tel calcul était faisable sans créer une nouvelle unité linéaire (on prenait le pied de la ville) et surtout sans avoir à reprendre tout l'arpentage des terres ni à déplacer leurs limites, ce qui aurait été impossible. Par une approximation fort pratique, le collecteur d'impôts compterait dès lors 5 Hufen là où autrefois on en voyait 4, c'est-à-dire $5/4$ de Hufe à chaque détenteur d'une Hufe. Les paysans pouvaient à bon droit se plaindre de ce que les charges spécifiques sur les Hufen aient augmenté. Mais sur le terrain, rien ne changerait avant longtemps.

Une Hufe franconienne plus ambiguë

Tout d'abord, il n'en est pas demeuré dans les Temps modernes, ce qui interdit de remonter à un ancien état ; puis, sa description telle qu'elle est admise peut prêter à confusion ; et enfin, son rapport allégué avec la flämische Hufe pour 3/2 de cette dernière est à interroger. Kuhn (1973 : 12 *sq.*) et Pfeiffer (1986b : 191 *sq.*) s'appuient sur un même texte du XIV^e siècle provenant de Dresde et utilisant semble-t-il des sources encore plus anciennes de la région de Cracovie. Adaptons cette description en français : « Voici la manière dont on doit mesurer des Hufen franconiennes. Sachez qu'une perche doit mesurer 15 aunes en terrain dégagé, et que la corde doit contenir 3 perches, et donc 45 aunes. Et 2 cordes font une demi-Hufe dans la largeur. Et l'on doit ensuite partir du milieu du village pour mesurer la longueur. La même corde comptée 30 fois fait la longueur d'une sole ; et 60 cordes, la longueur de 2 soles ; et 90 cordes forment la bonne longueur. »

Force serait ainsi d'admettre que la Hufe franconienne mesurait 4 cordes doubles de 45 aunes, soit 180 aunes, soit 360 pieds de largeur, par 90 cordes doubles, soit 4 050 aunes, soit encore 8 100 pieds de profondeur. Cela lui donnerait 2 916 000 pieds carrés, l'équivalent de 72 Joche impériaux de 40 500 pieds carrés carolingiens. On aurait alors bien pu compter en gros 2 Hufen franconiennes (144 Joche) pour 3 Hufen flamandes (150 Joche). Mais plusieurs éléments intriguent et je propose une autre interprétation de ces données : la perche de 15 aunes, soit 30 pieds, est tout à fait inhabituelle (j'y reviens ci-dessous) ; je crois qu'elle ne devait servir à mesurer *que le front* de la Hufe. C'est la suite du texte, citée scrupuleusement par Pfeiffer (*loc. cit.* [je n'endorsse aucunement ses calculs]), qui induit cette possibilité.

Ainsi le texte ajoute qu'en forêt, la perche doit avoir 16 aunes pour compenser le fait qu'on ne peut y mesurer bien droit. (Notons cette indication, qui ressortit à des façons coutumières de l'arpentage.) Donc la perche de la profondeur aligne plutôt 15 aunes, et non pas 30, comme la perche du front. Puis : « Et si c'est pour une seule sole (Feld), il faut compter trois Hufen pour une Hufe. » Cela signifie que le lot devait comporter ses trois parties, déterminées par l'assolement triennal – mais aussi que l'on pouvait faire d'une Hufe entière une seule sole. La confusion Feld – Hufe n'est que lexicale, la suite le démontre : « Et là où il y a deux soles, on

doit allonger à une Hufe et demie pour une. » L'idée est la même : trois soles au total. La phrase suivante semble répétitive, mais elle apporte une précision intéressante en faveur d'une nouvelle interprétation : « Et là où il y a deux soles, on doit allonger une Hufe de 8 perches. » Cela signifie encore une fois que chacune des deux soles doit être allongée d'une demi-sole pour que la Hufe entière en comporte trois. Mais il y a ici confusion de termes : il faut bien sûr allonger la sole de 8 *cordes* plutôt que de 8 *perches* ; et il y a sans doute un problème d'écriture, *viii*, « acht », pour « halb acht », soit $7 \frac{1}{2}$. Cela indique avec une forte probabilité que la profondeur de la sole est de $2 \times 7 \frac{1}{2}$ soit de 15 cordes doubles de 90 pieds – parce qu'elle est en fait de 30 cordes normales de 45 pieds.

Je conclus de ces faits que la fränkische Hufe renfermait, de front, 360 pieds (4 cordes de 3 perches de 30 pieds) par 4 050 pieds de profondeur (90 cordes de 3 perches de 15 pieds), soit 1 458 000 pieds carrés, bien sûr carolingiens, soit 36 Joche impériaux de 40 500 pieds carrés, soit un peu plus de 14 hectares (143 639,9 m²).

Ensuite de cela, ce serait la Hufe franconienne qui vaudrait un peu plus des 2/3 de la flamande. Ce n'est pas impossible : Kuhn écrit bien qu'il n'a trouvé aucune attestation spécifiant que la grande Hufe serait la franconienne, par rapport à une plus petite qui serait la flamande, et il s'appuie sur d'autres auteurs, que je n'ai pu consulter, pour l'affirmer (1973 : 8). Il passe ensuite en revue de nombreuses sources et d'autres travaux, mais sans interroger les possibles substitutions de mesures (pieds, aunes, perches). Il est pour moi préférable de laisser ouverte la possibilité d'une Hufe franconienne plus petite, de 36 Joche, pour 50 Joche à la flamande.

L'allocation de 36 Joche est cependant étonnante, car elle n'entre dans aucun des systèmes dégagés ; or, la pure invention est rare en la matière. Les tenanciers de ces Hufen arrivent de Franconie où peut exister une Hufe de 36 acres/ journaux comme vu en Bavière ; on peut penser qu'il y a eu confusion et qu'on leur a taillé, par analogie avec celles qu'ils connaissaient, des Hufen de 36 Joche. Ce n'est qu'une conjecture. Mais on aurait dans le fond le rapport inverse de celui qui est généralement admis : 3 Hufen franconiennes ($3 \times 36 = 108$ Joche) étaient parfois comptées pour 2 Hufen flamandes ($2 \times 50 = 100$ Joche).

Le découpage de cette Hufe franconienne se faisait en 18 Morgen (Kuhn, 1973 : 16) de dimensions colossales, puisque chacun d'eux aurait comporté 6×30 doubles perches, soit 720 perches carrées, soit 4 Joche impériaux. (Nous venons de voir qu'en fait, ces Morgen comportaient deux Joche.) Mais ce qui s'appelle Joch ici semble ne comporter que 90 perches – un Morgen, la moitié du Joch impérial. Et il existe encore un Viertel (un quart de la largeur de la sole, ici) qui grouperait 3 perches doubles par 90 perches simples soit 540 perches carrées, soit 3 Joche – tout cela déduit, mais une fois de plus, les termes employés nous renseignent mal : ce sont les comptes qui nous éclairent.

Enfin, cette fränkische Hufe a disparu des références courantes, ce qui est surprenant dans une région de l'Europe où la Hufe a subsisté comme unité de perception jusqu'au XIX^e siècle. À moins que l'on puisse considérer, au vu de la proportion de $2/3$, que certains soi-disant « wendische » ou « polnische » « Haken » (charruées wendes ou polonaises de Poméranie, de Poznanie) en aient été les avatars, couvrant la moitié ou les deux tiers de Hufen flamandes. C'est en effet tardivement que ces Haken ont pu être amenés, par simplification, aux 4 500 ou 6 000 perches carrées de 15 pieds relevées au XIX^e siècle (Doursther, 1840 : s. v. « Haken », « Hufe »). La lecture que je propose donne une Hufe franconienne de 6 480 perches carrées des plus courantes, de 15 pieds carolingiens.

Une remise en question se justifie d'une autre manière encore. Ainsi la reconstitution par Kötzschke du village de Alt-Mittweida, en Saxe, reproduite à titre d'exemple par Kuhn, présente des Hufen qui sont loin d'être aussi profondes que leur résolution en $360 \times 8\,100$ pieds le montrerait : elles devraient équivaloir, au pied carolingien, à $\sim 113 \times 2\,542$ m. Cependant, sur la carte de Kötzschke, si le front des Hufen mesure bien entre 100 et 120 m, leur profondeur ne semble atteindre que de 1 200 à moins de 1 400 m – ce qui ne peut représenter que de 3 800 à moins de 4 500 pieds, dimension plus vraisemblable.

D'ailleurs, il faut observer que l'étirement des sillons a des limites, même s'il présente l'avantage de réduire le nombre de manœuvres de l'attelage de labour. Il faut aussi rappeler que si les Hufen présentent un front très étroit pour une grande profondeur – qui a ses limites elle aussi – ce n'est pas tant que les techniques agricoles l'exigent ; cela découle d'un souci de

gestion et de moindre coût pour l'autorité qui les distribue : les chemins qu'il faut tracer pour aligner ces Hufen côte à côte seront moins longs ; les fermes seront plus rapprochées ; le transport des denrées vers les axes principaux sera plus aisé.

Enfin, le problème qui se pose ici pourrait résulter d'une confusion datant des origines même de la définition de cette Hufe : on ne peut exclure en effet que l'ambiguïté du mot « Elle » dans la langue allemande, qui signifie aussi bien aune (de deux pieds) que coudée (d'un pied et demi), ait joué un rôle dans l'invention d'une perche de 15 *aunes* soit 30 pieds : la perche impériale de 24 pieds de type romain, attestée sous diverses formes (04.2 ; 04.3) et répandue en matière agraire, comportait en effet 15 coudées carolingiennes régulières, attestées elles aussi et dites pieds Liprand (02.2). La question de la fränkische Hufe n'est pas épuisée.

Autre tromperie

Avant d'aborder la plus étendue des Hufen effectivement allouées, arrêtons-nous un instant à quelques types qui paraissent gigantesques mais qui ne sont certainement que des unités de compte pour la levée de taxes et impôts.

Celle de Poméranie, avec ses 18 000 perches carrées, regroupe simplement 2 Hufen flamandes de 9 000 perches carrées définies ci-dessus, c'est-à-dire 100 Joche, le modèle de base des calculs. Mais celle du Mecklembourg étonne davantage : elle renfermerait 400 « acres » de 100 perches carrées à la perche de 16×16 pieds de type romain (faible à 0,291 m), soit 40 000 perches carrées ; elle couvre ~86,7 hectares alors que le modèle régional en couvre ~20. Cette Hufe présente donc un décompte tout à fait arbitraire qui ne correspond en rien à ceux des allocations de terres de la Ostsiedlung. Est-elle construite pour le pur plaisir de former un carré de $3\,200 \times 3\,200$ pieds ?

Pour la comprendre, il faut se tourner vers la Hufe des environs de Rostock, la principale ville de la région, qui comporte, elle, 45 000 perches carrées de 16×16 pieds (à un pied 24/25 de substitution) : sa composition est en rapport avec le système, puisqu'elle rassemble simplement 5 Hufen de 50 Joche impériaux de 180 perches carrées, soit 5 Hufen flamandes de 9 000 perches carrées carolingiennes : $5 \times 50 \times 180 = 45\,000$.

En retournant à la Hufe des campagnes du Mecklembourg, on remarque qu'elle aussi est composée de 5 Hufen, mais celles-ci non pas de 50 Joche, mais de 50 acres carolingiennes, de 160 perches carrées seulement : $5 \times 50 \times 160 = 40\,000$ perches carrées. Elle apparaît alors comme une construction arbitraire mais non pas gratuite : ce n'est pas seulement un regroupement de Hufen pour la levée de taxes collectives ; c'est encore une mesure d'aggravation de la fiscalité.

En considérant la substitution de pieds affectant certaines Hufen, comme nous venons de le voir, on voit que c'est de cette manière que les mesures pouvaient dériver au désavantage des paysans assujettis à l'impôt – idée à mettre en regard des thèses de Kula (1984).

07.3. La grande Hufe de 120 Joche impériaux

La définition de ce type de Hufe amène tout naturellement au travail de Meitzen, qui suivait d'ailleurs celui de Landau et d'autres pionniers. Non pas que Meitzen ait été archéologue, mais il est parti de l'idée que l'on devrait pouvoir reconnaître « sur le terrain », c'est-à-dire grâce à des cartes cadastrales ou topographiques modernes, des entités comme la Hufe. Ce faisant, il pratiquait donc plutôt la « morphologie agraire », qui est à l'honneur aujourd'hui en France avec de tout autres moyens (vues aériennes ou satellitaires, filtrage d'images, modèles mathématiques, etc. ; cf. en bibliogr. Chouquer, Favory, Lavigne, Watteaux). Je m'appuie ici sur la détermination, par Meitzen, d'une königliche Hufe, une Hufe royale (1889 : 39 *sqq.* ; 1895, vol. 2 : 34, 554 ; vol. 3 : 86, 264 *sqq.*).

Meitzen a méthodiquement recherché des entités cadastrales encore repérables (propriétés ou groupes de parcelles délimitées) qui auraient pu correspondre aux mesures données par les attestations médiévales de Hufen, en particulier « royales ». Il a pensé et restitué ses découvertes en unités métriques et déterminé une superficie de ~ 47,7 hectares pour cette Hufe, ce qui se trouve confirmé de façon très précise par ce que j'avance sur ce point (cf. ci-dessous). Cependant, Meitzen avoue (1895, vol. 2 : 556 *sqq.*) qu'il n'est pas rare que les *hobae* ou *mansi regales* qu'il a repérés soient un peu plus étendus. Ainsi, le territoire bien délimité du village de Boos, au sud-ouest de Mayence (1889 : 52 *sqq.* et 1895, vol. 3 : 563), que Lamprecht avait aussi considéré (1885 : 352), est composé de deux *mansi regales* couvrant 49,75 et 49,92 hectares, respectivement ; les Hufen issues d'une donation de Charlemagne à Hersfeld près de Merseburg en Saxe, en 777 déjà, mesurent de 48 à 50 hectares (Meitzen, 1895, vol. 2 : 331, et vol. 3 : 379 *sqq.*).

Or de telles superficies sont proches de celle de la centurie : ~ 49,875 ha, valeur métrologique. Il n'est donc pas exclu – ce n'est qu'une hypothèse – que l'administration carolingienne ait tenté d'introduire la mesure de la centurie entière comme *regalis mansus* ou *hoba* sur les territoires nouvellement acquis, mais sans que l'on ait pu, par la suite, imposer son partage selon le même calcul que pour le manse. C'est encore une fois la prégnance de la « loi des

nombres » : ce partage ne pouvait plus se résoudre de la même façon, une fois le Joch impérial décrété, et c'est une des raisons envisageables de la création de la grande Hufe de 120 Joche.

Après avoir recueilli de nombreuses attestations, Meitzen s'arrêta à l'allocation par l'archevêque Friedrich de Brême à des colons venus des Pays-Bas, en 1106, d'une portion de territoire à mettre en valeur, « *terram incultam paludosamque ad excolendum* ». Le texte précise : *Mansi vero mentionem, ne discordia in posterum in populo haberetur, que mensio in longitudine septingentas et viginti in latitudine vero xxx habet regales virgas* (Hamburgisches Urkundenbuch éd. 1842, n° 129, p. 121). Cette description ne précise pas que cette Hufe de 30×720 perches soit « royale » (c'est la perche qui l'est) ; elle est cependant la plus vaste à être quantifiée. Avec l'aide du directeur du cadastre, Lindmeier, Meitzen identifia dans les environs de Brême des limites rectilignes du terroir qui le persuadèrent que les Hufen de l'archevêque Friedrich – il en isola une vingtaine – couvraient une superficie tournant de très près autour d'une moyenne qu'il établit à 47,7 hectares. (*Contra* : Van der Linden, 2000).

Sauf erreur, Meitzen ne mit jamais clairement en rapport ses découvertes avec des mesures de pieds, de perches et d'unités agraires anciennes, se déclarant dérouté par leur multiplicité et donnant presque toujours ses résultats en unités métriques. (À cette époque, il fallait convertir la plupart des données cartographiques allemandes, qui étaient encore à des échelles et à des mesures anciennes.) Pourtant, il a identifié très justement, à partir de son enquête à Brême, un élément capital de la métrologie carolingienne à l'origine : en divisant 47,7 hectares par les $720 \times 30 = 21\,600$ perches carrées de la Hufe de l'archevêque Friedrich, il arrêta une perche linéaire à 4,7 m pour ses calculs. Cette dimension est d'une proximité remarquable avec la dimension métrologique de cette perche fondamentale pour la métrologie agraire médiévale (dès 02.2 et tout au long du présent essai) : 4,708 147 5 m pour 15 pieds carolingiens soit 16 pieds romains ; ses quelque 8 mm manquants ne retranchent qu'un demi-millimètre environ à la longueur théorique de ces deux pieds.

On peut voir dans la Hufe « royale » repérée par Meitzen la mesure – non plus carolingienne, au début du XII^e siècle – de la plus grande des Hufen, que j'appelle pour cette raison « Hufe impériale ». Couvrant 30×720 perches, elle renferme 120 Joche impériaux de 180 perches

carrées ($21\ 600 \div 180 = 120$) – ce que Meitzen ne releva pas formellement, sauf erreur de ma part, mais Guilhiermoz, si (1913 : 311). Elle couvre en mesure métrique une superficie idéale de $478\ 799,68\ \text{m}^2$, pratiquement identique, à cette échelle, aux 47,7 hectares de Meitzen. On ne peut situer avec plus de précision l'époque de son apparition. Des attestations de *mansi* ou de *hobae regales* sont relevées par Meitzen depuis 806 ; mais une seule met en rapport cette composition en perches avec le compte de 120 unités de mesure agraires : « *licet eadem novalia ad quantitatem cxx jugerum, que vulgo regalis mansus dicitur* » – on voit par le terme *novalia* qu'il s'agit d'une allocation de terres à mettre en valeur, comme à Brême en 1106, mais on est déjà en 1236.

On peut observer l'extension de cette Hufe en Allemagne. Meitzen (1889 : 60) l'identifie avec celle, très répandue sur les terres des différentes maisons de Brunswick, qui est restée la base du « système de Calenberg » et renfermait 180 « Morgen ». C'est tout à fait justifié, parce que ceux-ci étaient le résultat de la division de 2 Joche de 180 perches² en 3 unités de 120 perches² (04.0). Observons aussi que cette grande Hufe est proche, par sa superficie, de la centurie romaine (125 Joche) ; on pourrait dire qu'elle la remplaçait en présentant un compte plus maniable (divisible) fondé sur le Joch impérial.

Comme les autres formes d'allocation de terres, la grande Hufe impériale a subi des partages reconnaissables. Ainsi les Hufen de Francfort-s.-l.-M. et de Fulda – la première à un pied de type romain et la seconde à la fin à un pied de substitution $24/25$ – comportent 4 800 perches carrées de 12×12 pieds, qui formeraient aussi bien 2 700 perches carolingiennes de 16×16 pieds (romains) soit exactement 15 Joche ; cela représente $1/8$ de la grande Hufe impériale, mode de partage déjà observé pour le manse. On constate la fortune durable de cette Hufe impériale : il est loisible, avec l'appui de l'ensemble des propositions avancées dans cet essai, de la rapprocher du hide le plus connu de l'Angleterre médiévale.

07.4. Les hides en Angleterre

Les travaux d'histoire économique de l'Angleterre médiévale ne cherchent plus à définir le hide en termes de mesures agraires précises, se livrant à d'autres modélisations (p. ex. McDonald et Snooks, 1986 : 53 *sqq* ; Roffe, 2007 : 190 *sqq*). On peut cependant y revenir avec l'appui des définitions des mesures avancées dans cet essai, en établissant des liens entre l'institution de la Hufe impériale sur le Continent et celle du hide royal en Angleterre. Pour cela, il faut repartir de l'ancienne érudition.

Définition. Pendants allemand et normand

Dès avant la synthèse de Maitland (1897), avec Round (1895), par exemple, on se rendit compte que, parmi les hides attestés en Angleterre, l'un d'eux semblait primer par son caractère officiel : celui de 120 acres. Or j'ai démontré (05.3) l'identité de l'acre d'Angleterre et du Joch impérial, et on en déduit facilement l'identité de ce hide avec la Hufe impériale définie ci-haut. Que l'on compare les superficies : celle arrêtée pour cette Hufe, de 478 799,68 m², et celle de 120 acres anglaises d'aujourd'hui, 485 622,75 m². Maitland, qui était aussi un lecteur de Meitzen, avait d'ailleurs fait la même observation (1897 : 516) mais, privé de l'idée que cette Hufe était composée de 120 Joche puisque Meitzen ne l'avait pas clairement énoncée, il ne put établir l'identité de ce Joch avec l'acre statutaire, et il consolida, à la suite de Flinders Petrie (1877), l'opinion encore généralement admise aujourd'hui d'une totale singularité des mesures anglaises (que je réfute, chap. 05 et ci-dessous).

On peut joindre à l'hypothèse de l'identité du hide de 120 acres et de la Hufe de 120 Joche la définition de la charruée de Normandie, qui était réputée contenir 60 acres (Delisle, 1851 : 299). En effet, l'acre normande la plus courante, qui recouvre deux Joche impériaux, valait exactement deux acres d'Angleterre (05.2). Il était normal, dès lors, d'en compter 60 dans la charruée qui équivalait ainsi au hide de 120 acres anglaises. À titre d'exemple, une charte de Richard I^{er} (Du Cange : *s. v. carruca*) alloue pour la Normandie des charruées ainsi définies : « *lx acras terre ad perticam nostram scilicet xxv pedum* » ; une autre (*s. v. pertica*) : « *Fundavimus... viginti carrucatas terrae, scilicet uniuque carrucatae sexaginta acras*

terrae ad perticam nostram, videlicet viginti quinque pedum » : 60 acres à la perche impériale divisée en 25 pieds équivalent à 120 acres à cette perche carrée dédoublée – ce qui est selon mes conclusions (05.2) la définition de l’acre d’Angleterre. Cette charruée normande aurait pu être comptée, si elle avait encore existé au moment du passage au système métrique, pour 60 acres de Normandie à $\sim 8\,171,5\text{ m}^2$, soit $\sim 490\,291\text{ m}^2$. C’est encore assez proche de la Hufe impériale et du hide officiel d’Angleterre. Ces différences de superficie ne se manifestent que par la diversité des cheminements de conversion ; il s’agit bien, dans les trois cas, de la même attribution de terres propres à être taxées.

Partitions

On divisait cette mesure de 120 acres en 4 *virgate* de 30 acres, et le *yardland* devint parfois cette *vergée* ; d’autres comptes donnaient la *carrucata* (charruée) en 8 *bovate* (bouvées) de 15 acres ; ou bien le *sulung* (terme propre à certains comtés), synonyme du hide après avoir été son doublement, comptait ces 120 acres en 4 *yokes* (Maitland, 1897 : 409 ; cf. aussi en général Zupko, 1968 : s. v.). Ces divisions sont peut-être, pour une part, la trace du fait que les anciennes attributions de terres étaient plus restreintes, et donc que les exploitations agricoles les plus répandues n’atteignaient de loin pas la superficie de 120 acres statutaires. Seebohm (1914 : 368 *sqq.*) attachait une grande importance à cette idée : il considérait le *yardland* de 30 acres comme unité originelle d’attribution de terres. Il fut le seul de son époque, semble-t-il, à tenter de rapprocher méthodiquement la conception du hide en Grande-Bretagne de celles du manse du Continent et même du *jugum* tardo-antique, supputant une continuité sur ce plan entre la *Britannia* romaine et l’Angleterre médiévale. Mais le compte de 120 acres est sans doute relié à une refonte du système fiscal consécutive à la Conquête et fondée sur cette *nouvelle* mesure du hide rassemblant 120 *nouvelles* acres statutaires, normes qui ne purent s’imposer que progressivement. C’est l’explication proposée sauf erreur par Vinogradoff (1908) à propos du *ploughland* : 120 acres statutaires comme mesure de terres non encore taxées ni même mises en culture – évaluation destinée à uniformiser dans le futur l’unité de prélèvement fiscal. Voir à ce propos la discussion de Roffe (2007 : 203 *sqq.*).

Autres formes

Du temps des rois saxons, la capacité contributive du pays – pour payer le *Danegeld*, mais aussi pour d'autres obligations – était déjà évaluée au prorata des hides ; et ces cotes d'impôt étaient inscrites dans des registres administratifs dont certains nous sont parvenus et qui portent dans la tradition le nom significatif de *hidage* : la propriété ou la jouissance de terres distribuées en hides était l'assiette de l'impôt, ce qui donnait au hide un rôle tout à fait semblable à celui du manse ou de la Hufe. Mais ce n'est qu'à partir du *Domesday Book* de Guillaume le Conquérant et dans les registres qui lui ont fait suite (*Pipe Rolls, Hundred Rolls*) que l'on peut calculer – cela reste en discussion – que les obligations militaires des détenteurs de terre étaient assises sur la possession de quatre ou cinq hides de 120 acres statutaires, donnant l'assiette de ce qui s'appelle le *knight's fee* (Connor, 1987 : 61 *sqq.*). Je dis bien à partir du *Domesday Book*, soit après lui, car des documents crédibles du XII^e siècle, dont le *Dialogus de Scaccario* et la *Chronica* de Hoveden, expliquent que le hide fut institué pour 100 acres (Connor, 1987 : 58) ; j'incline à penser qu'il s'agit là du hide fiscal du temps du *Domesday*. On peut apporter à l'appui de cette idée la mention d'une charte pourtant plus tardive (Édouard II, 12^e a., n^o 18, York, mentionnée par Du Cange *s. v. acra*) : « *Decem acrae faciunt ferlingatam, quatuor ferlingatae faciunt virgatam, et quatuor virgatae faciunt hidam, quinque hidae faciunt feodum militis.* » Cette définition rejoint celle de Césaire de Prüm (ci-dessus, 07.2) d'une Hufe royale en 160 jugères qui, s'ils sont romains, équivalent exactement à 100 acres d'Angleterre suivant ma démonstration (chap. 05). Un *feodum militis* est bien ici la source de revenus qui permet à son détenteur de s'acquitter des obligations du *knight's fee*.

Maitland, tout en relevant des indications divergentes sur le hide, prit le problème à l'envers, dirait-on. Il partit de la conclusion que longtemps avant la Conquête, le hide concret, la terre de l'homme libre, se composait déjà de 120 acres statutaires (1897 : 360), et que les autres données révélaient des déformations régionales, des aberrations de ce mode d'attribution. Il réfutait ainsi les idées de prédécesseurs sur l'existence d'autres hides. Par exemple, Ellis (1833 : 145 *sqq.*) en cite, sans élaborer sur la mesure, de 120 ou 240 acres anciennement ; de 64 acres sous Henri I^{er} ; à 60 et 100 acres sous Richard I^{er} ; de 112 et 150 acres sous Édouard

III. Kemble (1848 : 101 *sqq.* et 487 *sqq.*) évalue le hide, selon les cas, à quelque 62 à 65 acres, ou 72 à 74 acres, ou 100 acres. Eyton (cité par Maitland, 1897 : 486) avait conclu à l'existence d'un hide de 48 *gheld acres*. On peut utiliser tous ces nombres comme guides.

Comprendre la variété des hides

Zupko relève, sur un plan général (1966 : 180 *sqq.* ; 1968 : 76), des compositions de hides en 48, 60, 64, 80, 96, 100, 120, 160 et 180 acres. Or, nous avons vu tous ces nombres, et aucun autre – si l'on comprend les divisions par deux qui complètent cette série (30, 32, 40, 50, 90) et la sous-série 72/36, 90/45 qui s'y intègre aussi, cf. ci-dessous – utilisés pour déterminer des manses ou des Hufen. On peut donc en déduire que l'évolution du recensement par manses, Hufen, hides s'est déroulée parallèlement sur le Continent et en Angleterre. Il faut cependant comprendre d'emblée que les acres en nombres si divers qui composent des hides apparemment sans commune mesure ne sont pas des acres statutaires et ne sont pas identiques entre elles. En fait, tous ces hides se rattachent aux cinq formes de manses et Hufen vues sur le Continent ; leur partage fréquent, en deux ou en quatre, complète les possibilités de compte. En rappelant ci-dessous ces cinq formes continentales, j'écris en gras les nombres identiques à ceux repérés par Zupko pour l'Angleterre, et en italique gras, les demi-mesures complétant la série ; les nombres entre parenthèses définissent des partages moins usités, ou théoriques.

Le manse de **48** journaux/ **60** jugères carolingiens/ **120** ansanges

Sous-unités possibles : (12, 15, 24) **30** (60).

Le manse de transition de 72 journaux/ **90** jugères carolingiens ou **180** ansanges

Sous-unités possibles : (9, 18) **36**, 45.

La Hufe du système **100** jugères antiques/ **64** Joche

Sous-unités possibles : (16, 25) **32**, **50**.

La Hufe du système **160** jugères antiques/ **100** Joche

Sous-unités possibles : (25) **40**, **50**, **80**.

La Hufe impériale de **120** Joche

Sous-unités possibles : (15) **30**, **60**.

On voit que tous les systèmes sont présents en Angleterre, et que tous les nombres appartiennent au système – même 96, qui est absent du tableau ci-dessus, parce qu'il peut résulter soit du dédoublement de l'acre carolingienne convertie, mesurant le manse de 48 journaux en 96 unités ; ou du décompte de la Hufe de 32 Joche divisés en trois pour 96 unités, telle exactement la Hufe de Lübeck (07.1). Il ne faut pas se formaliser non plus de l'absence de la sous-série 72/36 acres soit 90/45 jugères (mesures carolingiennes) définissant le manse de transition, puisque les unités en question sont relayées par d'autres dans le système suivant de la Hufe de 100 jugères antiques/ 64 Joche qui a une superficie égale (cf. ci-dessus et 06.5). De cette manière, aucune des compositions du hide n'est étrangère aux formes du manse ou de la Hufe du Continent sur le plan des nombres et de leurs rapports. De plus, les comptes de 48, 60, 64, 72 et 100 « acres » avaient déjà été proposés par les anciens érudits cités plus haut. Cela constitue une assurance de l'appartenance de tous ces modes d'attribution de terres au même univers métrologique.

Comprendre la réduction du nombre de hides

On observe, entre les registres du VIII^e siècle (le *Tribal Hidage*), du X^e (le *Burhgal Hidage*), du début du XI^e (le *County Hidage*) et le *Domesday Book* de 1086, une réduction du nombre de hides recensés, dans beaucoup de régions. En période d'expansion agricole et démographique, c'est étonnant. On peut affirmer en toute logique que cette réduction correspond au passage d'unités de taille plus modeste au grand hide royal et fiscal de 120 acres statutaires, par étapes. Tout en considérant ce problème, Maitland n'attribuait qu'à l'imprécision les signes patents contenus dans plus d'un document et les observations les plus révélatrices sur l'impossibilité matérielle de placer tant de grands hides dans le pays recensé. Ce dernier point est encore relevé par maint chercheur, jusqu'à nos jours.

Connor (1987 : 59 *sq.*) rappelle ainsi que le *Tribal Hidage* des rois de Mercie, au VIII^e siècle, évalue que le pays entier contient 240 000 hides (244 100 chez Maitland, 1897 : 507), alors que le *Domesday Book* en recense moins de 70 000. La réduction est donc de plus des deux tiers. Si le *Domesday Book* parle bien de hides de 120 acres statutaires, l'ancien hide pourrait contenir quelque 35-36 de ces acres. Si, en revanche, le *Domesday* s'appuie sur des hides de

100 acres statutaires, la même réduction amènerait l'ancien hide à 31-32 acres environ. Or, la mesure de ces anciens hides ne pouvait être donnée en acres statutaires qui n'ont pas été instituées avant le temps du registre – au plus tôt. Aussi faut-il repartir des hypothèses démontrées jusqu'ici pour proposer quelques avenues, avec toute la prudence requise.

35-36 acres statutaires, équivalant au même nombre de Joche, valent de 56 à 58 jugères antiques et environ 40 acres soit 50 jugères tous deux carolingiens, ou 100 ansanges. Cela composerait un type de hide ne faisant pas partie du système manse/ Hufe/ hide décrit ci-dessus. Dans l'autre hypothèse : 31-32 acres statutaires (autant de Joche) donneraient de 48 à 50 jugères antiques et quelque 36 acres soit 45 jugères tous deux carolingiens, ou encore 90 ansanges, type de hide qui, lui, appartient au système : il constitue la moitié du manse de transition de 72 acres soit 90 jugères carolingiens (avec 36, 45) ou la moitié de la Hufe exactement équivalente de 64 Joche soit 100 jugères antiques (avec 32, 50) et il couvre ainsi précisément le quart d'une centurie romaine. Ce constat milite en faveur de l'utilisation d'un hide de 100 acres statutaires dans le *Domesday Book*.

Autre exemple de conjecture : Bède le Vénérable écrit que le royaume saxon du Sud compte 7 000 hides, comme le fait le *Tribal Hidage* ; au début du X^e siècle, le *Burghal Hidage* n'attribue plus que 4 350 hides à la région et le *Domesday Book* de 1086 réduit encore ce nombre à 3 474. Remontons le temps : 3 474 hides de 100 acres statutaires donneraient 4 350 hides de quelque 80 acres qui, à leur tour, proviendraient de 7 000 hides de 50 acres ; ce dernier nombre est possible, mais c'est le passage par 80 acres qui étonne, une telle configuration ne se retrouvant pas sur le Continent. S'il s'agit plutôt, dans cette partie du *Domesday Book*, de hides de 120 acres statutaires, la même proportion, en partant de 3 474 hides de 120 acres statutaires, donnerait 4 350 hides de 100 Joche environ et 7 000 hides de 64 Joche – ces deux types de hides étant bien attestés comme Hufen sur le Continent. Ce dernier calcul pourrait signifier, à l'inverse du précédent, que le *Domesday Book* s'appuie aussi sur le hide de 120 acres. Le passage de 100 à 120 acres aurait-il eu lieu durant la confection du registre ou à sa suite ?

Tout cela n'indique qu'un ordre de grandeur, et plus d'un facteur a pu influencer sur la réduction du nombre de hides – et donc sur l'augmentation de la superficie de chacun d'eux. Cependant, ces recensements sommaires expriment la permanence. Ils n'étaient peut-être pas très significatifs de la réalité du terrain, mais répertoriaient plutôt les exigences fiscales de l'administration – dont l'inertie est une caractéristique bien connue. C'est pourquoi ces recensements sont à considérer. D'autres documents, par leurs mentions incidentes, amènent les mêmes réflexions. Par exemple, un domaine appartenant à Saint-Paul de Londres décline (Connor, 1987 : 55) de 8 à 7 ½ puis à 3 hides entre le XII^e et le début du XIII^e siècle – il est question de catastrophes naturelles. Il n'empêche que la réduction est du même ordre que dans le *Domesday Book*. Une enquête (*ibid* : 59 sq.) sur les biens de l'archevêque de Cantorbéry nous apprend que 9 ½ hides étaient comptées, « du temps du roi Édouard », pour 18 hides. Là, 9 ½ hides de 120 acres (on est au XIII^e siècle) équivaldraient ($9 \frac{1}{2} \times 120 \div 18$) à 18 hides de $63 \frac{1}{3}$ acres ; et ce nombre est bien proches de 64, nombre qui détermine le type précis de Hufe évoqué ci-dessus (100 jugères antiques/ 64 Joche) : $18 \times 64 \div 120 = 9,6$ – qui peuvent bien être les 9 ½ hides de cette source. Ainsi, tout en respectant les règles de la prudence, on trouvera dans plus d'un genre de document des indications convergentes sur la réduction du nombre de hides, dans une proportion à situer entre 1/2 et 3/4. Cela signifie que les anciens hides pouvaient avoir une superficie du quart à la moitié du grand hide royal et fiscal de 120 acres statutaires.

Ramener la variété au possible

On semble atteindre le comble de l'anarchie dans le cartulaire de Ramsey, du milieu du XIII^e siècle (Maitland, 1897 : 393 sq. ; Zupko, 1968 : s. v. « hide », transcrivant *Rameseia III* : 208 sqq.). Le hide, sur les possessions éparses de l'abbaye, était compté, selon les localités, pour : 48, 64, 80, 90, 96, 108, 112, 120, 135, 136, 140, 144, 150, 160, 176, 192, 200, 208, 252 ou 256 « acres » ! ... Cette foison sent la pratique, et non l'artifice administratif, et elle est à ce titre fort intéressante. Les tenanciers auraient-ils supporté des disparités aussi criantes qu'elles apparaissent ? L'abbé aurait-il eu l'impudence de les afficher ? Certainement non. C'est donc que les mesures employées, toutes nommées acres, devaient être à ce point différentes que des

nombres d'acres allant du simple au quintuple recouvraient, c'est le cas de le dire, des réalités équivalentes ou au moins comparables. En voici une mise en ordre en partant de l'idée que ces hides concrets de tenanciers couvraient entre le quart et la moitié d'une centurie romaine, comme la plupart des manses et Hufen tenancières du Continent – et bien sûr en nous appuyant sur des rapports numériques.

Sur 34 villages nommés par Maitland – Zupko en retenant un peu moins –, sept (Wistow et Warboys dans le comté de Huntingdon ; Ringstead, dans le Norfolk ; Elsworth, Over, Girton et Burwell dans celui de Cambridge) connaissent un hide de 120 acres en 4 vergées, que j'interprète comme des ansanges originelles de 4×40 perches romaines de 10 pieds soit 16 000 pieds carrés, ce qui définit un hide égal au manse carolingien classique couvrant $1/3$ de centurie, soit 1 920 000 pieds carrés de type romain.

Trois villages du comté de Bedford (Cranfield, Barton et Shitlington) ont des hides de 48, 96 et 192 acres, que je vois comme 48 acres carolingiennes – qu'il s'agit alors de décompter en 48 journaux de 40 000 pi² ou leurs divisions en 2 (96) et en 4 (192), pour comprendre que cela donne encore 1 920 000 pi² et rend donc tous ces hides égaux aux précédents. Deux villages du Huntingdonshire, Hemingford et Stukeley, ont aussi un hide de 96 acres que j'interprète de la même manière. Un autre encore, Elton, présente un hide de 144 acres, mais en 6 vergées (en principe un quart du hide) et compte la même valeur pour une fois et demi la superficie du hide ($96 \times 3/2 = 144$) – sur des terres pauvres, peut-être.

Un cas parallèle se présente pour trois autres villages du même comté où la vergée de 18 acres est comptée 5 fois (90 acres) à Holywell, ou 6 fois (108 acres) à Houghton et Wyton. Le hide de base doit avoir $4 \times 18 = 72$ unités, ce qui peut être 72 journaux soit 2 880 000 pi², et nous passons ici au système de transition fondé sur le partage de la centurie en deux. Les hides de 5 ou 6 vergées concédés semblent bénéficier d'un avantage fiscal : octroyer $5/4$, puis $6/5$ sont les façons coutumières les plus courantes pour évaluer les terres de bonnes à médiocres et à mauvaises (Reguin, 2005). Cependant, une autre hypothèse pourrait conduire à rattacher ce hide de 72 unités au système de la Hufe de 160 jugères antiques/ 100 Joche, puisque son

partage en deux, très fréquent sur le Continent, rassemble $2\,304\,000\text{ pi}^2$ qui peuvent aussi bien se diviser en 72 ansanges doubles de $32\,000$ pieds carrés, toujours de type romain.

Trois villages du même Huntingdonshire, Upwood, Raveley et Slepe (St Ives) ont un hide de 80 acres et deux autres, Brancaster dans le Norfolk et Knapwell dans Cambridgeshire, de 160 acres que je pense dédoublées. Cela se rattacherait à la même conception de la Hufe et donnerait, en 80 jugères antiques ou 160 *actus*, des hides identiques de $2\,304\,000\text{ pi}^2$ romains.

Les deux villages cités dans le Northamptonshire, Barnwell et Hemington, ont des hides de 252 acres en 7 vergées, donc une vergée de 36 acres, ce qui induit un hide de base de 144 acres en 4 vergées. (Ce n'est pas le même hide que plus haut, où 144 acres composaient un hide de 6 vergées.) Ici, je suppose que le hide de base rassemblait 144 ansanges de $16\,000\text{ pi}^2$ et couvrait lui aussi $2\,304\,000\text{ pi}^2$. Les 7 vergées concédées sont un allègement fiscal. Relions à ce cas celui de Graveley dans le Cambridgeshire, qui bénéficie d'un hide de 135 acres en $6\frac{3}{4}$ vergées dans son *villeinage* et d'un nombre inconnu d'acres sur les terres franches (*freehold*), en 7 vergées. Il n'est pas hasardeux d'y voir 140 acres ($135 \div 6\frac{3}{4} = 20$; $20 \times 7 = 140$), ce qui met la vergée à 20 acres pour les deux hides, et le hide de base à 80 acres. On y retrouve les mêmes 80 jugères antiques et donc $80 \times 28\,800 = 2\,304\,000\text{ pi}^2$, du système 160 jugères antiques/ 100 Joche, pour sa moitié. Lawshall dans le Suffolk peut encore se rattacher à ce système avec son hide de 150 acres (et non 156 lus chez Maitland) en 3 vergées, si ces acres sont des divisions par 3 du Joch impérial au pied romain ($46\,080 \div 3 = 15\,360$, ce qui existe sur le Continent) ; cela donne encore $2\,304\,000\text{ pi}^2$.

Comptons comme mauvaise transcription le hide de Ripton et Remington dans le Huntingdonshire, qui aurait 62 acres pour 4 vergées (indivisibilité) ; et donnons-lui 64 acres. On songe au système 100 jugères antiques/ 64 Joche au pied néo-romain ; avec ici un hide important de $2\,880\,000\text{ pi}^2$, la moitié exacte de la centurie romaine. Le hide de Dillington, dans le même comté, pourrait s'y rattacher : il est donné en 6 vergées de $33\frac{1}{2}$ acres et couvrirait 201 acres selon Maitland ; mais il faut interpréter *dimidia* pour $\frac{1}{3}$ et nous avons $6 \times 33\frac{1}{3} = 200$ acres. Pensons ici à des *actus* romains, moitiés de jugères, pour retrouver le même hide que ci-dessus, de $2\,880\,000\text{ pi}^2$. Ou alors ces 200 acres sont bien des jugères

antiques et le hide, une centurie entière. La vergée en est le sixième, et un hide en 2 vergées vaudrait le tiers de cette centurie ; en 3, la moitié. Notons ici une trace nette de l'arpentage à la romaine. La trouverait-on encore sur le terrain ?

Broughton dans le comté de Huntingdon et Therfield dans celui de Herford ont des hides apparentés : 208 acres comptés en $6\frac{1}{2}$ vergées et 256 comptés en 4, ce qui irait mieux avec 8 et mettrait la vergée des deux villages à 32 acres. On aurait alors un hide de base de 128 acres (ou de 256 demi-mesures) en 4 vergées. On est toujours dans le système 100 jugères antiques/ 64 Joche et les 128 acres peuvent être des Morgen, des demi-Joche (les 256 demi-mesures seraient alors des perchées ou *roads*, des quarts de Joche). Le hide aurait 64 Joche au pied néo-romain, une superficie de $2\,880\,000\text{ pi}^2$, pour compte la moitié de la centurie.

Enfin, quatre localités du comté de Huntingdon (Weston, Brington, Bythorn et Gidding) présentent des hides particuliers, incompatibles avec ceux que nous venons de voir et non proportionnés entre eux de manière claire sur le plan des nombres : deux villages ont des hides en 112 acres divisibles en 4 vergées, les deux autres en 136 et 176 acres, également en 4 vergées. Or, ces quatre localités se suivent sur la liste des possessions de Ramsey ; la solution apparaît dans la perspective d'une modification identique et par là arbitraire du hide de base pour les quatre localités, à la suite, probablement, d'une négociation avec l'abbé en vue d'un allègement fiscal. Voici ce que l'on peut se figurer : l'allègement a dû se faire par l'octroi d'un agrandissement du hide unique et dans le fond inéquitable, de 16 acres. En effet, $112 - 16 = 96$; $136 - 16 = 120$; $176 - 16 = 160$, et l'on retrouve, avec ces trois nombres d'acres : 96 demi-journaux formant un hide de $1\,920\,000\text{ pi}^2$, soit le manse classique de $\frac{1}{3}$ de centurie, à Weston et à Gidding ; 120 ansanges de $16\,000\text{ pi}^2$ formant le même hide, donc aussi un manse, à Brington ; et à Bythorn le système 160 jugères antiques/ 100 Joche, pour sa moitié probable de 80 jugères en 160 demi-unités, couvrant la superficie déjà observée de $2\,304\,000\text{ pi}^2$ – toujours de type romain.

S'il est évidemment possible d'apporter des correctifs à ces résultats hypothétiques, on ne saurait les réfuter entièrement. Ce sont des nombres qui les commandent, et des combinaisons différentes aboutiraient à des impasses, à moins que l'on dénie aux mesures agraires

médiévales tout fondement rationnel. Cet exercice de décryptage pourrait d'ailleurs se répéter avec d'autres attestations étonnantes de hides ou de vergées (p. ex. Maitland, 1897 : 395 n.). À la fin, nous percevons un peu moins mal les formes d'attribution de terres propres à organiser un régime agricole et fiscal autour de l'abbaye de Ramsey : les hides, décomptés dans son cartulaire de 20 (!) façons très différentes, se ramèneraient en fait, par leur composition, à trois ou peut-être quatre des cinq systèmes définis :

-le manse classique carolingien (1/3 de la centurie romaine) semble être à la base du cacul du hide dans 16 localités dépendant de Ramsey.

-le manse de transition ou la Hufe qui en est l'équivalent en superficie (1/2 centurie romaine) sont utilisés dans 3 et 5 localités, respectivement.

-la Hufe fondée sur le compte de 160 jugères antiques/ 100 Joche impériaux commande le hide de 10 localités.

Le seul système qui ne soit pas représenté à Ramsey est celui de la Hufe impériale du Continent qui est aussi le grand hide royal et fiscal d'Angleterre de 120 acres statutaires – et ce, même en envisageant ses éventuelles divisions – ce qui ne manque pas de sel. Par ailleurs, on voit que, compte non tenu des allègements fiscaux qui peuvent les agrandir, les hides de Ramsey se tiennent dans une proportion de 1 à 3/2 quant à leur superficie – ce qui peut se concevoir dans un système de taxation encore relativement équitable – et qu'ils couvrent une superficie comprise entre le tiers et la moitié de la centurie romaine, comme sur le Continent.

Bilan

Sous l'apparente unicité du système de la taxation royale fondé sur le grand hide de 120 acres statutaires se cachent des pratiques qui perpétuent les modes antérieurs d'évaluation de la richesse foncière. Mais il ne s'agit pas de formes fantaisistes. Toutes les façons de décompter les hides répondent à celles repérées sur le Continent, ce qui plaide en faveur d'une histoire et d'une culture communes. Nous allons d'ailleurs voir, au début du chapitre suivant, comment reconnaître en Grande-Bretagne certaines des mesures agraires invoquées pour décrypter différents hides.

07.5. Point métrologique

Dans les pays germaniques, les allocations de terres correspondant au manse et servant à asseoir des charges fiscales étatiques se nomment le plus souvent (all.) Hufe ou (angl.) hide – à relier à la charruée de Normandie. Il en existe quatre formes utilisant toutes le couple d'unités de mesure Joch impérial / jugère antique ou Joch impérial seul, à l'exclusion de l'acre et du jugère carolingiens :

1. Le système 100 jugères antiques = 64 Joche au pied néo-romain. Il équivaut au manse de transition (06.3 et 07.1) ; c'est encore 1/2 centurie romaine : $100 \times 28\,800 = 64 \times 45\,000 = 2\,880\,000 \text{ pi}^2$ ($\approx 25,5$ hectares). Sous-unité attestée et fréquente : la moitié, en 50 jugères antiques ou en 32 Joche. Se rencontre dans le Nord de la France, en Belgique, dans l'Allemagne rhénane... dès le IX^e siècle.

2. Le système 160 jugères antiques = 100 Joche au pied romain n'est plus une portion de la centurie : $160 \times 28\,800 = 100 \times 46\,080 = 4\,608\,000 \text{ pi}^2$ (≈ 40 hectares). Sous-unité attestée et fréquente : la moitié, en 80 jugères antiques ou en 50 Joche. Se rencontre en Allemagne moyenne, du Nord, de l'Est, et en Pologne (Hufe flamande de la Ostsiedlung, pérenne)... peut-être pas avant le X^e siècle.

3. La forme proposée ci-dessus en 36 Joche de la Hufe franconienne, évanescence, fait exception ; elle résulte peut-être d'une adaptation accidentelle de la Hufe soit manse de transition repérés en Bavière (06.3 et 07.1, à nouveau), de 36 acres soit journaux, et elle est difficilement datable (XI^e siècle ?).

4. La forme 120 Joche, unité également indépendante de la centurie, parachève l'évolution de la Hufe. Elle existe sous deux comptes de base différents en Allemagne : $120 \times 46\,080 = 5\,529\,600 \text{ pi}^2$ romains ; soit/ou $120 \times 45\,000 = 5\,400\,000 \text{ pi}^2$ néo-romains ($\approx 47,8$ hectares dans les deux cas). Sous-unités attestées : le quart et la moitié, en 30 et en 60 Joche. Se rencontre d'une manière claire à partir du XII^e siècle, tout en restant en vigueur parfois jusqu'au XIX^e siècle. Sa conversion difficile au pied d'Angleterre [hide $\approx 48,5$ ha] ou au pied de roi en Normandie [charruée ≈ 49 ha] occasionne une légère augmentation de sa superficie.

Ainsi, quant aux allocations à but fiscal de grandes étendues de terre dans l'ensemble de l'Europe occidentale, à ces quatre conceptions de Hufen/hides ne s'ajoutent, outre leurs partages, que les deux formes du manse caractéristique des pays romains, partageables elles aussi, présentées au chap. 06.

08.0. Partitions, conversions et substitutions

Ce chapitre présente des unités de mesure agraires entières, ou fractionnées, ou multipliées, converties au pied et à la perche étatiques ou urbains, calculées correctement ou faussées par des substitutions de pieds et de perches, dans un royaume apparemment centralisés, la Grande-Bretagne, tout comme dans les principautés et les États urbains divers des Allemagnes.

C'est un peu comme un exercice, l'exemplification des conversions toujours numériquement appuyées avancées dans les chapitres précédents. En référant aux unités de mesure restées en usage jusqu'au passage au système métrique pour y déchiffrer les unités d'origine carolingienne définies, ce passage en revue exprime, dans les situations les plus diverses, la cohérence et la pérennité de l'ancienne métrologie.

08.1. Acres « coutumières » en Grande-Bretagne

La restitution des fondements de la métrologie spatiale de l'Angleterre médiévale, qui perdure sous les formes de l'acre, de la perche et du pied encore en usage, n'a pas seulement identifié le Joch impérial apparu au IX^e siècle à la base de leur création – au XII^e siècle probablement (05.3). D'autres mesures attestées à l'époque carolingienne existaient en Grande-Bretagne : ainsi l'acre définie à Battle Abbey vers 1100 (Du Cange, s. v. *acra* ; Zupko, 1968 : s. v. *acre*) est apparue comme étant celle du Continent, en 160 perches de 16 × 16 pieds de type romain, telle qu'elle fut conservée, par exemple, à Coblenche, Mayence et Trèves, lieux centraux s'il en est du pouvoir carolingien. Le « *langeneckre* » du roi Æthelstan (Robertson, 1872 : 91) semble réunir deux Morgen du système dit de Calenberg, unité qui couvre 120 des mêmes perches carrées (les 3/4 de l'acre carolingienne de 160 perches carrées ou les 2/3 du Joch impérial de 180 perches carrées, qui est aussi l'acre d'Angleterre). On peut en induire la présence du jugère antique qui pouvait se décompter avec le Joch impérial – l'acre et le jugère carolingiens se couplant de leur côté – dans diverses compositions de hides tout comme dans les manses et Hufen sur le Continent (06 et 07).

Il s'agit maintenant de conforter ces déductions par l'examen de quelques mesures dites coutumières (*customary acres*) ou de caractère « national » (Galles, Irlande, Écosse), à travers lesquelles on devrait retrouver la trace des mesures citées ci-dessus. Maitland (1897 : 373 *sqq.*) classe simplement les perches et les acres coutumières en plus grandes ou plus petites que leur pendant statutaire, les situant à une époque reculée, sans élaborer. Zupko (1968 : s. v. *acre, perch, pole, rod*) fait de même. Pour Dilley (1975), ce sont à la fin des mesures indéterminées. Mais la démarche que je suis induit plutôt qu'une partie au moins de ces mesures sont (re)connaissables. La tâche n'est pas facilitée par la manière dont les sources s'expriment ou sont présentées : on sépare les comptes de perches de leur composition en pieds, et la recherche n'a pas vraiment approfondi l'hypothèse que l'on ait pu nommer acres de tout autres mesures – celles utilisées sur le Continent – ni poursuivi sérieusement l'hypothèse que les pieds utilisés aient été différents du pied actuel – mais repérables ailleurs.

Les références sont principalement tirées de Maitland et de Zupko mentionnés ci-dessus, de Prior (1924), de Grierson (1972), de Connor (1987 ; 2004, avec Simpson et Morrison-Law), du *Report from the committee* [...], de 1758, et du *Second Report of the commissioners* [...], de 1820, décryptés.

Manières de conversion

Il faut distinguer deux manières, mais qui peuvent être équivalentes quant au résultat, d'exprimer une conversion :

A. le décompte d'une mesure en un nombre de perches statutaires qui ne forme pas une acre de 160 perches carrées, mais plutôt de 107, 134, 200 perches carrées, par exemple ;

B. la modulation de la perche à un nombre spécial de pieds (allant de 9 à 25) qui permet de former une acre de 160 perches carrées, mais de superficie moindre ou au contraire plus étendue que l'acre statuaire.

À l'intérieur de ce mode de faire B., utilisant des perches autres, on distingue encore :

1. des perches attestées anciennement, d'un nombre fini de pieds, dont certaines peuvent se retrouver ailleurs qu'en Grande-Bretagne – elles n'étaient donc certainement pas divisées en pieds d'Angleterre. Ainsi la chronique de Battle Abbey, vers 1100 : « *Pertica habet longitudinis sedecim pedes* », avec la précision de l'acre de 4 × 40 perches, donne la définition de l'acre carolingienne au pied romain. Au XIII^e siècle, plusieurs textes réfèrent à la perche de 24 ou de 25 pieds qui est la perche impériale dont j'ai traité abondamment pour définir l'acre statuaire (cf. aussi *infra*). Mais quand Henley, vers 1400 (cité par Zupko, 1968 : s. v. acre), écrit : « E pur ceo ke les acres ne sunt mye touz de une mesure kar en acon pays mesurent il par la verge de xviii peez e... de xx peez e... de xxii peez e... de xxiiii peez... », il fait peut-être allusion aux perches courantes dans la France voisine de l'Angleterre : 18 pieds (de roi), la perche de Paris ; 20 pieds (néo-romains), celle d'Artois et de Flandre ; 22 pieds de roi soit aussi 24 pieds néo-romains, la perche royale qui mesure l'acre de Normandie. Arnold écrivant, en 1502 : « In dyuers odur placis... they mete ground by pollis gaddis and roddis some be of xviii foote some of xx foote and some xvi foote in lengith... », pense aussi à l'étranger, peut-

être, avec à nouveau 16, 18 et 20 pieds. Ces références-là n'éclairent guère les mesures particulières de Grande-Bretagne.

En revanche, dès la fin du Moyen Âge (Hall : f. 14, pour 1475) et jusqu'au XVIII^e siècle, on trouve une liste réduite, répétant le plus fréquemment que des perches peuvent aligner 18, 21, 24 ou 25 pieds. Il est possible que ce soit pour mesurer des unités courantes et quasi officielles ; l'écossaise (18 pieds, nous verrons lesquels), l'irlandaise (21 pieds statutaires) et l'acre forestière royale (24 ou 25 pieds). Cette dernière se trouvait ainsi couvrir le double de l'acre statuaire, parce qu'elle était mesurée à la perche impériale entière, comme en Normandie (05.3).

2. des perches peut-être virtuelles, perches de compte, dont la division en un nombre fractionnaire de pieds ($18\frac{3}{4}$, $19\frac{1}{2}$...), parfois même décimal (15,1 ; 18,6 ...), montre qu'elles n'ont peut-être été proposées que pour réduire en 160 perches carrées des unités qui n'étaient pas, à l'origine, mesurées comme des acres. Les décomptes de ces sortes de perches peuvent être accompagnés d'une indication de la superficie en perches statutaires de l'unité qui leur correspond – c'est le mode A. de conversion. Ou bien on mentionne une superficie en verges (*yards*) carrées qui date en général des travaux préparatoires à l'établissement du Système impérial de 1824.

D'autres références, beaucoup plus rares, mentionnent des perches de 9 ou de 12 pieds qui peuvent être des demi-perches de celles citées ci-dessus. Mais il est frappant de constater que la perche de 15 pieds, censée être à la base du système de mesures anglo-saxon, est la plus rare de toutes. Elle n'apparaît qu'une seule fois (!) dans la recension de Zupko (1966 : 242 ; 1968 ; *s v.* « perch », réf. Hall, 4, pour 1100 environ) : « *Pertica ad manus xv pedes habet* ». On peut avancer l'hypothèse d'une corruption du texte, c'est-à-dire qu'il manque ici un « x » à la seule perche de 15 (xv) pieds de toute l'histoire d'Angleterre pour qu'elle redevienne la perche impériale renfermant 25 (xxv) pieds appelés *manupedes* – « pieds-main » en Normandie, probablement, nonobstant les hésitations des auteurs (Delisle, 1851 : 530 ; Cailleux et Lardin, 2001 : 3 et n. 20) : c'est que la perche impériale divisée en 25 pieds se mesure au pied « 24/25 » du pied de type romain, et non au pied manuel, *pes manualis* (cf. 05.2 ; 07.4).

À la fin, tout se passe comme s'il n'avait jamais existé de perche de 15 pieds en Angleterre, ce qui ne manque pas de sel si l'on se rappelle que depuis Flinders Petrie, on considère souvent que la perche anglaise a été formée, à l'origine, de 15 pieds de 18 doigts (05.1. *Explications anciennes*). J'espère avoir abattu cette chimère, mais elle risque bien d'avoir la vie dure.

Mesurages correctifs

Ce qui précède ne nous a pas éloignés du propos (les mesures différentes de l'acre statuaire), car ces distinguos, outre qu'ils amènent diverses confirmations, sont nécessaires à la compréhension des problèmes qui se posent. Avant de proposer des conversions d'unités qui montreront que nous ne sommes pas dans la spéculation pure, venons-en à quelques exemples connus mais non analysés comme je le propose, ceux de cartes provenant de mesurages de rectification au XVII^e et au XVIII^e siècle, mesurages effectifs de terrains à la perche statuaire pour corriger une contenance donnée en acres coutumières (cf. p. ex. Slater et Saunders, 2006 – et leurs références).

Maitland (1897 : 381) et Connor (1987 : 49, 60) reprennent de Mowat (1888) les données d'une carte dressée en 1605 pour départager les terres d'un collège d'Oxford de celles d'un voisin. Alors que les témoignages antérieurs mentionnaient des bandes alternées de deux acres chacune, les mesures obtenues au moyen d'un arpentage à la perche statuaire vont de moins de 200 à plus de 240 perches carrées – pour deux acres coutumières. Sans doute certaines limites se sont-elles déplacées au cours des siècles et je pense qu'il faut considérer la globalité du terrain, comme le fait d'ailleurs l'arpenteur de 1605 : il indique que le *West Field*, réputé contenir 80 acres, n'en renferme que 48, plus 2 roods et 24 perches carrées, soit 48,65 acres statutaires. La proximité de ce rapport avec l'idéal qui voudrait que 80 jugères antiques vailent 50 acres statutaires (05.3) est remarquable. Les trois autres *fields*, ajoutés, font correspondre un total de 316 acres coutumières à 199 acres, 2 roods et 18 perches, soit 199,612 5 acres statutaires. Si l'acre coutumière cachait bien, ici, un jugère romain, le rapport devrait être de $316 \times 5/8 = 197,5$. Cela reste encore vraiment très proche de l'idéal, ce qui confirme en tout cas : a. le rapport entre l'acre statuaire et le jugère antique ; b. le maintien de cette dernière unité en Grande-Bretagne, sous l'espèce d'une acre coutumière, à Oxford.

Autre exemple, la carte de Heyford (dans le même comté d'Oxford), de 1606, indique que plusieurs demi-acres coutumières ont été arpentées pour 1 vergée (*rood*) et 18 perches (58 p^2) statutaires chacune, tandis que d'autres l'ont été pour 1 *rood* et 28 perches (68 p^2), et d'autres encore, pour 1 *rood* et 8 perches (48 p^2). En prenant la moyenne de 58 perches, soit $\sim 1467 \text{ m}^2$, cela donne une version un peu forte, mais admissible, soit de l'ansange mérovingienne, soit de l'*actus* du jugère carolingien (sa moitié) : ces unités auraient dû mesurer idéalement, forcées au pied néo-romain répandu en Angleterre, quelque $1\,418 \text{ m}^2$. C'est moins probant, mais au moins indicatif.

Maitland apporte encore l'exemple de Roxton (dans le comté de Bedford), dont l'arpentage précis a été cartographié en 1768. Là, des demi-acres coutumières renfermaient en général 72 perches carrées statutaires, et des acres entières, 144, évidemment. Ce rapport-ci est proche de celui existant entre le Joch impérial (*c'est l'acre statutaire*) et l'acre carolingienne qui en est les $8/9$, rapport de 160 à 180 perches carrées ; ainsi $144 \times 9/8 = 162$ (pour 160), ou bien $160 \times 8/9 = \sim 142,2$ (pour 144). Le rapport dégagé est proche, là aussi, de ce qu'il devrait être idéalement, si cette acre coutumière était bien une acre carolingienne. Ainsi, dans les trois cas exposés ci-dessus, des acres coutumières mesurées à la perche statutaire présentent concrètement des superficies très voisines de celles d'unités qui paraissent de ce fait s'être maintenues en Grande-Bretagne : le jugère antique ; l'acre et le jugère carolingiens. Il n'est pas téméraire de le penser.

Manières de compter

Venons-en maintenant à quelques exemples d'acres coutumières normées selon la manière A. de l'exprimer : un nombre inhabituel de perches carrées statutaires. Dans le Hampshire et le Sussex, certaines acres renferment 107 perches carrées, ce qui représente, arrondis, $2/3$ de l'acre statutaire – on le voit encore mieux dans le Herefordshire, où l'acre contient $106 \frac{2}{3}$ perches carrées : $160 \times 2/3 = 106 \frac{2}{3}$. On rejoint ici le Morgen du système de Calenberg, de 120 perches carrées carolingiennes, soit $2/3$ du Joch impérial (qui est l'acre d'Angleterre, encore une fois), soit encore $3/4$ de l'acre carolingienne, et cela pourrait soutenir la définition d'unités de 3 vergées (*roods*), ces *acra per iii perticas* ou *acra per perticam iii virgarum*

(Jones, 1979 : 17), si l'on admet qu'il s'agit des 3/4 de cette acre carolingienne de 160 perches carrées à la perche de 16 pieds de type romain comme à Battle Abbey, et non d'acres statutaires. J'ai déjà noté que cette mesure de 120 perches carrées (carolingiennes) est en même temps : 1/2 *langeneckre* ; 3/4 de l'acre carolingienne ; et 2/3 du Joch impérial. Et ces acres de 3 vergées se doubleraient : *tres percatas terre pro dimidia acra* (Zupko, 1966 : s. v. « perch-land »), ce qui recomposait en superficie le *langeneckre* de 4×60 perches de 16 pieds de type romain, c'est-à-dire de 240 perches carrées carolingiennes. Il existe d'ailleurs, dans le Sussex, des acres de 212 perches carrées statutaires, qui sont bien entendu le double approximatif de 107 ou de $106 \frac{2}{3}$ perches carrées, et l'on retrouve bien là l'indication de cette mesure nommée *langeneckre* du x^e siècle, du temps du roi Æthelstan remémoré ci-dessus.

Une acre coutumière peut aussi se présenter sous la forme d'une unité de 160 perches carrées réduites, de ces perches fractionnaires qui sont forcément des perches de conversion. C'est la manière B. Si, par exemple, on taillait effectivement – ou mentalement, pour le calcul – une perche de $13 \frac{1}{2}$ pieds, on formerait une acre de $(13 \frac{1}{2})^2 \times 160 = 29\,160 \text{ pi}^2$, nombre qui, divisé par les $272,25 \text{ pi}^2$ du carré de la perche statutaire, égale $\sim 107,1$ perches statutaires carrées : ce pourrait être l'acre vue ci-dessus dans le Hampshire, le Sussex et le Herefordshire, avec une très bonne précision.

Ailleurs, dans le Worcestershire, où l'acre coutumière renferme 141 perches carrées statutaires, on peut l'exprimer en 160 p² de $15 \frac{1}{2}$ pieds de côté : $(15 \frac{1}{2})^2 \times 160 = 38\,440$, et ce nombre divisé par 272,25 égale $\sim 141,2$. C'est ici, sans doute, une acre carolingienne, déjà par sa superficie de $3\,566,3 \text{ m}^2$, pour $3\,546,4 \text{ m}^2$ idéalement ; et elle devrait renfermer $160 \times \frac{8}{9} = 142,222$ perches carrées statutaires, ce qui est bien proche des 141,2 atteintes parce qu'il faut l'exprimer avec une perche concrètement envisageable : $15 \frac{1}{2}$ pieds (ce serait en la calculant $\sim 15,556\,350$ pieds).

Nous ne savons pas si ces perches supputées ont été partout proposées ; pour le Dorset, on a bien la double expression de la conversion : l'acre coutumière renferme 134 perches carrées statutaires *ou* 160 perches qui sont le carré de 15 pieds 1 pouce – en réalité 15,1 pieds. En effet $(15,1)^2 \times 160 = 36\,481,6$; et ce nombre divisé par $272,25 = \sim 134$. Cette unité semble

s'apparenter aux Morgen de 150 perches carrées carolingiennes, celui de Cologne, par exemple (06.3), puisque $\sim 134/160 = \sim 150/180$.

On rencontre aussi dans le Sussex des acres de 100 perches carrées, qui sont à l'évidence des jugères à l'antique, comme démontré (05.3) ; et dans le Lincolnshire où l'acre renferme 5 *roods*, soit 200 perches carrées statutaires, on a conservé un *heredium* romain formé de 2 jugères. Ici, les calculs de proportions ne permettent pas seulement de le constater quant à la dimension, mais aussi quant à la forme. Ainsi, le Joch impérial étant composé, à l'origine, de 180 perches carrées carolingiennes, celles-ci couvriraient 8/9 de la superficie de la perche carrée statutaire qui résulte de la division par 160 du même Joch impérial devenu acre d'Angleterre. Dans le cas du Lincolnshire : $200 \text{ p}^2 \text{ statutaires} \times 9/8 = 225 \text{ p}^2 \text{ carolingiennes}$, une unité *carrée* ($\sqrt{225} = 15$) de 15 perches de 16 pieds romains de côté, soit 240 pieds qui, portés au carré, forment un *heredium* à l'antique de $57\,600 \text{ pi}^2$. Le jugère du Sussex, lui, n'est qu'apparemment un carré, puisque ses 100 perches carrées sont des perches d'Angleterre résultant d'une conversion. C'est sa moitié, un *actus*, qui est un carré, comme au temps de Rome, car ses $50 \text{ p}^2 \text{ anglaises} \times 9/8 = 56,25 \text{ p}^2 \text{ carolingiennes}$, et $\sqrt{56,25} = 7,5$ – soit $7 \frac{1}{2}$ perches de 16 pieds romains = 120 pieds, le côté d'un *actus* carré de $14\,400 \text{ pi}^2$ qu'il faut doubler pour former une unité rectangulaire de 120×240 pieds, le jugère antique de $28\,800 \text{ pi}^2$ bien entendu romains.

Substitutions de pieds et de perches

On rencontre d'autres conversions, visiblement calculées sur le rapport entre pieds différents. Ainsi, dans le Westmoreland, les 6 760 verges (yards) carrées de la mesure, soit 60 840 pieds carrés, peuvent bien composer une acre à la perche de $19 \frac{1}{2}$ pieds ($19 \frac{1}{2} \times 19 \frac{1}{2} \times 160 = 60\,840$) ; mais on peut aussi penser que $19 \frac{1}{2}$ pieds d'Angleterre ont été choisis pour représenter 20 pieds néo-romains ($19 \frac{1}{2} \times 128/125 = 19,968$). Si c'est bien le cas, des perches de cette sorte connue, de 20 pieds, forment au carré (400 pi^2) et multipliées par 160 une mesure de 64 000 pieds carrés, deux jugères carolingiens reconvertis en $32\,000 \text{ pi}^2$ néo-romains ; il existe d'ailleurs sur le Continent, dans le Hainaut par exemple, des mesures de

80 perches carrées à la perche de 20 pieds néo-romains qui en sont l'exact équivalent (04.0). Voir également ci-dessous Irlande.

Bien sûr que toutes les acres coutumières ne peuvent pas être résolues avec certitude comme dérivant de mesures antiques ou carolingiennes, car plusieurs phénomènes ont pu les affecter, en Grande-Bretagne comme ailleurs : des arrangements fiscaux fondés sur l'octroi d'une mesure agrandie comme nous en avons vu à propos du hide ; des substitutions de pieds ou de perches. Ainsi, toujours dans ces mêmes comtés du Sud de l'Angleterre, des acres de 120 perches carrées statutaires pourraient provenir de l'agrandissement à ses 6/5 de l'unité de 100 perches carrées, ce qui est une pratique répandue pour compenser la mauvaise qualité d'un terroir. Mais ces acres de 120 perches carrées pourraient aussi provenir du fait que la perche officielle s'est substituée à la perche carolingienne pour conserver le même compte, ce qui fausse la superficie de l'unité – je viens de montrer que 120 perches carrées carolingiennes équivalent à ~ 107 perches carrées d'Angleterre.

Ces substitutions de mesures, de perches ou de pieds pourraient encore s'apercevoir en bien d'autres lieux. Par exemple, dans le Hampshire, certaines acres comportent 180 perches carrées. On a bien pu ramener cette mesure à 160 perches carrées de 17 ½ pieds, il n'empêche qu'elle présente, et c'est vraisemblable, la composition inchangée du Joch impérial en 180 perches carrées : on aurait tout simplement substitué la perche statutaire à la perche carolingienne. Autre exemple, dans le Cheshire, la mesure couvre 10 240 verges (yards) carrées, soit 92 160 pieds carrés. On peut donc dire que c'est une acre à la perche de 24 pieds ($24 \times 24 \times 160 = 92\ 160$). Mais on y retrouve aussi le doublement du Joch impérial, $2 \times 46\ 080$ pieds carrés, comme observé en Normandie : là-bas, la perche impériale de 24 pieds de type romain a pu être conservée, mais dans le Cheshire, on a encore effacé 24 pieds de type romain au profit de 24 pieds statutaires.

Prenons encore, parmi les très grandes acres, celle du Herefordshire de 256 perches carrées. Ce nombre étant le carré de 16, cela nous ramène sans doute à une perche originelle de 16 pieds, et là aussi on a vraisemblablement substitué la perche statutaire à la perche carolingienne de 16 pieds de type romain. Si c'est bien le cas, rappelons simplement que

256 perches carrées de cette sorte forment une mesure au carrée de 16×16 perches, soit 256×256 pieds romains, qui à 16 pour 15 valent 240×240 pieds carolingiens, c'est-à-dire un *heredium* (carolingien) de $57\,600 \text{ pi}^2$.

Abordons enfin les unités de mesure particulières, elles aussi improprement nommées acres, qui délimitaient les labours dans les autres pays des îles Britanniques : Galles, Irlande, Écosse. Le caractère « national » de ces mesures ne doit bien évidemment pas nous induire à penser qu'elles couvraient tous ces territoires de façon uniforme : comme partout, des comptes divers devaient exister. Mais elles furent toutes trois, à un moment que je ne saurais déterminer avec précision, rapportées aux mesures statutaires, ce qui a caché leurs origines.

Pays de Galles

Le Pays de Galles connaissait deux unités (Zupko, 1968, s. v. – mais je récusé les explications du même auteur, 1977, Appendix B : 141 *sqq.*) : l'une, nommée *erw*, couvrait 4 320 verges carrées soit 38 880 pieds carrés ; l'autre, nommée *stang*, 3 240 verges carrées soit 29 160 pieds carrés, ce qui se trouve représenter les $3/4$ de la première. Observons que le *stang* couvre quelque 107 perches carrées statutaires, à l'égal des acres coutumières de plus d'un comté du Sud de l'Angleterre, vues ci-dessus : $107 \times 272,25 = 29\,130,75 \text{ pi}^2$, ce qui est très proche ; ou bien $29\,160 \div 272,25 = \sim 107,1 \text{ p}^2$ statutaires. Il est donc bien probable que cette unité soit elle aussi une conversion de 120 perches carrées carolingiennes (l'unité de Calenberg, $3/4$ de l'acre carolingienne de 160 perches carrées), d'où l'assurance que l'*erw*, ses $4/3$, est une acre carolingienne entière.

On peut aussi définir le *stang* comme une acre construite sur une perche réduite : 160 p^2 de $13 \frac{1}{2}$ pieds de côté = $29\,160 \text{ pi}^2$. Mais il est alors ennuyeux de constater que l'*erw*, ses $4/3$, contiendrait $160 \times 4/3 = 213 \frac{1}{3}$ perches carrées. Cela montre que le calcul est passé par d'autres voies. Observons simplement que si l'*erw* était défini comme une acre de 160 perches carrées, celle-ci renfermerait $38\,880 \div 160 = 243$ pieds carrés statutaires. Or, $\sqrt{243} = 15,588\,457$ pieds soit ~ 15 pieds 7 pouces, ce qui mesure une perche carolingienne fort honorable avec $\sim 4,750$ m, surtout si l'on se rappelle que le pied anglais dérive du pied néo-romain et que cette dimension $\div \sqrt{1,024}$ (c'est son rapport avec le pied romain) = $\sim 4,694$ m

pour une perche de 16 pieds romains qui, idéalement, mesure $\sim 4,708$ m. L'*erw* du Pays de Galles était plus que probablement une acre carolingienne. Ainsi les mesures de ce pays ne différaient-elles pas de celles rencontrées dans le Sud de l'Angleterre.

Irlande

L'acre irlandaise, quant à elle, couvrait 7 840 verges carrées soit 70 560 pieds carrés, soit encore 160 perches carrées à la perche de 21 pieds statutaires. C'est vraisemblablement une substitution de pieds ajoutée à une reconfiguration en acre qui explique sa composition. Supposons, après d'autres tentatives, que cette mesure ait formé, à l'origine, un carré : elle aurait eu $\sqrt{70\,560} = 265,631\,32$ pieds comme côté, soit 16,098 867 perches statutaires. Il n'est pas téméraire de penser que c'est sont arrangement en 160 perches carrées qui l'a modifiée : 16×16 perches statutaires finies auraient formé une unité de 69 696 pieds carrés, pratiquement irréductible en 160 perches carrées. Celles-ci auraient couvert $69\,696 \div 160 = 435,6$ pieds carrés, soit pour la perche linéaire 20,871 032 pieds. De là, on l'aurait poussée à 21 pieds.

Mais en fait l'unité devait plutôt comporter 16×16 perches carolingiennes, et c'est l'imposition de la perche statutaire qui empêche de voir qu'il s'agit d'un *heredium* carolingien : 16×16 perches de 16 pieds romains soit 15 pieds carolingiens forment un carré de $16 \times 15 = 240$ pieds carolingiens de côté, autrement dit 57 600 pieds carrés de ce type, deux jugères de 28 800 pieds carrés, mesure très généralement répandue sur le Continent. Nous avons constaté ci-haut que la grande mesure du Herefordshire a conservé ce compte de 256 perches carrées, soit 16×16 perches statutaires ; malgré la même substitution de perche, cette dernière mesure conserve une forme et une superficie plus proches de ses origines, pour n'avoir pas été arrangée en une acre de 4×40 perches. Celle d'Irlande, à la perche de 21 pieds, est d'ailleurs répandue non seulement dans ce pays, mais aussi dans toute la partie Nord de l'Angleterre.

Écosse

En plus des données des dictionnaires (Doursther, 1840 ; Martini, 1883, s. v. « Edimburgo »), nous disposons d'importants résultats de recherches (Zupko, 1966 ; 1968 : s. v. *acre, ell, fall, perch* ; 1977 : 141 *sqq.* ; Connor et al. 2004 : 19 *sqq.*, 85-87 et *passim*). Décryptons alors les mesures écossaises. C'est au roi David I^{er} que l'on attribue la fixation d'une aune (*ell*) d'Écosse, au XII^e siècle ; ses plus anciennes attestations sont postérieures, mais elle est réputée avoir aligné, dès l'origine, 37 pouces (anglais). Le fait que cette aune ait été réévaluée au XVIII^e siècle (ou au XIX^e, en vue de l'instauration du Système impérial de 1824) à 37,2 pouces (0,944 880 m) entraîne Connor, à la suite de Zupko, à émettre l'idée qu'un ancien pied mesurait $37,2 \div 37$ soit 186/185 du pied d'Écosse. C'est une voie hasardeuse : 37,2 pouces ont dû plutôt apparaître plus propres, à l'époque, à définir l'acre écossaise. Le rapport entre pied de l'aune d'Écosse – de 3 pieds *finis*, certainement – et pied anglais était dès lors de $37,2 \div 36$ soit 31/30, ce qui donnait un pied écossais à 0,314 960 m, l'ancien rapport 37/36 donnant un pied de 0,313 266 7 m : c'est en réalité le même. Connor constate à juste titre qu'il s'agit de pieds du Rhinland (de Leyde). Or, ce dernier (métrol. 0,313 876 5 m) est le pied byzantin adopté comme pied agraire carolingien (02.2 et l'ensemble de cet essai).

La plus ancienne attestation de la perche écossaise (*fall*) lui attribue 6 aunes, 18 pieds évidemment *finis*, sans doute 18 de ces pieds d'Écosse carolingiens. Par la suite (en 1597), on rencontre une perche de 6 aunes renfermant 18 pieds et demi – dès lors, des pieds d'Angleterre : $18 \frac{1}{2}$ (pieds) \times 12 (en pouces) \div 6 (aunes) = 37 – c'est ce qui explique le compte de l'aune d'Écosse pour 37 pouces anglais. Puis, avec l'ajustement du XIX^e siècle, on a compté 37,2 pouces à l'aune, et $37,2 \times 6 \div 12 = 18,6$ pieds d'Angleterre à la perche écossaise.

C'est ce calcul décimal, fort curieux, qui détermine la composition de l'acre écossaise depuis 1824 pour $4 \times 40 = 160$ perches carrées à la perche de 18,6 pieds d'Angleterre, soit 6 150,4 yards carrés, soit encore 55 353,6 pieds carrés. Cela n'a pas de sens clair quant à la composition traditionnelle des mesures : celle-ci est une création arbitraire, mais certainement pas *ex nihilo*. La question est donc de savoir de quelle autre mesure elle provient et de quelle

époque elle date. Il y a deux manières de montrer que l'acre écossaise cache une mesure au carré, par des calculs s'appuyant sur les rapports de proportion entre les mesures :

1. En utilisant une conversion plus ancienne : dans son ouvrage général sur le Royaume-Uni (rééd. 1718 : 153), Edward Chamberlayne avait proposé une conversion révélatrice de la perche écossaise au pied d'Angleterre, avec $18 \frac{3}{4}$ pieds. Ce faisant, cet auteur ou ses sources utilisaient plusieurs rapports établis dans le présent essai. La correspondance entre ces différents pieds pour construire *la même perche* est la suivante, et elle corrobore premièrement le calcul montrant que le pied d'Angleterre est dans le rapport de 125 pour 128 pieds néo-romains (05.3) : en effet, si 18 pieds d'Écosse valaient $18 \frac{3}{4}$ pieds d'Angleterre, la perche renfermait virtuellement $18 \frac{3}{4} \times 128/125 = 19^{1/5}$ pieds néo-romains (ce seraient 16 pieds manuels) ; elle renfermerait encore $18 \frac{3}{4} \times 16/15 = 20$ pieds de l'aune de Londres ; ce dernier étant un pied $24/25$ du pied de type romain valant $9/10$ du pied carolingien, la boucle est bouclée en posant $20 \times 9/10 = 18$ pieds carolingiens de la perche écossaise. (J'ai relevé [04.3] le fait que le rapport entre pied carolingien et pied $24/25$ n'est exact qu'avec le pied romain antique, mais aussi que le glissement donnant le même rapport avec le pied néo-romain gouverne les mesures anglaises tout comme les mesures françaises quant au calcul.)

Pour construire la mesure carrée, il faut donner à son côté $12 \frac{1}{2}$ de ces perches de 18 pieds d'Écosse carolingiens (= 225 pieds) valant $18 \frac{3}{4}$ pieds d'Angleterre soit $19^{1/5}$ pieds néo-romains pour aligner 240 de ces derniers pieds – mais encore 250 pieds de l'aune de Londres soit effectivement, à 10 pour 9 pieds d'Écosse, 225 pieds : on aboutit à des nombres finis, indice sûr. Donc, au pied d'Angleterre, pour Chamberlayne et désormais pour nous, le côté de ce carré devrait aligner $12 \frac{1}{2} \times 18 \frac{3}{4} = 234^{3/8}$ pieds d'Angleterre, dont le carré se monte à 54 931,64 pieds carrés. Or, ce nombre ne peut pas se diviser facilement en 160 perches carrées pour former une acre, ce qui était le but des *Rapports* préparant le Système impérial de 1824. Essayons pourtant : $54\,931,64 \text{ pi}^2 \div 160 = 343,322\,75 \text{ pi}^2$ à la perche carrée, dont la racine $\sqrt{2} = \sim 18,528\,971$ pieds. Ce nombre est relativement proche de la résolution arbitraire des experts du XIX^e siècle à 18,6 pieds qui entraînait celle de l'aune à 37,2 pouces – mesures arrondies, donc, et tout à fait incongrues, puisque ni le pied ni le pouce n'ont de divisions décimales.

2. En partant de la définition de la mesure elle-même : 160 perches carrées d'Écosse de 6×6 aunes font 5 760 aunes carrées qui sont formées, insistons, de 3×3 pieds carolingiens. Utilisant alors le rapport établi en expliquant la création du pied néo-romain pour 10/9, au carré, du carré du pied carolingien – c'est l'une des clés de la métrologie médiévale que j'avance (03.1) –, on comprend que chaque aune carrée qui renfermait 9 pieds carrés d'Écosse valait exactement 10 pieds carrés néo-romains et qu'ainsi l'unité de mesure agraire renferme $10 \times 5\,760 = 57\,600$ pieds carrés de ce type : c'est bien un carré de 240 pieds de côté, c'est-à-dire un *heredium* à l'antique poussé au pied néo-romain. Cet étonnant constat, parallèle au précédent, amène à conclure que l'acre écossaise n'était pas très ancienne. Nous disposons d'un point de comparaison très instructif : l'arpent de roi dit aussi arpent des Eaux et Forêts en France, présenté au chapitre suivant (09.2). Le côté de cet arpent de 10 perches de 22 pieds de roi valant (mais depuis 1668 seulement) 12/11 du pied néo-romain, il égale aussi 240 pieds néo-romains, le côté de l'*heredium* antique.

En définitive, quelle superficie l'unité de mesure écossaise devait-elle idéalement occuper ? En 1824 : 160 perches carrées de 18,6 pieds anglais de côté donnent, en mesure métrique, $(0,304\,8 \times 18,6)^2 \times 160 = 5\,142,517\,6 \text{ m}^2$. En 1708 : dans l'esprit de Chamberlayne, l'unité écossaise était donc un *heredium* carré, et nous devons bien poser $18 \frac{3}{4}$ pieds d'Angleterre \times $12 \frac{1}{2}$ perches au carré, soit $(0,304\,8 \times 18,75 \times 12,5)^2 = 5\,103,316\,4 \text{ m}^2$. L'arpent de roi a été converti au système métrique pour $(0,324\,839\,4 \times 22 \times 10)^2 = 5\,107,198\,7 \text{ m}^2$: c'est proche ! Et puis nous avons vu que la valeur métrologique du pied d'Angleterre est un peu plus forte que celle retenue (05.3), ce qui fait que la proposition de Chamberlayne est non seulement parfaitement juste, mais encore rigoureusement exacte : son calcul supputé, pour le pied d'Angleterre que j'ai défini métrologiquement à 0,304 915 8 m, donne une acre d'Écosse à $5\,107,194\,7 \text{ m}^2$. L'identité est parfaite. J'en conclus que l'unité de mesure écossaise n'était pas un *heredium* hérité directement de l'Antiquité ni une mesure médiévale, même si elle utilise le pied carolingien de l'aune d'Écosse, mais un arpent de roi (de France !) dont la présence s'explique probablement par quelque influence française au XVII^e siècle.

Incidentement, nous allons comprendre la composition du *ploughland* écossais, grande étendue de terre comparable au hide. Il comportait semble-t-il 8 *oxgang* de 13 acres, mais le nombre 13

est invraisemblable et il pourrait s'agir en fait d'un allègement fiscal, mode fréquent et déroutant de modification des mesures agraires : on en concédait un plus grand nombre dans l'unité globale de taxation, ici le *ploughland*. (On alourdissait la taxation par la démarche inverse.) Il est évident que le *oxgang* comportait à l'origine 12 acres écossaises et qu'il était compté 8 fois dans un *ploughland* de 96 acres. Car cette acre étant un *heredium* composé de 2 jugères, le *ploughland* comportait en fait 192 jugères à l'antique. Or, le rapport de ce jugère avec l'acre d'Angleterre (le Joch impérial) est de 8 pour 5 (05.3) ; et, point d'aboutissement : $192 \text{ (jugères antiques)} \times 5/8 = 120 \text{ acres d'Angleterre}$, exactement le hide royal et fiscal officiel de ce pays.

Quant à la manière originelle de mesurer les terres arables en Écosse, elle garde son mystère.

À la fin, cette analyse de l'acre écossaise appuie la restitution d'un système de mesures évolutif englobant tout l'Occident, en l'occurrence les îles Britanniques où les unités antiques, médiévales et modernes repérées sur le Continent ont été importées à différentes époques, puis se sont maintenues jusqu'au XIX^e siècle — et même, pour l'acre d'Angleterre qui est le Joch impérial carolingien, avec son expansion mondiale, jusqu'à nos jours.

08.2. Tableau sommaire des Allemagnes

La variété des mesures agraires dans les Allemagnes n'est qu'apparente. D'une part, on constate le maintien intégral des mesures connues aux temps carolingiens ; d'autre part, la diversité d'expression des mêmes mesures s'explique par deux ordres de faits déjà relevés :

A. L'accolement des unités en grandes mesures ou leur partition en plus petites, cela pour apurer ou pour faciliter les comptes des Hufen (chap. 07). Par exemple, le système de Calenberg utilise un Morgen de 120 perches carolingiennes mais compte 180 Morgen dans la Hufe, alors que le Joch impérial originel compte 180 perches carrées mais n'entre que 120 fois dans la Königshufe ; et la flämische Hufe de la Ostsiedlung compte 30 Morgen de 300 perches carrées, alors qu'une Hufe de Cologne se définit en 60 Morgen de 150 perches carrées, mais c'est dans les deux cas pour égaler 50 Joche impériaux de 180 perches carrées. Ainsi, plusieurs unités de mesure agraires sont des expressions du même Joch impérial pour de simples raisons de compte.

B. L'abandon du pied originel de l'unité en faveur du pied de l'aune ou du pied de construction de la ville centre ou de la principauté (phénomène constaté ailleurs, 06.1). Cette modification arbitraire, aggravant le plus souvent la fiscalité, fausse la superficie de l'unité de mesure agraire et bien entendu celle de la Hufe. Par exemple, pour l'équivalent de 9 000 perches carrées de 15×15 pieds, la Hufe de Wroclaw/Breslau couvrirait ~ 16,2 hectares, parce que le pied de cette ville mesurait 0,287 960 m – c'est le pied « 24/25 » de l'aune –, tandis que la Hufe de Kaliningrad/Königsberg s'étendait sur ~ 19,2 hectares, à un pied de ~ 0,307 7 m – c'est le Werkschuh moderne des artisans. Or, dans les deux cas, la Hufe aurait dû être mesurée au pied carolingien de 0,313 876 5 m et elle aurait dû couvrir, en 50 Joche de $180 = 9\ 000$ perches carrées, tout près de 20 hectares (07.3).

La pérennité du système carolingien est visible en un grand nombre de lieux. Par exemple, j'ai pointé le maintien de l'acre originelle de 36 000 pieds carrés carolingiens dans l'Autriche alpine, alors que son expression en 40 960 pieds carrés romains antiques à Mayence, à Trèves, etc. nous assure de la pertinence du rapport entre les deux pieds : 15 pieds carolingiens

forment la perche renfermant 16 pieds romains : $160 \times 15 \times 15 = 36\ 000$; et $160 \times 16 \times 16 = 40\ 960$. De plus, la présence massive d'unités de 40 000 pieds carrés de part et d'autre de la limite entre la France et l'Empire, et dans l'Allemagne méridionale, atteste de la conversion de l'acre au pied néo-romain expliquée à partir d'exemples du Nord de la France (03.1). Cette nouveauté (du IX^e siècle) du pied néo-romain s'aperçoit mieux encore lorsque toutes les unités du système voisinent. Ainsi Berne, Zurich et Lucerne, dont les territoires couvrent une bonne partie du Plateau suisse, utilisent toutes trois l'acre/journal au compte de 40 000 pieds carrés néo-romains, mais aussi le jugère en 32 000 pieds carrés et le Joch impérial en 45 000 pieds carrés ; ces villes connaissent encore l'ansange double de 31 250 pieds carrés de cette sorte selon les vues exposées plus haut (chap. 03 et 04).

Les mesures au pied de Leyde/Prusse sont converties en métrique avec une grande précision qui atteste surtout de l'attention portée à ce pied par le monde savant depuis les travaux de W. Snell (en particulier son *De terrae ambitus vera quantitate*, 1617). Celles au pied de type romain lui attribuent des valeurs plus floues, entre 0,291 860 m (Augsbourg) et 0,300 025 m (Zurich), sans distinguer l'antique du néo-romain ; la confusion peut encore se faire avec le pied Staufen de $\sim 0,303\ 860$ m (Nuremberg : cf. *infra*). Comme ailleurs cependant, c'est le décompte de la mesure agraire qui doit désigner le pied employé.

Tendanciellement, on rencontre l'acre et le jugère dans la partie méridionale des Allemagnes, des Pays-Bas à l'Autriche, alors que le Joch impérial, sous ses diverses formes, est plus fréquent dans l'Allemagne moyenne, septentrionale, de l'Est, et au-delà, en Pologne et jusqu'en Prusse orientale. Encore une fois, j'attribue la présence du jugère carolingien à la continuité relative de l'agriculture depuis l'Antiquité et durant le très haut Moyen-Âge ; celle de l'acre, à des remaniements plus profonds du début des temps carolingiens ; alors que le Joch impérial, création du IX^e siècle, s'est répandu avec la conquête de nouveaux espaces, du IX^e au XIII^e siècle (outre le fait qu'il a été adopté dans les domaines Plantagenêt : c'est l'acre d'Angleterre, de Normandie, etc. [chap. 05]).

Les tableaux ci-dessous montrent cette interprétation de diverses mesures agraires dont plusieurs ont été présentées au fil de cet essai, relevées ici dans les pays germaniques, et les ramènent toutes à des expressions des trois unités de mesure « carolingiennes ». Les données de départ proviennent d'ouvrages de référence connus et accessibles (Doursther, 1840, rééd. 1965 ; Martini, 1883, rééd. 1976 ; Nelkenbrecher, 1890, rééd. 2003 ; Witthöft et al., 1991-), mais la lecture en est évidemment la mienne. Des Lieux sont identifiés, la Forme indique le nombre de perches ou de toises carrées, la composition en pieds et le nombre de pieds carrés de l'unité, et une Remarque apporte une conclusion.

Expressions du jugère carolingien

Lieux	Forme	Remarque
Vienne (A)	$576 \times 10 \times 10$ ou $1\ 600 \times 6 \times 6 = 57\ 600$	<i>Joch</i> en forme d' <i>heredium</i> (2 jugères de $28\ 800\ \text{pi}^2$) au pied carolingien fort de Vienne à 0,316 1 m
Prague	$800 \times 6 \times 6 = 28\ 800$	Strich - jugère au pied carolingien de Vienne
Frise orientale Emden Wurtemberg	$400 \times 12 \times 12 = 57\ 600$	Diemat et ancien grand Morgen resp., tous deux <i>heredium</i> (2 jugères) restitués au pied de Leyde, type du pied carolingien à ~ 0,313 850 m
Amsterdam Leyde	$600 \times 12 \times 12 = 86\ 400$	Arpent dit du Rhin équivalant à 3 jugères de $28\ 800\ \text{pi}^2$ au pied de Leyde
Prusse (Berlin)	$400 \times 12 \times 12 = 57\ 600$	Grand Morgen ancienne mesure, soit <i>heredium</i> de 2 jugères au pied de Leyde (cf. remarque <i>infra</i>)
Nuremberg	$200 \times 16 \times 16 = 51\ 200$	Morgen ou Tagwerk pour les blés, 2 jugères mis au carré soit $2 \times 160 \times 160\ \text{pi}$ avec ici subst. du pied de Nuremberg au pied néo-drusien (cf. remarque <i>infra</i>)
Zurich, Berne, localement	$320 \times 10 \times 10 = 32\ 000$	Juchart, en français pose, jugère carolingien exact au pied néo-romain : $28\ 800 \times 10/9 = 32\ 000$
Berne localement, Lucerne	$1\ 250 \times 5 \times 5 = 31\ 250$	Petit Juchart, non pas jugère mais ansange double au pied néo-romain et au pas de 5 pieds (03.4)
Neuchâtel	$128 \times 16 \times 16 = 32\ 768$	Pose soit jugère carolingien selon son décompte au pied romain antique

En considérant que l'ancien royaume de Bourgogne-Provence, dévolu à l'Empire en 1032, a fait partie « des Allemagnes », on ajouterait ici non seulement les autres cantons de Suisse occidentale (Valais, Vaud, Genève), mais la Savoie, le Lyonnais – et les autres pays du bassin du Rhône, pour une partie de leurs terres tout au moins. Ces cas sont traités ailleurs (03.4 avec l'ansange double ; ci-dessous ; aussi Reguin, 2012b, 2007) – pour la même mesure du jugère carolingien, celle-ci ne connaissant pas de frontière, mais seulement des modes de composition différents, leitmotiv du présent essai. Et dans cette veine, relevons qu'en Valais, la mesure divisionnaire (1/8 de l'unité) est nommée fichelinée (all. Fischelin), terme dérivant du latin *fiscalis*, indication claire du rôle des mesures agraires.

Expressions de l'acre carolingienne

Tyrol Trentin	$1\ 000 \times 6 \times 6 = 36\ 000$	Acker, Jauchart soit acre en 1 000 Klafter (toises) carrés plutôt qu'en 160 perches de 15×15 pieds, au pied carolingien de Vienne
Coblence, Mayence, Trèves, Luxembourg, Gotha	$160 \times 16 \times 16 = 40\ 960$	Morgen soit acre originelle décomptée au pied romain antique en 160 perches carrées de 16×16 pieds, ici de $\sim 0,292$ à $0,295$ m
Augsbourg, Munich, Bavière en général	$400 \times 10 \times 10 = 40\ 000$	Morgen, en fait décompte de l'acre/journal au pied néo-romain – ici faible, à $\sim 0,292$ m (XIX ^e s.), d'où le soupçon d'un jugère carolingien agrandi à 5/4 vu à Berne (04.0)
Zurich, Berne y compris Argovie et Vaud ; Fribourg, Soleure, etc., <i>ancien</i>	$400 \times 10 \times 10 = 40\ 000$	Acker, Juchart (en français pose), décompte de l'acre/ journal au pied néo-romain ; mesures locales du pied variant de $\sim 0,293\ 3$ m (BE) à $\sim 0,301\ 4$ m (ZH)
Karlsruhe, Bade en général, Suisse, XIX ^e siècle	$400 \times 10 \times 10 = 40\ 000$	Morgen ou Juchart, décompte de l'acre au pied néo-romain amené au XIX ^e s. à $0,3$ m, unité restée d'usage courant en Suisse jusqu'au milieu du XX ^e siècle

Expressions du Joch impérial

Fulda	$160 \times 12 \times 12 = 23\ 040$ $320 \times 12 \times 12 = 46\ 080$	Morgen ou Acker demi-mesure et Tagewerk soit Joch impérial entier, décomptés au pied romain auquel s'est substitué un pied 24/25 Rappel : Joch originel : $180 \times 16 \times 16 = 46\ 080\ \text{pi}^2$
Nuremberg, Wurtzbourg	$160 \times 12 \times 12 = 23\ 040$	Morgen ou Acker des prés soit Morgen demi-mesure du Joch au compte du pied romain et au pied de Nuremberg par substitution
Rhénanie, div. lieux	$160 \times 12 \times 12 = 23\ 040$	Morgen des bois demi-mesure du Joch avec substitution du pied de Leyde au pied romain
Berne, div. lieux	$500 \times 9 \times 9 = 40\ 500$	Juchart soit ici Joch impérial au compte du pied carolingien (pour $180 \times 15 \times 15 = 40\ 500$), pied auquel s'est substitué celui de Berne, de type romain
Berne autres lieux, Zurich, Lucerne	$450 \times 10 \times 10 = 45\ 000$	Juchart soit Joch impérial au compte du pied néo-romain : $40\ 500 \times 10/9 = 45\ 000$ tout comme $46\ 080 \times 125/128 = 45\ 000$
Clèves	$625 \times 12 \times 12 = 90\ 000$	2 Joche impériaux au compte du pied néo-romain, ici abandonné pour le pied de Leyde
Lorraine (Haute-)	$250 \times 10 \times 10 = 25\ 000$	Jour soit demi-mesure du Joch, exacte au pi 24/25 pour $40 \times 25 \times 25 = 25\ 000$ (cf. 04.3)
Francfort-s.-l.-M.	$160 \times 12\ \frac{1}{2} \times 12\ \frac{1}{2} = 25\ 000$ <i>ou</i> $160 \times 10 \times 10 = 16\ 000$	Morgen demi-mesure du Joch au pied 24/25 comme en Lorraine ; ou compté au pied manuel : 6/5 de pied romain qui sont 5/4 de pied 24/25 : $12\ \frac{1}{2} \times 4/5 = 10$
Calenberg, Hanovre, etc.	$120 \times 16 \times 16 = 30\ 720$	Morgen dit de Calenberg mesurant 2/3 du Joch compté au pied romain ($46\ 080 \times 2/3 = 30\ 720$), ici pieds de type romain faibles à ~ 0,292 m
Brunswick, Brême, etc.	$120 \times 16 \times 16 = 30\ 720$	Même Morgen de Calenberg au pied 24/25 par substitution ; ici de ~ 0,289 m à 0,285 m

Lübeck	$60 \times 16 \times 16 = 15\,360$	Scheffel, en réalité 1/3 du Joch soit 1/2 Morgen de Calenberg au pied romain soit $46\,080 \times 1/3 = 15\,360$, ici à un pied 24/25 par substitution
Aix-la-Chapelle, Cologne, etc.	$150 \times 16 \times 16 = 38\,400$	Unité répandue provenant du compte de la Hufe de 50 Joche en 60 Morgen (cf. 07.2) et valant ainsi 5/6 du Joch, ici avec subst. du pied 24/25 au pied romain
Wurtemberg	$150 \times 15 \times 15 = 33\,750$ $150 \times 16 \times 16 = 38\,400$ $384 \times 10 \times 10 = 38\,400$	3 Morgen qualifiés de petit, ancien et nouveau, mais <i>identiques</i> , le premier au compte du pied (carolingien) de Leyde, les autres au pied 24/25 substitué au pied romain comme à Cologne, pour 5/6 du Joch
Wroclaw/Breslau, Gdansk/Dantzig, Poznań/Posen, etc.	$300 \times 15 \times 15 = 67\,500$	Morgen typique de la Ostsiedlung, division de la Hufe de 50 Joche en 30 Morgen (cf. 07.2) et valant ainsi 5/3 du Joch, avec ici subst. du pied 24/25 au pied carolingien (cf. aussi 07.2)
Kaliningrad/Königsberg, Baltiysk/Pillau	$300 \times 15 \times 15 = 67\,500$	Morgen de la Ostsiedlung 5/3 du Joch comme ci-dessus au compte du pied carolingien remplacé ici par un Werkschuh de $\sim 0,307\,7$ m
Mecklembourg, Poméranie	$300 \times 16 \times 16 = 76\,800$	Morgen de la Ostsiedlung 5/3 du Joch comme ci-dessus au compte du pied romain, ici à $\sim 0,292$ m
Leipzig	$300 \times 16 \times 16 = 76\,800$	Morgen de la Ostsiedlung au compte du pied romain auquel est substitué un pied 24/25

Autres observations : Nuremberg, Rhénanie, Amsterdam, Bâle, Berne

Bien entendu, tout n'est pas dit en trois tableaux. Dans plus d'un lieu nommé et ailleurs encore, d'autres mesures existent, qui n'entreraient pas dans cette présentation. C'est qu'il n'y a pas que des substitutions de pieds : outre l'entrecroisement à l'infini de calculs laborieux engageant des pieds de type romain et néo-romain, de 24/25 des mêmes, carolingien, rarement

de 15 doigts (évoqué pour les Pays-Bas espagnols [06.1]), mais jamais de 18 doigts ou néo-drusien, en tout cas à la fin. On a parfois recalculé l'unité à partir de mesurages comparatifs de pieds résultant en perches plutôt bizarres de 13 ou de 14 pieds, par exemple, et/ou en un nombre de perches carrées tout à fait inhabituel. Voici encore quelques observations tenant compte de ce genre de faits, limitées aux Sud.

Nuremberg. Le Stadtschuh de Nuremberg, converti en 0,303 973 m ou 0,303 860 m selon les sources, présente une difficulté. Ce genre de pied se retrouve dans plus d'une ville de l'Empire : on le voit en Suisse, aux Pays-Bas (cf. ci-dessous) ; on le rencontre jusqu'à Königsberg, où il atteint 0,307 7 m. Mis en rapport par les métrologues avec le pied ptolémaïque court de Hygin de 25/24 du pied romain (réfuté, cf. 01.3), il ne peut pas se calculer de cette façon pour le Moyen Âge ni pour les Temps modernes car il ne correspond à aucun compte de perche ou d'unité de mesure agraire, qui se sont avérés déterminants au long de cet essai. En revanche, on peut le voir comme la création, avec l'idée d'une intervention « savante », d'un pied à 16/15 du pied 24/25 – lui-même si répandu dans les Allemagnes – à l'instar du pied de l'aune de Londres qui détermine par ce même rapport 16/15 le pied de la perche d'Angleterre (05.3). Ce n'est que par substitution que ce pied a été employé en matière d'arpentage à Nuremberg. Il semble avoir été d'abord le pied des artisans (comme à Bâle), des tailleurs de pierre (comme à Berne). Il est alors loisible d'identifier cette unité avec le *Staufischer Fuß*, un pied Staufen allégué par Binding (1965 : 88 sq.) en matière de construction précisément, pour 0,306 m ; et c'est tentant quant à l'époque à envisager pour sa création, le XII^e siècle, avec l'intervention d'un empereur.

Quant aux unités de mesure superficielles agraires de Nuremberg, observons que le Morgen des prairies comporte 160 perches au carré de 12 pieds, soit 23 040 pi², ce qui est le compte du Morgen carolingien au pied romain – avec ici substitution en faveur du pied de la ville. Pour le reste, c'est moins sûr : le Morgen des champs est différent, comportant 2 × 100 perches au carré de 16 pieds, mais la situation se complique du fait de l'existence d'autres Morgen : l'un de 175, l'autre de 150 de ces perches au carré de 16 pieds. Tout cela respire une « mise en ordre » tardive. Sans compter que Nuremberg connaît encore un pied « des artilleurs » de type romain antique, à 0,293 150 m ; et un autre Werkschuh, à 0,278 5 m, tel le pied de 15 doigts...

Rhénanie (divers États). La confusion semble régner à cause des substitutions de pieds : on emploie le pied de Leyde (carolingien) pour mesurer le Morgen de vigne de 16 000 pi² et le Morgen des bois de 23 040 pi², alors que l'on reconnaît très bien dans ces nombres l'ansange mérovingienne et le Morgen carolingien à leur compte au pied romain. Quant au Morgen des champs de 120 perches de 12 × 12 des mêmes pieds de Leyde, 17 280 pi², c'est une partition originale du jugère carolingien pour ses 3/5, propre à entrer en composition dans une Hufe. Celle-ci contiendrait exactement 100 de ces Morgen, compte très satisfaisant : ce nombre de 1 728 000 pi² carolingiens, suivant le rapport 10/9 pour les superficies qui définit le pied néo-romain (03.1), donne, pour ses 10/9, 1 920 000 pi², ce qui est la définition même du manse carolingien (06.3). Encore ici, l'unité une fois décryptée entre dans le système, mais à nouveau, cela doit être tardif.

Amsterdam. Martini donne un « Morgen du Rhin » en 600 perches carrées de 12 × 12 pieds de Leyde, soit 86 400 pieds carrés qui sont trois jugères carolingiens de 28 800 pi² exacts. C'est une vaste mesure, une sorte de bonnier – qui comporte plus couramment quatre unités – au demeurant parfaitement compréhensible. Les autres sources donnent un Morgen composé de 2 Juchart soit également de 600 perches carrées, mais de 13 × 13 « pieds d'Amsterdam ». Ceux-ci, convertis en 0,283 133 m, sont du type 24/25 ; ils se divisent en 11 pouces – d'un probable pied d'artisans du type de Nuremberg (ici 0,308 872 m), et ils ne sont pas non plus les pieds composant l'aune d'Amsterdam (2 ½ pieds de 15 doigts à 0,275 12 m). Il faut peut-être corriger 13 pour 12 ½ (*half dertien* en néerlandais) à la perche pour retrouver une demi-perche impériale au pied 24/25 (04.3) et une unité superficielle renfermant 150 de ces perches. Ou bien, plus simplement, 13 pour 12 pieds de Leyde (ce devrait être 13 × 9/10 = 11,7), et on reviendrait alors au Morgen dit du Rhin. Car il y a encore un Maat (une mesure) de 500 perches carrées. En suivant le même chemin, il renfermerait soit 125 perches impériales, soit 2 ½ jugères carolingiens. Ces comptes, sans être convaincants, nous ramèneraient peut-être à des unités attestées.

Bâle. Les campagnes de Bâle sont censées être arpentées, au XIX^e siècle, à un Werkschuh (un soulier/pied d'œuvre) du type du pied de Nuremberg. Mais l'unité de mesure superficielle de 36 000 pi² ne doit pas faire illusion : ce n'est pas une acre carolingienne avec simple

substitution de pied, mais un dernier ajustement de résistance au système métrique. Voici ce que l'on peut se figurer : il existait à Bâle, attesté en 1619 (Gilomen, 1977 : 347, n. 5), un « ancien Juchart » de 140 perches au carré de 16 Feldschuhe (pieds des champs donnés pour 124,7 lignes de roi soit 0,281 3 m, nettement du type 24/25), Juchart qui sera converti en 2 836,04 m². Or c'est la superficie d'un jugère carolingien (métrol. 2 837,331 5 m²), mais celui-ci ne peut aisément se mesurer au pied 24/25 et 140 perches carrées n'est pas un décompte normal. C'était donc déjà une conversion – qui a pu se calculer en 128 (perches carolingiennes en 16 pieds romains) $\times 25/24 = 133^{1/3} \times 25/24 = 138^{8/9}$ arrondies à 140 perches au carré de 16 Feldschuhe, soit 35 840 pi². Cet ancien Juchart bâlois couvrait les 2/3 d'une autre unité, la Thau, de 210 perches carrées, compte aberrant également – mais qui l'est moins si c'est 3/2 d'un jugère carolingien.

Puis, au XVIII^e siècle ou même peut-être seulement au début du XIX^e, on a substitué à l'ancien Feldschuh le Werkschuh urbain. De cette manière le « nouveau Juchart », toujours de 35 840 pi², recouvrait officiellement 31 500 pi² de roi (3 323,9 m² dans les deux décomptes) : on voit bien que pour étalonner ce Werkschuh urbain, on avait en fait recalculé l'unité de 140 perches au carré de 15 pieds de roi pour 16 Werkschuh, soit un pied de $(144 \times 15/16 =)$ 135 lignes de roi = 0,304 537 m que donnent les sources. Enfin, mais peut-être seulement en 1832 (!), on a créé un « nouveau nouveau Juchart » en portant son décompte à 36 000 de ces pieds carrés, plus pratique, en 360 perches de 10 \times 10 pieds. La mesure ne peut se comprendre sans enlever une à une les couches de ce véritable palimpseste... (Nelkenbrecher donne encore le Juchart de 35 840 pi² au pied néo-romain, mais c'est fort suspect.)

Berne. Une clarté toute relative, mais conforme aux propositions du présent essai, règne en matière d'arpentage sur les terres de la puissante République de Berne, qui s'étendaient, sous l'Ancien Régime, des portes de Bâle à celles de Genève – et l'influence de Berne en la matière est marquée à Fribourg, à Soleure et à Neuchâtel (Ramel, 1808 ; Valier, 1823 ; Tuor, 1977 ; Dubler, 1978) – et bien sûr dans ses territoires assujettis, Argovie, Vaud. On y rencontre toutes les unités carolingiennes selon leur décompte au pied néo-romain (cf. tableaux ci-dessus). La plus répandue de ces expressions est celle du Juchart en 40 000 pieds carrés, en 20 \times

20 perches de 10 pieds, unité nommée pose en terre francophone – c'est le journal, conversion type de l'acre carolingienne du Nord de la France et de l'Allemagne méridionale (03.1).

La relative faiblesse du pied de Berne pour un pied néo-romain intrigue : il a été converti pour 0,293 257 5 m – à comparer à 0,297 769 4 m. Mais cette faiblesse s'explique pour une raison d'ordre pratique : on a visiblement décidé d'une conversion « gérable » en mesure métrique, en choisissant d'attribuer 3 440 m² *finis* à la pose, ce qui donne ($\div 40\,000 =$) 0,086 m² au pied carré, et *rétroactivement* sa dimension au pied linéaire ($\sqrt{0,086} = 0,293\,257\,5$). Cette manière de faire, qui revient à calculer une ancienne mesure plutôt que de se fier aux étalons en circulation, sans doute assez divergents, a dû être très courante : elle donnait une apparence de scientificité aux conversions. Et dès 1822, Berne et plusieurs cantons suisses se rallièrent à la mesure métrique d'un « pied fédéral » à 0,3 m, ce qui poussait la mesure de la pose, désormais fédérale elle aussi, à 3 600 m² exactement. La perche de 10 × 10 pieds pour la mesure des vignes passait alors elle aussi à 9 m² exacts. On a calculé des poses régionales sur les mêmes bases : bernoise, fribourgeoise, etc., de 40 000 pieds carrés soit 3 600 m², comme exposé ; vaudoise « nouvelle » de 50 000 pieds carrés soit 4 500 m² à Lausanne ; de 30 000 pieds carrés soit 2 700 m² à Genève et à Neuchâtel, derniers avatars du jugère carolingien (03.4). Ces mesures sont restées en usage longtemps.

Le dernier système prussien : une confirmation

Le Morgen du XIX^e siècle, en 180 perches carrées de 12 × 12 pieds = 25 920 pieds carrés de Prusse (le pied de Leyde, donc pied carolingien) s'avère être une restitution savante du jugère antique, selon l'exacte proportionnalité des pieds – en escamotant la différence entre pied romain et pied néo-romain, comme cela s'est souvent fait. En effet, en repartant de l'ensemble des hypothèses émises au chapitre 03, on peut en inférer (ce serait comme de joindre les deux tableaux 03.5), qu'un jugère à l'antique de 28 800 pieds carrés, s'il était au pied néo-romain, se résoudrait en $28\,800 \times 9/10 = 25\,920$ pieds carrés carolingiens. (C'est le corollaire du calcul proposé pour la conversion du jugère carolingien – d'origine au pied byzantin – au pied néo-drusien, mais cela ne donne évidemment pas la même mesure.) Ainsi, le compte de 25 920 pieds carrés de Prusse, qui sont précisément du type carolingien/ byzantin, compose un

jugère antique à peine étendu : l'original couvre $(0,294\ 259\ 2)^2 \times 28\ 800 = 2\ 493,748\ \text{m}^2$ alors que $28\ 800\ \text{pi}^2$ néo-romains couvrent $(0,297\ 769\ 4)^2 \times 28\ 800 = 2\ 553,598\ 4\ \text{m}^2$, tout comme $25\ 920\ \text{pi}^2$ carolingiens sont $(0,313\ 876\ 5)^2 \times 25\ 920 = 2\ 553,598\ 4\ \text{m}^2$, toutes valeurs métrologiques restituées. Ce dernier résultat définit bien le Morgen prussien du XIX^e siècle, dont la conversion métrique officielle égale $2\ 553,228\ \text{m}^2$. Cette identité quasi parfaite corrobore une fois de plus les calculs par lesquels la filiation des mesures se démontre. Et on peut aller plus loin encore :

Les experts prussiens qui ont défini ce Morgen connaissaient visiblement les rapports ici décelés et ont sciemment recréé un jugère antique. La comparaison de la « grande Hufe, ancienne mesure » de Berlin avec la « nouvelle, légale », en donne une indication formelle : la première avait été composée de 30 « anciens Morgen », ce qui égalait $66\ \frac{2}{3}$ « Morgen légaux » (ceux que nous venons de voir). Or, $25\ 920 \times 66\ \frac{2}{3} \div 30 = 57\ 600$ pieds carrés pour l'ancien Morgen, soit deux jugères carolingiens de $28\ 800$ pieds carrés de Leyde-Prusse, la Hufe en comportant ainsi 60 : c'est le compte et la superficie restituée du manse carolingien de 12 bonniers = 48 acres/journaux = 60 jugères carolingiens. Et puisque le Morgen légal du XIX^e siècle, dont il faudrait $66\ \frac{2}{3}$ pour composer cette ancienne tout comme cette nouvelle Hufe, s'avère être un jugère antique, alors la nouvelle Hufe elle-même était construite comme un *sors*, le tiers de la centurie romaine de 200 jugères, soit $66\ \frac{2}{3}$ jugères *romains*.

Il n'est pas question que le manse carolingien ait été la mesure d'origine des terres du Brandebourg. Si la Hufe de 30 anciens Morgen pouvait être dite « ancienne » en 1816, son invention est aussi à situer durant les Temps modernes. Et cette dernière Hufe d'après 1816, de $66\ \frac{2}{3}$ « Morgen légaux », qui sont des jugères antiques, égale au *sors* du vétéran romain, ne saurait provenir d'une cadastration des lieux au temps de Rome ! Elle est bien l'émanation d'un pouvoir qui aima se représenter comme impérial mais peut-être surtout, à cette époque, une marque de rejet de l'influence française, opposant à son système métrique décimal révolutionnaire une pureté romaine (et carolingienne) retrouvée.

09.0. Précision et ambiguïté des mesures royales françaises

La dimension du quart de la circonférence (du demi-méridien, soit du quadrant) terrestre, arrêtée à 5 130 740 toises de six pieds de roi, fonde, comme on le sait, le système métrique décimal adopté en France par la loi du 19 frimaire an VIII (10 décembre 1799) : en divisant cette mesure de distance en 10 millions d'unités, on créait le mètre. On en tire une valeur quasi absolue pour cette toise et pour ce pied puisque la toise, à l'inverse, valait par le fait $10\,000\,000 \div 5\,130\,740 = 1,949\,036\,5$ m ; et le pied, son sixième, $0,324\,839\,4$ m – si l'on se limite à noter sept décimales. Même si la question est en réalité plus complexe, et même si la définition du mètre a beaucoup évolué (mais non pas sa dimension en pratique), cette valeur métrologique du pied est notre meilleur relais dimensionnel avec l'ensemble des anciennes mesures linéaires. Comme le pose élégamment Hocquet en titre d'un article inaugural (1986), « les mesures ont aussi une histoire ». Celle dont il s'agit ici n'est pas celle du système métrique décimal. Le seul lien est que le pied de roi nous sert à proportionner les autres unités anciennes à sa mesure selon les calculs ici proposés, très peu nombreux et simples.

On peut incidemment se souvenir qu'avant d'en arriver aux décisions qui ont établi le système métrique décimal sur la base de la mesure du quadrant et avant les travaux de Delambre et Méchain pour l'établir définitivement (voir le récit passionnant, quasi dramatique, de Alder, 2002), la communauté scientifique explorait, depuis deux siècles, plusieurs domaines en vue de trouver la base d'un système universel dont, principalement, celui de la longueur du pendule battant la seconde et où s'illustrèrent nombre de savants parmi les plus célèbres (partir du tableau fouillé de Wolf, 1889), voie en définitive abandonnée.

Arrêtons-nous cependant un instant à la question du mètre provisoire. Celui-ci, adopté par les lois de 1793 et 1795, était fondé sur l'extrapolation du calcul de la méridienne de France par Cassini et Lacaille en 1740, qui donnait plutôt 5 132 430 toises au quadrant. Le pied aurait représenté une fraction légèrement moindre du mètre, puisque : $10\,000\,000 \div 5\,132\,430 = 1,948\,394\,8$ m pour la toise qui, divisée par six, donne $0,324\,732\,5$ m pour le pied. Cela signifie-t-il que ce pied-ci était plus court ? Non. En effet, Cassini et Lacaille ont travaillé au

moyen de la même toise que leurs successeurs : il semble que dès les années 1730, beaucoup de scientifiques se servaient d'instruments construits par le facteur Langlois (Guilhiermoz, 1913 : 275), ce qui nous assure de leur précision par leur simple identité. Mais le calcul de ces astronomes de 1740 donnait une dimension un peu plus grande au demi-méridien que celle trouvée en 1792. Donc, le mètre provisoire était plus long, puisque 10 millions de mètres équivalaient à une plus grande distance, à un nombre plus élevé de toises *inchangées*. On peut dire d'une autre manière que le mètre provisoire mesurait $5\,132\,430 \div 5\,130\,740 = 1,000\,329\,4$ m, quelque trois dixièmes de millimètre de plus que le mètre définitif. Donc, en termes de mètre définitif, le pied s'est redressé, par le calcul inverse, à la dimension que nous lui donnons : il équivaut à $0,324\,732\,5 \times 1,000\,329\,4$, soit $0,324\,839\,4$ m, évidemment ! Qu'irions-nous chercher dans ces ratiocinages ? Rien d'autre que le rappel du fait qu'une mesure existe par convention, et que nous pouvons utiliser celle du mètre qui donne le pied de roi dernière valeur à $0,324\,839\,4$ m. C'est pour moi le « pied de roi 3 » (cf. *infra*).

Alors qu'elle était souhaitée et préparée par tous les savants d'Europe et de plus réclamée dans les cahiers de doléances de la population française – dans le contexte de la Révolution –, la proposition d'un système métrique à vocation universelle fut mal accueillie, en partie à cause de son apparente abstraction, mais peut-être aussi par opposition à la France conquérante. De plus, le système français était mécaniciste et athée ; c'est une des raisons du refus des jeunes États-Unis d'y adhérer. Il suscita des résistances, avec l'affirmation de la logique concrète et de l'excellence des systèmes traditionnels. En fait, beaucoup de ceux-ci furent remis en ordre au début du XIX^e siècle : la Prusse promulgua un système complet en 1816 ; l'Angleterre, son système impérial en 1824 ; plusieurs États allemands et italiens firent de même. Cependant, les comparaisons se faisaient souvent au moyen des anciennes mesures de France, très répandues. Des réformes des systèmes de mesures avaient déjà eu lieu en Europe au XVIII^e siècle déjà, et le point de référence de plusieurs d'entre elles était le pied de roi (mais d'Angleterre, notablement, pour la Russie, hors champ ici).

Parallèlement, les nécessités économiques avaient suscité depuis longtemps une quantité de manuels de marchands : celui de Pegolotti (v. 1340) était l'ancêtre du fameux *Taschenbuch* de Nelkenbrecher, qui fut réédité 20 fois entre 1762 et 1890 (réimpr. 2003, Witthöft, dir.). Celui-

ci montre le rôle central que jouaient les mesures françaises au XVIII^e siècle. Ce fut également le cas dans le monde savant, où brillèrent les astronomes et mathématiciens français et où leurs mesures servaient de référence. Bien entendu, les Snellius, Huygens, Newton, Halley n'avaient pas été en reste ! Et justement, Newton, dans ses *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* de 1687, donne ses résultats en pieds de roi, après avoir attendu longtemps des renseignements précis sur son état (Débarbat, 1986). Plus tard, en vue de l'instauration du nouveau système en France et pour convertir les unités employées localement, les commissaires nommés par les préfets ont souvent utilisé des formules qui existaient déjà, données en mesure de roi. Des recensions comme celle de Gattey (1812) pour la France, et encore les « dictionnaires universels » de Palaiseau (1816) et de Doursther (1840), et d'autres, s'appuient souvent sur les mesures de roi pour proposer des équivalences métriques, et non l'inverse. Tout cela signale, en définitive, la précision reconnue des mesures françaises qui furent fermement couplées à celles du système métrique décimal. Il n'empêche que ces mesures recèlent quelque ambiguïté, tout d'abord à cause de ce que l'on en dit.

09.1. Sur l'origine du pied de roi

La question de l'origine du pied de roi a suscité des réponses aussi surprenantes que celles apportées à la question de l'origine du pied d'Angleterre. En voici quelques-unes.

En France, Aurès (1866 : 183 *sqq.*) pensait avoir décelé un pied gaulois très proche du dernier pied de roi et qui en serait l'origine (cf. *infra* Vienne en Dauphiné...). Un peu plus tard, Mowat (1908 : 153 *sqq.*) mettait à mal la légende voulant que le pied de roi soit celui de Charlemagne lui-même, idée fantaisiste extrapolée de son portrait par Éginhard ; mais c'était tout de même pour proposer que le pied de roi effectivement grand soit d'origine franque, parce que les Francs étaient plus grands et s'étaient montrés plus forts que les Romains...

Pour Stecchini (v. 1960 : n. p., en ligne), le pied de roi existait dans l'Antiquité et découle d'un ajustement du talent, soit du pied cube, aux poids spécifiques des blés produits en Grèce et en Gaule, car ce dernier était plus léger que l'italien, selon Pline... Stecchini établit un rapport volumétrique de $\sim 4/3$ à 1 d'après un rapport linéaire de 11 à 10 entre son pied de roi originel et le pied romain. (Ce rapport demande une autre explication, cf. *infra*.) En partant de son pied romain le plus élaboré à 0,295 945 4 m, multiplié par 11/10, il parvient à $\sim 0,325 540$ m. Par ailleurs, la racine cubique des $4/3$ de son talent au pied romain donne plutôt $\sim 0,325 725$ m. Mais après tout, le rapport entre les deux volumes supposés est proche de 1 à $4/3$, ce qui se vérifie aisément. (Quand les approximations l'arrangent, Stecchini en fait usage, mais il en reproche vertement à d'autres métrologues.) Cependant, c'est l'idée même de pieds antiques réglés sur les poids spécifiques relatifs de différents blés qui est ici plus qu'aléatoire. Et où trouverait-on ce pied allongé dans l'Antiquité ? Mais Stecchini connaît aussi et rejoint volontiers d'autres explications, dont celles de Mersenne (1644 : 6 *sqq.*) quant au rapport livre de Paris/ pied de roi, et celles de Guilhiermoz sur la réforme de ce pied au XVII^e siècle.

Skinner (1967) affirme que l'administration carolingienne a établi le *frankish foot* en divisant en deux pieds la « coudée hachémique » dont Charlemagne aurait fait venir un étalon dans le cadre de ses relations diplomatiques avec Haroun al-Rachid... Cette « coudée » aurait valu

0,649 m et sa moitié donnait un pied de $\sim 0,324\ 450$ m, presque identique, heureux hasard, au pied de roi du XVIII^e siècle. Or, la coudée hachémique est tout autre et sa translation vers l'Occident – et encore plus son adoption –, tout à fait légendaires. Sur cette tradition reliant le pied de roi à Charlemagne, voir encore 02.1. Divergences.

Pfeiffer (1986b : 139-140) écrit quant à elle que la toise de Paris origine d'une toise de 7 pieds osques (pré-romains) de 15 doigts, sans expliquer de quelle manière et où, pour quelle époque et pour quel usage elle identifie une telle toise, de valeur forcée d'ailleurs. Son pied de roi vaut ainsi $35/32$ d'un pied romain très fort lui aussi – mais ne parvient qu'à $0,324\ 683$ m. Plus loin (1986b : 226 ; 232 ; 540-541), elle semble reconnaître que le pied de roi pouvait être, pour les arpenteurs, compté pour $1/9$ d'une perche de 10 pieds romains, et que l'on rencontre ce rapport $10/9$, et aussi $9/8$, entre pied de roi et pied romain – ce qui est pertinent (cf. *infra*), mais n'est pas articulé avec sa première idée.

Rottländer (1998, en ligne) croit aussi que le pied de roi existait dans l'Antiquité ; qu'il a disparu à cause des Invasions puis est réapparu chez les Francs, en Rhénanie du Nord, sous la forme d'un os gravé, et dans les dimensions analysées d'une église du XI^e siècle. Ce pied proviendrait de l'aune de Nippur, une règle graduée du III^e millénaire av. J.-C. d'une très grande importance en effet et dont Rottländer fait découler toute l'ancienne métrologie linéaire. Le chemin serait le suivant : l'aune de Nippur de $0,518\ 350$ m, divisée en 30 doigts, est adoptée comme coudée en Égypte, mais divisée en 28 doigts, pour former 7 palmes et ainsi être utilisable pour calculer des diagonales ; la correction des approximations sommaires de $\sqrt{2}$ (comme $7/5$), en les combinant avec le rapport corollaire entre côté et demi-diagonale (ici $10/7$), fait grandir cette coudée, en suivant une formule de $\sqrt{2}$ qui en devient plus exacte, à $0,523\ 620$ m. (Jusque-là, plusieurs métrologues seraient d'accord.) Puis on serait reparti de cet ajustement au moyen du même mécanisme, pour agrandir encore la coudée à $0,528\ 930$ m ; à partir de cette coudée divisée en 28 doigts agrandis, on reconstruit encore une autre coudée de 30 doigts qui mesure $0,566\ 680$ m ; puis, en redivisant cette dernière en 28 doigts, on mesure ceux-ci à $20,238\ 571$ mm... On en tire alors un pied de 16 doigts qui est le pied de roi, à $0,323\ 817\ 3$ m (arrondi à $0,323\ 820$ m), un peu court...

Alors, selon Rottländer, ce pied se serait allongé au cours des temps de manière inexplicable (ce serait l'un des renforcements les plus marqués de l'histoire de la métrologie) pour gagner sa dimension définitive durant l'éclipse de la période des Invasions, et il serait resté depuis lors remarquablement stable. Outre que ce cheminement est vraiment extraordinaire et qu'il n'est pas localisé ni situé historiquement, la métrologie admise montre que le pied de roi a plutôt été raccourci, cf. *infra*.

Il est difficile de se déprendre d'explications aussi élaborées, avancées par des chercheurs reconnus au sein de travaux considérables. Je les rejette cependant sans hésitation, pour repartir de ce qui est admis à propos de la définition du pied de roi dernière manière (le « pied de roi 3 »), explications fondées sur les observations des savants du XVII^e et du XVIII^e siècle. Celles-ci, avec le récit de la réforme de 1667-1668 très bien documenté, permettent de retracer le « pied de roi 2 », défini au moyen de l'aune de Paris par des édits royaux au XVI^e siècle. On peut situer l'apparition de ce « pied de roi 2 » au XIII^e siècle et rejoindre par là le « pied de roi 1 » – qui est, selon l'enchaînement des hypothèses avancées dans cet essai, le pied néo-drusien issu de la reconversion de l'acre carolingienne, bien conservé dans l'aune de Provins, dans la canne de Montpellier, et ailleurs (03.2 et 03.3). Ainsi les mesures royales françaises, en premier lieu le pied de roi, comportent aussi une certaine part d'ambiguïté, à cause des changements qui les ont affectées.

09.2. Parcours rétrochronologique

La dimension de 0,324 839 4 m du dernier pied de roi est donc à considérer comme un absolu en termes métrologiques, par le fait qu'elle est le quotient de la division de 10 000 000 de mètres par 5 130 740 toises de 6 pieds (30 784 440 pieds). Le pied mesure ainsi une fraction extrêmement compliquée du mètre. Si on l'inverse, le calcul est tout aussi rébarbatif : le mètre équivaut à 0,513 074 toise, ou bien à 3,078 444 pieds. Ces calculs permettent de dire que le mètre mesure 443,296 lignes, soit 3 pieds, 0 pouce, 11 lignes et 296/1 000. Ces nombres sont difficilement utilisables dans la pratique. Ils ont pourtant commandé les conversions des mesures linéaires et de superficie en France. On se figure le casse-tête que cela a représenté pour les experts, et a fortiori pour la population appelée à consulter les fascicules publiés pour chaque département, sous des titres comme : *Tableau des anciennes mesures du département de la Seine comparées aux mesures républicaines [...]*, Paris, An VII. Celui-là, par exemple, est disponible en ligne, comme quelques autres ; ces fascicules sont une source importante de la série *Les anciennes mesures locales* (Charbonnier, Poitrineau *et al.* 1990-). Mais, calculées avant la promulgation du mètre définitif en l'An VIII, les données recueillies pour le département de la Seine pris ici comme exemple sont à moduler. Il n'est pourtant pas nécessaire de se plonger dans ce nouveau casse-tête : on peut raisonner en termes d'anciennes mesures, ce qui est historiquement légitime et plus simple.

Ainsi, un pied de roi était un pied, tout simplement ; la perche de roi en alignait 22, et l'arpent de roi dit des Eaux et Forêts (il servait à arpenter les domaines royaux et, en beaucoup de lieux, les forêts), était un carré de 10 × 10 perches, donc de 220 × 220 pieds. La perche de roi de 22 pieds servait encore à arpenter des mesures très différentes, qui n'avaient pas la forme d'un arpent mais celle d'une acre de 4 × 40 perches, comme en Normandie ; ou la moitié de cette mesure, 80 perches carrées de 22 pieds (04.3 et 05.2). L'arpent de roi est mentionné depuis le XIII^e siècle (Guilhiermoz, 1913 : 273 et n. 1 ; puis 282 et n. 1 à 5). Dès ce temps-là, on dut avoir conscience du fait – ou même on l'établit – que cet arpent figurait un *heredium* romain – idée qui pourrait s'appuyer sur le fait que « le roi de France est empereur en son royaume », que devaient déjà cultiver les thuriféraires de Philippe II Auguste. En effet, en

même temps qu'il est défini, dès l'époque de ce souverain, à la perche de 22 pieds (Delisle, 1856 : n^{os} 735, 1436, 1481, etc.), l'arpent de roi se mesure aussi à la perche de 24 pieds (Quantin, 1873 : n^{os} 308, 399, 411, 430 [Guilhiermoz, *loc. cit.*]). C'est dire que l'on faisait déjà équivaloir la perche de roi à la perche impériale tardo-antique de 24 pieds de type romain (04.2). Un *heredium romain* (2 jugères côte à côte) se mesurait bien en un carré de 240 × 240 pieds, 10 × 10 de ces perches. Il n'est pas abusif de penser que cet usage soit en relation avec l'intégration à son pouvoir, par Philippe Auguste, de la Normandie, du Maine, de l'Anjou, de la Touraine, où les Plantagenêt faisaient usage de la perche impériale (05.2. *Parallèle normand*). En Normandie, d'ailleurs, à la fin du xviii^e siècle, l'acre, le plus souvent comptée pour 160 perches carrées de 22 pieds de roi de côté, se présentait aussi à la perche de 24 pieds de 11 pouces de roi (Navel, 1932 : *passim*) – à l'identique. Il faut encore retenir que la perche de roi n'est pas un objet pratique : les forestiers utilisaient des baguettes qui en représentaient le quart, soit cinq pieds et demi de roi (*Dictionnaire* dit de Trévoux, éd. 1743 : t. VI, col. 297), c'est-à-dire des toises de six pieds de type romain – en réalité néo-romains.

Le « pied de roi 3 »

C'est sans doute pour parfaire cette adéquation entre perche impériale et perche royale que l'administration de Louis XIV, en 1667-1668, réforma la toise du Châtelet, affaire importante racontée en détail par Guilhiermoz (1913 : 272-275 ; 1919 : 97-100). Pour que les perches, impériale et de roi, fussent égales, il fallait que le pied de roi comptât pour 12/11 du pied de type romain, puisque $22 \times 12/11 = 24$. Il s'est alors agi de choisir un étalon fiable de ce pied romain. L'hypothèse de Guilhiermoz est que l'on se soit référé à l'un des pieds de la Rome pontificale, celui que l'on peut déduire du *palmo architetonico* de la table gravée sur l'ordre de Peto au milieu du xvi^e siècle et qui est pour lui le modèle du pied néo-romain (03.1). Boscovich et Maire comptaient le *palmo*, vers 1750 (1770 : viii ; puis 354 *sqq.*), pour 99,033 lignes de roi – c'est-à-dire qu'ils avaient mesuré la *canna* de 10 *palmi* pour 990 lignes et 4 points de roi. On reprit une mesure en 1810 (*Prospetto*, 1811) avec des précautions de haute technicité : on trouva 990,42 lignes de Paris à la *canna* des architectes de 10 *palmi*. Il

faut alors lire 990 lignes et 5 points, d'où un *palmo* à $99^{1/24}$ lignes, dont les $4/3$ égalent $132^{1/18}$ lignes de roi – pour 132 lignes recherchées ($132 \times 12/11 = 144$).

Le pied de roi semble bien avoir été réglé à $12/11$ de ce pied tiré du *palmo* de Rome, puisque $132 \times 12/11 = 144$ lignes, un pied. Les fractions infinitésimales qui s'en écartent peuvent être négligées, parce qu'il est évident que la réforme de 1667-1668 avait compté la *canna* des architectes de 10 *palmi* pour 990 lignes de roi finies : cela donne un *palmo* de 99 lignes, lequel $\times 4/3$ fait un pied néo-romain de 132 lignes, lequel $\times 12/11$ fait un pied de roi de 144 lignes – et non pour 990 lignes et une fraction, ce qui aurait rendu tout calcul très difficile. L'affaiblissement accidentel du pied de 11 pouces de roi, entre 1668 et 1810, serait donc de quelque $1/18$ ligne soit $\sim 0,125$ millimètre. N'en tenons pas compte, cela pour garder au pied sa valeur conventionnelle. D'ailleurs, si *L'Encyclopédie* (vol. 22, art. « Mesure longue ») donne le pied tiré du *palmo* pour 1 318 dixièmes de ligne, ce qui semble faible, Jacques Cassini (*ibid.*) donnait bien 1 320 dixièmes de ligne (les $11/12$ exacts de 1 440) à ce pied. On peut ajouter par curiosité que la *canna* fut convertie officiellement pour 2,234 218 219 880 m (Martini, 1883 : s. v. « Roma »). Ce raffinement incroyable provient en réalité d'une mesure encore plus exigeante de la *canna*, ce qui donne pour le *palmo*, son dixième, $\sim 0,223\ 421\ 8$ m ; et pour le pied néo-romain de Rome qui en est les $4/3$, $0,297\ 895\ 8$ m, cela en se limitant à 7 décimales – et c'est bien $\sim 0,125$ mm de plus que le pied de 11 pouces de roi.

Revenons à 1668 : le but de la réforme était atteint : le pied de roi valait bien $12/11$ du pied de type romain, et l'arpent de roi égalait apparemment l'*heredium*, puisque 10 perches de 22 pieds de roi, le côté de l'arpent, faisaient ($\times 12/11 =$) 240 pieds de type romain, le côté de l'*heredium* antique. (Il s'agit donc de pieds néo-romains, mais à l'époque, ils étaient considérés comme des pieds romains mieux assurés, rectifiés.) C'est dire que la valeur du « pied de roi 3 », comme celle de tous les pieds examinés, est indissociable de la composition des mesures agraires, qui a été le fil conducteur de l'ensemble de cet essai. Mais cette dimension et cette proportion n'étaient pas définies de la même manière auparavant, ce qu'il faut expliquer en remontant au « pied de roi 2 ».

Le « pied de roi 2 »

La réforme de la toise de 1668 ne passa pas inaperçue (Guilhiermoz, *loc. cit.* ; et, par exemple, Paucton, 1780 : 17-22, récits et données précises). Des protestations nécessitèrent un arbitrage. La galerie du Louvre fut mesurée avec une toise ancienne (des maçons, dite de l'Écritoire) et avec la nouvelle, et l'on peut déduire du résultat que l'ancien pied mesurait $\sim 0,326\ 425$ m. L'abbé Picard (1669) calculait que l'ancienne toise était plus longue de 5 lignes nouvelles, ce qui donne au pied ancien la mesure de $\sim 0,326\ 720$ m. Le pied d'avant la réforme, pour nous le « pied de roi 2 », était donc sensiblement plus long. Par la suite, l'aune de Paris fut mesurée avec soin, en 1745 (sur l'étalon des merciers, qui date de 1544) ce qui lui donna $526^{5/6}$ lignes. Or, cette aune aurait dû mesurer, aux termes d'un édit de François I^{er} réitéré par Henri II (Hocquet, 1990 : 29), 524 lignes. On considéra dès lors que l'ancien pied avait été dans le rapport donné par 524 anciennes lignes pour $526^{5/6}$ lignes nouvelles. En élevant ce rapport au point de roi (chaque ligne contient 12 points), cela donne 6 288 pour 6 322 points à l'aune, et l'on ne peut simplifier davantage cette fraction qu'en divisant ses termes par 2, ce qui donne 3 144 à 3 161. Ce rapport, expliqué par Paucton (1780 : 22), paraît invraisemblablement compliqué si on ne connaît pas son origine. Il donne le « pied de roi 2 » à $0,324\ 839\ 4 \times 3\ 161 \div 3\ 144 = \sim 0,326\ 595\ 8$ m. De plus, la mesure de l'aune de Paris peut être établie à $0,326\ 595\ 8 \times 524 \div 144$ tout comme à $0,324\ 839\ 4 \times 526^{5/6} \div 144 = 1,188\ 446$ m, ce qu'indiquent les dictionnaires. Cette dimension conduit à en déduire que cette aune était composée de 4 pieds de type romain mesurant $0,297\ 111\ 5$ m, ce qui montre bien qu'elle avait été établie sur le pied néo-romain – un peu plus faible ici que celui de Peto mais très au-dessus de la valeur du pied romain tardo-antique.

Revenons alors aux édits des rois du XVI^e siècle qui stipulaient que cette aune devait mesurer 524 lignes de roi (soit les 3 pieds 7 pouces 8 lignes que portent les textes de ces édits). Quatre pieds néo-romains de l'aune longue de 524 lignes de roi ($\div 4$) sont 4 pieds de 131 lignes de roi plutôt que de 132. Le pied de roi d'après 1668 a donc été réglé différemment de celui d'avant : dans l'absolu, parce que l'on était allé chercher un étalon du pied néo-romain très bien mesuré

et auréolé de prestige, celui de la table de Peto ; et relativement, parce que l'on compterait dès lors que le pied de roi valait $144/132$ du pied néo-romain plutôt que $144/131$ comme on le faisait depuis François I^{er}. Cette différence de rapport est le point capital : $144/132$, c'est $12/11$, le rapport du « pied de roi 3 » avec le pied néo-romain ; alors que $144/131$ est la fraction la plus proche possible de $11/10$, le rapport qu'entretient le « pied de roi 2 » avec ce même pied néo-romain.

Pour comprendre la raison de ce rapport $11/10$, il n'y a pas d'autre voie que conjecturale – mais ici l'argument de concordance sautera aux yeux. Il faut d'abord revenir au rapport entre le « pied de roi 1 » (que j'appelle pied néo-drusien) et pied néo-romain (chap. 03 dans son ensemble et rappel succinct ci-dessous).

Le « pied de roi 1 »

L'acre carolingienne au pied byzantin/carolingien se convertit numériquement en :

acre de 36 000 pi² byzantins ($\times 10/9$) = journal de 40 000 pi² néo-romains

ou bien en

acre de 36 000 pi² byzantins ($\times 9/10$) = arpent de Paris de 32 400 pi² néo-drusiens.

Donc, les rapports qui relient les mesures linéaires à considérer sont :

pied byzantin (= 0,313 876 5 m) $\times \sqrt{9/10}$ = pied néo-romain (= 0,297 769 4 m) – et

pied byzantin (= 0,313 876 5 m) $\times \sqrt{10/9}$ = pied néo-drusien (= 0,330 854 8 m).

Puisque $\sqrt{9/10} \div \sqrt{10/9} = 9/10$, ou à l'inverse $\sqrt{10/9} \div \sqrt{9/10} = 10/9$, le rapport est bien de 10 pieds néo-romains pour 9 pieds néo-drusiens soit « pieds de roi 1 ».

Et en effet : $0,297\ 769\ 4\ \text{m} \times 10 \div 9 = 0,330\ 854\ 8\ \text{m}$.

Ainsi, la perche de Paris de 18 « pieds de roi 1 » était exacte : le rapport $10/9$ l'avait instituée comme identique à la perche de 20 pieds néo-romains utilisée dans une bonne partie du Nord de la France pour mesurer le journal. En revanche, l'adéquation entre perche de 22 « pieds de roi 1 » et perche impériale était tout sauf précise, puisque $22 \times 10/9 = 24\ ^{4/9}$ pieds néo-

romains. On a pu se contenter pour un certain temps de cette distorsion. Pourtant, il devait être évident à tout observateur que le bon rapport, dans le cas de la perche de 22 pieds, était non pas 10/9, mais plutôt 12/11 : le fossé devait paraître impossible à combler.

Alors, par hypothèse, à une époque et sur le conseil d'experts dont on ignore tout, un souverain – nous verrons qu'il est bien antérieur à François I^{er} (11.4. *Naples*) – choisit un moyen terme, entre 10/9 et 12/11, et décréta que le « pied de roi 2 » vaudrait désormais 11/10 d'un pied de type romain tel celui de l'aune de Paris. Cette fraction étant inutilisable en tenant compte de la division possible d'un pied, on s'en approcha en « trouvant » 131 lignes au pied de l'aune ; en réalité, en réglant le pied de roi à 144/131 du pied de l'aune néo-romain. Nous voyons bien que $131 \times 11/10 = 144 \frac{1}{10}$ lignes : il fallut pourtant se contenter de cette approximation. Le décret de François I^{er} qui imposait ce rapport entre pied de l'aune de 131 lignes et pied de roi de 144 lignes ne créait ni ne modifiait nullement l'aune, une mesure forte de sa « romanité » : il avalisait plutôt ce premier raccourcissement du pied de roi (de 10/9 à 11/10 du pied néo-romain), qui fut suivi d'un second, celui de la réforme de 1667-1668, sous Louis XIV (de 11/10 à 12/11).

Bilan

Ces deux sanctions, qui ont chacune leur logique, furent la source d'un degré supplémentaire de complexité dans les rapports entre mesures : celle de François I^{er} entraînait le fait que l'aune de Paris de 4 pieds néo-romains n'entraînait plus exactement 5 fois dans la perche de Paris de 18 pieds néo-drusiens comme elle le faisait antérieurement (puisque $5 \times 4 \times 9/10 = 18$), mais que 5 aunes mesureraient désormais 18 pieds, 2 pouces et 4 lignes ; ou bien que la perche ne renfermerait plus que 4 aunes et une fraction difficile, voisine de 121/128 d'aune – ou inconcevable de 4,95 aunes en prenant 11/10, parce que l'aune ne se divisait pas en 100 parties. La réforme conduite sous Louis XIV aurait facilement produit un rapport simple et juste de 6 aunes de Paris dans la perche de roi de 22 pieds, puisque $6 \times 4 \times 11/12 = 22$. Il aurait fallu compléter la sanction en déclarant que l'aune de Paris vaudrait désormais 528 lignes et corriger de peu les étalons, mais cela ne fut pas fait, comme le rappellent Tillet et Abeille (1790 ; rééd. 1880 : 477-483).

C'est donc en définitive le pied néo-romain qui sert de pivot à l'évolution du pied de roi :

XI^e-XIII^e siècle : le « pied de roi 1 » est institué pour $10/9$ du pied néo-romain.

Il mesure « métrologiquement » $0,297\ 769\ 4 \times 10/9 = 0,330\ 854\ 8$ m.

XIII^e-XVII^e siècle : le « pied de roi 2 » est raccourci à $11/10$ du pied néo-romain.

Il mesure de cette façon $0,297\ 769\ 4 \times 11/10 = 0,327\ 546\ 3$ m.

Mais il est plutôt compté pour $144/131$ du pied néo-romain et il mesure $0,327\ 319$ m.

XVII^e-XVIII^e siècle : le « pied de roi 3 », encore raccourci, vaut $12/11$ du pied néo-romain.

Il mesure de cette façon $0,297\ 769\ 4 \times 12/11 = 0,324\ 839\ 4$ m.

Le parcours historique des rapports successifs de $10/9$ à $11/10$ et à $12/11$ du pied néo-romain décrit, de cette manière, l'évolution d'un pied de roi longtemps problématique : le rapport du « pied de roi 1 » avec le pied néo-romain a été sciemment abandonné pour celui du « pied de roi 2 » qui était un compromis faussant les trois mesures qu'il prétendait harmoniser – le pied de roi, la perche de 22 pieds et la perche de 18 pieds. Ce rapport lui-même résultait d'une fraction peu maniable, $11/10$, et dut s'adapter pour $144/131$. Tout cela n'était guère satisfaisant, et le pied de la perche de roi devait être irrésistiblement attiré vers son rapport pratique avec le pied néo-romain, qui est $12/11$, soit $144/132$, pendant que le pied de la perche de Paris ne pouvait que flotter entre ces rapports. Le « pied de roi 2 » ne put donc tenir sa dimension et il a glissé (légèrement tout de même !) de $\sim 0,7$ millimètre, de $\sim 0,327\ 319$ m, à son origine métrologique, à $\sim 0,326\ 595\ 8$ m si on le déduit de l'aune des merciers de Paris de 1554 telle que mesurée en 1745. La comparaison de Mersenne (1644 : 3) est éclairante quand il attribue au pied de Leyde (*rhinlandicus*) 138 lignes de roi. Valeur métrologique, elle donnerait $0,313\ 876\ 5 \times 144/138 = 0,327\ 523$ m au « pied de roi 2 » encore de son temps.

Quant au « pied de roi 3 » dont le rapport avec le pied néo-romain sanctionnait la validité de l'arpent de roi comme étant un *heredium* antique, il éloignait encore l'arpent de Paris de l'acre carolingienne. Celle-ci couvrait $3\ 546,664\ 6$ m², alors que l'arpent de Paris du XVIII^e siècle donne $3\ 418,868\ 6$ m². Cette différence pouvait fort bien passer inaperçue dans le mesurage des champs, d'autant plus que l'arpent est une unité de compte et qu'aucun champ n'était un

carré parfait. Il n'en était pas de même dans l'artisanat raffiné qui se pratiquait à Paris : que l'on songe non seulement aux maçons et à leur toise, mais aussi par exemple aux autres métiers du bâtiment, de l'ameublement, des arts décoratifs, etc. : on imagine le concert de protestations devant des mesures peu sûres. Mais dès 1668, la dimension du pied de roi était devenue incontestable, et elle pouvait dès lors servir d'appui aux calculs qui allaient créer le système métrique décimal.

Ces vues rejettent l'interprétation de Guilhiermoz, qui pense que le raccourcissement historique du pied de roi est dû au fait que l'on voulut ajuster la perche de Paris pour qu'elle renferme 20 pieds romains antiques. Il n'y a pas moyen de calculer le pied de roi, à quelque stade que ce soit, à partir de cette supposition, même avec ses propres chiffres. Son idée découle de son supposé « système métrique franc » (03.3).

Le pied néo-romain restait sous-jacent à la dernière réforme de 1667-1668, et il prit le nom de « pied de 11 pouces de roi ». On le fit légitimement équivaloir au « pied de Flandre » qui mesure la mencaudée de Cambrai et bien d'autres unités (journaux) du Nord de la France, conversions de l'acre carolingienne en 40 000 pieds carrés. Pour remonter de ce pied néo-romain au pied romain tardo-antique, divers calculs envisageables à l'origine ont été proposés (03.3). Simplement et encore une fois : « pied de roi 3 » $\times 11/12 =$ pied néo-romain $\times \sqrt{10/9} =$ pied byzantin/carolingien $\times 15/16 =$ pied romain tardo-antique.

Mais en fin de compte, la généalogie du pied de roi peut se passer d'aboutir au pied romain antique : elle part en fait du pied byzantin. C'est l'évolution des mesures agraires ici retracée qui impose de rétablir ce lien.

Ce pied romain tardo-antique est donc celui auquel on aboutit « métrologiquement ». La justification en est double : d'une part, ce pied se retrouve en trois opérations seulement à partir du « pied de roi 3 », dont la dimension provient d'un rapport mathématique avec le mètre – aussi bien dire du mètre lui-même, même si la constante retenue aujourd'hui pour le définir n'est plus le pied de roi ; d'autre part, ce pied romain est remarquablement proche des attestations qui en ont été données, par mesurage et par calcul, par l'archéologie et par la métrologie, du XVI^e siècle à nos jours.

Et avec cela, les dimensions des principaux pieds (de Leyde-Prusse, de la Rome moderne, d'Angleterre, de roi en France) établies dans le présent essai tombent en accord avec celles qui ont été arrêtées pour leur conversion en fractions du mètre de façon tout à fait remarquable, à l'intérieur d'écarts de l'ordre d'un dixième de millimètre. Cet ensemble de résultats assure le « triomphe posthume » du pied de roi.

09.3. Perches et arpents

Il est clair que cette ambiguïté historique – maintenant levée – de la dimension du pied de roi s’explique en définitive par la différence de conception entre l’arpent de Paris et l’arpent de roi. Ce dernier demeure curieux, car c’est une construction artificielle, celle d’un *heredium* antique difficile à calculer à cause des perches en présence. Il faut donc retourner à l’expression des mesures agraires là où ces perches étaient employées : dans les environs de Paris. Les travaux de Fourquin (1963 ; 1964), de Touzery (dès 1989), de Moriceau (1994 : 818-836), par exemple, nous renseignent sur les mesures agraires de la région parisienne au sens large, là où l’autorité royale aurait dû être forte, parce que très proche. Or, il n’en fut rien et, si les mesures employées étaient fréquemment les trois arpents, de roi, ordinaire et de Paris, il en existait bien d’autres : 55, selon Touzery ; bien autant, en lisant Fourquin ou Moriceau. Plus étroitement autour de Paris, nous avons le *Tableau des mesures du département de la Seine* que Fourquin semble avoir simplifié sur ce point en écrivant que « l’arpent de Paris y était de beaucoup le plus utilisé » : ce *Tableau* mentionne cinq sortes d’arpents dans ce seul département (Charbonnier, 2012 : 356).

En procédant ci-dessous à quelques décodages à ma manière, je pense pouvoir montrer que plusieurs de ces mesures sont des ajustements des mêmes unités à différentes époques ; ou proviennent de la substitution arbitraire de pieds ; mais surtout que toutes sont, comme c’est le cas partout, des conversions des unités dégagées à la base du système « carolingien », sauf l’arpent de roi, invention tardive – non sans lien, d’ailleurs, avec le système.

L’arpent de roi

L’époque de la création de l’arpent de roi, le début du XIII^e siècle (Guilhiermoz, 1913 : 282) est celle de la récupération par la couronne de France d’immenses domaines Plantagenêt où régnait indubitablement la perche impériale (04.3). Le nouveau pouvoir respecta l’acre de Normandie, tout en lui imposant fréquemment (Navel, 1932 : *passim*) (cf. aussi 05.2, *Parallèle normand*) sa perche de 22 pieds, choisie et même peut-être créée en vue de cette

harmonisation (cf. *infra*). D'autre part, il étendit la forme arpent de 10×10 perches, bien connue, mais à cette grande perche de 22 pieds, créant l'arpent de roi.

Sans doute déjà employée sur le domaine royal, cette perche, devenue celle de l'administration des Eaux et Forêts, devait bien être une perche *forestière*, que l'on utilisait lors de défrichements. Or, l'usage semble établi de l'octroi d'une perche allongée dans l'arpentage de terres à défricher, parce que les perches, cordes et autres chaînes ne peuvent être menées bien droit sur un terrain boisé. Cet allongement est en général d'un pied par perche. On le constate, par exemple, dans les recensions de Peltre (1975 : 35) pour la Lorraine, avec une perche de 11 pieds ; dans les sources de Kuhn (1973 : 12) pour la « Ostsiedlung » en Pologne, et très explicitement sur ce point. Par hypothèse, la perche de 22 pieds devait être originellement mesurée au pied néo-romain ; elle découle d'un allongement de la perche de 20 de ces pieds – issue de la conversion de l'acre carolingienne, très courante dans la moitié Nord de la France (03.2) – quand on l'utilisait pour arpenter la mesure de type journal en forêt ; étant une perche double, il était normal de lui accorder un allongement de 2 pieds (un pied pour chaque perche « romaine » de 10 pieds) ; mais 22 pieds de type romain n'égalent pas la perche impériale qui en contient 24 ; pour y remédier, le pied de roi de la perche de Paris a été substitué au pied néo-romain – avec les conséquences fâcheuses d'une imprécision qu'il a fallu corriger par deux fois quant au pied.

L'invention d'un arpent royal au carré de 10 de ces perches de 22 pieds de roi présentait l'avantage d'une comparaison facile avec l'acre de Normandie, de 160 perches impériales carrées, et avec les nombreuses unités qui en étaient la moitié, de 80 perches carrées, qui répondent exactement à la définition du Joch impérial, très répandu sur les terres Plantagenêt (Reguin, 2015) : pour $8/5$, respectivement $4/5$ de l'arpent de roi. Mieux : l'arpent de roi étant par hypothèse ici posée une unité créée à l'occasion de la réintégration des territoires Plantagenêt, il n'est pas seulement construit comme un *heredium* antique : il appartient à la métrologie médiévale, pour $5/4$ du Joch impérial. Et puisque le Joch avait été réglé à $8/5$ du jugère antique, l'arpent de roi qui vaut $5/4$ du Joch contient 2 jugères ($8/5 \times 5/4 = 2$). Mais ce n'est qu'à partir de la réforme de 1667 que l'arpent de roi figura précisément (sauf qu'il est forcé au pied néo-romain) un *heredium* antique, une fois entériné l'ajustement du pied de roi à

12/11 de ce pied de type romain. Telle est pour moi la conception de l'arpent de roi, et telle est son histoire. Cette unité de mesure n'était pas employée dans les environs immédiats de Paris, mais elle l'était massivement dans la couronne extérieure ouest lointaine de Paris, de Beauvais à Étampes du nord au sud, et ailleurs seulement par îlots (cf. *infra*).

L'arpent de Paris

Étonnamment, l'arpent de Paris, conversion de l'acre carolingienne (03.2, 03.3), n'était utilisé seul que dans une demi-couronne très proche de Paris, à l'ouest, à l'intérieur des limites de l'ancien département de la Seine (!), en gros de Saint-Denis, au nord, à Choisy-le-Roy, au sud, englobant en l'An VII (*Tableau*) les cantons de Franciade (Saint-Denis), Colombes, Nanterre, Clichy, Passy, Châtillon, Issy, Choisy. Ailleurs autour de Paris, cet arpent se rencontre également, mais de manière discontinue.

Une indication de son origine bien comprise nous est encore donnée par l'existence de l'arpent à la perche de 18 pieds et 4 pouces. Celui-ci n'était employé, semble-t-il, qu'à Bry-sur-Marne, Fontenay-sous-Bois et en quelques points le long de l'Yerres, un peu au sud-est de Paris ; et dans les cantons de Meaux, La Ferté-sous-Jouarre, Rozay-en-Brie, Faremoutier, plus éloignés, mais non pas dans toute la Brie, et nulle part ailleurs. Dans ces localités, on a visiblement obtenu que l'ancien rapport du « pied de roi 1 » au pied néo-romain – 10/9, qui fait que 200 pieds néo-romains \times 9/10 = 180 pieds de roi, le côté de l'arpent de Paris qui est un carré – soit aboli au profit du nouveau rapport 12/11 qui fait que 200 pieds néo-romains \times 11/12 = 183 $\frac{1}{3}$, soit dix perches de 18 pieds 4 pouces.

Cette expression de l'arpent de Paris n'avait peut-être guère plus de cent ans au moment du passage au métrique – puisqu'elle est calculée au « pied de roi 3 » – et c'est ainsi que cet arpent retrouva la superficie exacte de l'acre carolingienne, dont il était issu. En effet, les valeurs sont, au pied néo-romain : $(0,297\ 769\ 4 \times 200)^2 = 3\ 546\ 664\ 6\ \text{m}^2$; tout, comme, au « pied de roi 3 » : $(0,324\ 839\ 4 \times 183\ \frac{1}{3})^2 = 3\ 546\ 664\ 6\ \text{m}^2$. C'est une indication de plus du raccourcissement du pied de roi par le changement du rapport qui le liait au pied néo-romain : de 10/9 (« pied de roi 1 ») à 11/10 (« pied de roi 2 ») et enfin à 12/11 (« pied de roi 3 »).

L'arpent ordinaire

Il existait un autre arpent très répandu, dit ordinaire, dit commun, dit aussi du Gâtinais, qui se mesurait en 10×10 perches de 20 pieds de roi. Dans l'impossibilité de relier clairement cette composition à quelque mesure attestée que ce soit, on peut faire l'hypothèse d'une substitution de pieds et conclure que le pied originel de cette perche était le pied néo-romain. Le phénomène (de substitution) est fréquent dans la France royale : on vient de le voir à propos de la perche royale de 22 pieds et je l'ai signalé pour le Maine, la Touraine, l'Anjou, et jusqu'en Poitou ; il existe également en Normandie et il gouverne les mesures de Bretagne (04.3 ; 05.2). Or le journal de 40 000 pieds carrés néo-romains, très courant (moitié nord de la France et moitié sud des Allemagnes (03.2, 03.3) était une conversion de l'acre carolingienne. On peut donc considérer que l'arpent commun représente la même mesure convertie elle aussi, à l'origine, au même pied néo-romain – auquel se serait substitué le pied de roi.

Une autre hypothèse peut cependant se soutenir, celle d'une conversion par la mise au carré approximative d'une unité différente, en l'occurrence le Joch impérial, comme ci-dessous.

Le Joch impérial autour de Paris

L'arpent à la perche de 19 pieds 4 pouces dit aussi parfois « de Brie » intrigue. Il s'agit sans doute d'un Joch impérial couvrant 46 080 pieds carrés romains (02.3 ; 04.3), converti au « pied de roi 1 » : en effet, $\sqrt{46\,080}$ donne $\sim 214 \frac{2}{3}$ pieds romains au côté de l'unité mise au carré. Ce nombre $\times 9/10 = \sim 193 \frac{1}{5}$ pieds de roi qui ont pu être divisés, par ajustement, en 10 perches de 19 pieds 4 pouces (19,333 plutôt que 19,320 pieds, si l'on veut). La faiblesse de la superficie retenue pour sa conversion métrique en l'An VII, de 3 944 m², ne provient que du fait que celle-ci a été calculée sur le « pied de roi 3 ». Cet arpent, mesure impériale, était employé déjà sous les murs de Paris (!), à l'est, à Charonne, et un peu plus loin à Montreuil, Bonneuil, Saint-Maur, Sucy-en-Brie, Bry-sur-Marne, Nogent-sur-Marne, Livry, Lagny, Tournan... Le fait est révélateur de la conservation longue des mesures ancrées dans le sol (et dans les rôles de contributions) lors d'un premier arpentement, même si elles ne sont ni royales ni pratiques.

On use, dans la région de Rambouillet, au sud-ouest de Paris, d'une perche de 21 pieds 8 pouces. Or, on s'approche de Chartres et il s'agit bien évidemment de la vénérable perche de cette ville, composée de 20 pieds de 13 pouces de roi (soit 260 pouces qui font 21 pieds et 8 pouces). J'y reviens au chapitre suivant mais on peut déjà observer que c'est bien la perche impériale qui se cache sous ce compte au pied *manuel* : $20 \times 6/5 = 24$ pieds de type romain ; et $24 \times 9/10 = 21^{3/5}$ « pieds de roi 1 ». On a sans doute procédé très tôt à un ajustement à $21^{2/3}$ pieds en créant 20 pieds de 13 pouces de roi qui n'ont existé en fait que pour cela. Cette unité de Rambouillet renferme 80 perches carrées : c'est donc aussi un Joch impérial bien conservé, selon une conversion ancienne datant d'avant l'invention de l'arpent de roi et où la vraie perche impériale de 24 pieds de type romain servait de base au calcul du Joch : 80 perches au carré de 24 pieds = 180 perches au carré de 16 pieds, définition du Joch remontant au IX^e siècle (02.3) et déjà décelée sous mainte conversion.

Autres arpents

Les perches qui renferment un nombre fractionnaire de pieds sont donc révélatrices parce qu'elles signalent une conversion que l'on a voulu rendre la plus précise possible. D'autres perches rares mais renfermant un nombre fini de pieds sont moins intéressantes, parce qu'elles signalent au contraire une approximation ou une substitution de pieds. Aussi je ne peux que supposer, après bien des tentatives non abouties, que la perche de 21 pieds est simplement moins généreuse que celle de 22 pieds pour les défrichements, et qu'il y a eu de plus substitution, pour une mesure originelle qui ne serait autre que l'acre carolingienne ; que la perche de 19 pieds pourrait aussi être une perche de Paris allongée d'un pied pour l'allocation de terres à défricher ; mais plutôt que ces 19 pieds résultent d'une substitution du pied de roi au pied carolingien : car on pouvait approximer l'acre carolingienne en une unité carrée de 10×10 perches à la perche de 19 pieds carolingiens (03.3). Ainsi ce qui paraît plus simple – des perches renfermant un nombre fini de pieds – est en définitive plus douteux. Il n'empêche que dans ces deux cas, on retombe sans doute sur l'acre carolingienne.

Il est difficile d'analyser la cinquantaine d'unités repérées par les auteurs dans la région de Paris. Nous venons d'en examiner huit. Voyons maintenant une situation particulière au

hasard. Prenons l'exemple du canton de Gonesse, au nord-est de Paris. On y rencontre de tout :

- 100 p² de 22 × 22 pi = 48 400 pi², l'arpent de roi (dans une seule commune).
- 100 p² de 18 × 18 pi = 32 400 pi², l'arpent de Paris, c'est-à-dire l'acre carolingienne.
- 100 p² de 20 × 20 pi = 40 000 pi², l'arpent commun – c'est la même mesure, avec probable substitution du pied de roi au pied néo-romain.
- 100 p² de 19 × 19 pi = 36 100 pi² de roi par substitution au pied carolingien, avec mise au carré – c'est encore l'acre carolingienne (cf. ci-dessus et 03.3).
- 64 p² de 25 × 25 pi = 40 000 pi² : c'est le même compte que l'arpent commun, donc ce pourrait être toujours la même mesure. On peut cependant faire d'autres suppositions : par exemple qu'il s'agissait de 64 perches impériales (divisées en 25 pieds comme en Normandie, ceux-ci escamotés au profit du pied de roi), et qu'alors cette mesure soit les 4/5 du Joch impérial (80 × 4/5 = 64), exigence fiscale resserrée pour des terres de bonne qualité – exactement comme est construit le journal de Bordeaux (cf. 10.1), mais ici déjouée.
- 54 p² de 27 × 27 pi = 39 366 pi² – décompte artificiel ; 27 « pieds de roi 1 » × 10/9 devraient donner 30 pieds de type romain et de là, 54 × 30 × 30 = 48 600 pi² ; ce dernier nombre égalerait le compte du Joch impérial au pied carolingien pour ses 6/5, aménagement fréquent en faveur des colons sur des terres difficiles. C'est plus qu'hypothétique, tout comme de poser 2 × 27 × 27 × 27...

Observations

En résumé, les quelque 55 unités mesurées au pied de roi dans la région parisienne au sens large se réduisent probablement à trois unités seulement :

- l'arpent de roi à la perche de 22 pieds, qui est une construction savante assez artificielle et tardive ;

- l'acre carolingienne, qui se voit sous les formes de l'arpent de Paris à la perche de 18 pieds ; des arpents à la perche de 18 pieds 4 pouces ; de 19 pieds, de 20 pieds et peut-être de 21 pieds, par substitution ;

- le Joch impérial, qui se reconnaît le plus clairement en 100 perches au carré de 19 pieds 4 pouces ; et en 80 perches au carré de 21 pieds 8 pouces ou parfois de 22 pieds.

On ne décèle nulle part autour de Paris de conversion de l'ansange mérovingienne ni du jugère carolingien. C'est le signe, suivant une thèse secondaire de cet essai, de profonds bouleversements de l'occupation du sol et de l'organisation sociale – sous leurs aspects étatiques et fiscaux. Car dans d'autres régions de France et ailleurs, on voit au moins, au milieu de zones aménagées en acres et en Joche, la trace de l'ansange et du jugère carolingien qui remontent probablement aux VII^e-VIII^e siècles. Dans certaines de ces zones, ces deux unités plus anciennes, combinées ou non (03.4), couvrent l'ensemble du terroir en plaine ; cela indique avec un certain degré de probabilité une continuité de l'activité agricole depuis l'Antiquité ou le très haut Moyen Âge. Rien de tel dans les environs de Paris, selon cet indicateur. La très forte domination de l'acre carolingienne tendrait à montrer qu'une réorganisation fondamentale ou (re)fondatrice s'y est produite au VIII^e siècle, à l'image de ce qu'il en serait dans toute la moitié nord de la France, toujours selon cet indicateur, mais non pas uniformément.

Ainsi autour de Paris, la situation varie : la couronne ouest proche de la ville serait en culture depuis ce temps-là, tout comme l'Artois et la Picardie, plus au nord, et le Gâtinais et l'Orléanais, plus au sud : il n'y a pas de rupture dans l'utilisation de l'acre carolingienne. Le contraste frappe avec la couronne ouest plus éloignée de Paris : une zone compacte mesurée à l'arpent de roi, de Beauvais à Étampes. Sur la carte de Mireille Touzery (1995), elle fait penser à un bouclier, une zone tampon peut-être longtemps désertée, entre l'Île-de-France et la Normandie. Cela expliquerait qu'elle ait été plus tard, c'est-à-dire au XIII^e siècle, quadrillée à l'arpent de roi qui vaut 5/4 du Joch impérial. Au-delà de cette zone en direction de l'ouest, on rencontre les mesures de Normandie, issues pour la plupart du Joch impérial (05.2).

À l'opposé (dans ses deux sens), dans la couronne qui va du nord-est au sud-est de Paris et plus loin vers l'est, en direction de la Champagne (et plus loin encore, de la Lorraine, cf. 04.3), l'aménagement du paysage est différent : les terres sont réparties en un damier très irrégulier de mesures où se répondent l'acre et le Joch. C'est dire que cette région n'a pas été facilement ni entièrement gagnée à l'activité agricole aux VIII^e-IX^e siècles, et qu'il a fallu défricher assez péniblement, dans cette direction, aux X^e-XI^e siècles peut-être. Les terres mises en culture auraient alors été comptées en « nouveaux » Joche impériaux, au milieu de celles qui étaient mesurées à l'acre et le sont restées.

Les anciennes mesures de la seule ville de Châlons-en-Champagne apportent une confirmation éclairante à ce fait. Les « journaux » y étaient de trois sortes, calculés à une perche de 8 pieds et 2 pouces de roi (Doursther, 1840 : s. v. arpent). Or cette perche ne peut s'expliquer, d'une part, que par le raccourcissement du pied de roi, de 10/9 à 12/11 du pied néo-romain, et elle devait aligner, à l'origine, 8 pieds exactement ; et il y avait eu auparavant, d'autre part, substitution du pied de roi au pied de type romain. Car les trois « journaux » de Châlons, de cette manière, recouvraient :

- celui de 9 « danrées », en 720 perches carrées de 8 × 8 pieds, 46 080 pieds carrés : c'est le compte exact du Joch impérial d'origine au pied romain ;
- celui de 8 « danrées », 640 des mêmes perches carrées, 40 960 pieds carrés : le compte exact de l'acre carolingienne au même pied romain ;
- celui de 6 « danrées », 480 perches carrées, 30 720 pieds carrés, soit 2/3 du Joch ou 3/4 de l'acre. Cette unité existe aussi ailleurs : c'est par exemple le Morgen du système de Calenberg (04.0) ou la *acra per tres perticas* d'Angleterre (05.1).

L'usage de ces mesures confirme l'hypothèse de conquêtes et de remises en ordre successives des terroirs et de la fiscalité. Tels sont quelques-uns des enseignements que l'on peut tirer de l'observation des mesures agraires au pied de roi.

Bilan

Mais quant à conclure ce chapitre, il faut encore retenir que le pied de roi, en dépit de son rôle capital en métrologie, était en matière agraire d'assez peu d'importance : il ne définissait au départ que la perche et l'arpent de Paris, très peu employés, nous venons de le voir. S'il a servi ensuite, par substitution arbitraire, à définir la perche et l'arpent de roi et bien d'autres unités, il les a en fait faussés ; et il n'a pas entraîné d'unification des mesures dans l'ensemble du pays. À cause de son raccourcissement, on a perdu de vue son type de 18 doigts (néo-drusien) : on ne l'identifiait plus avec celui qui composait beaucoup de cannes de 8 empan soit de 6 pieds du Midi (10.2 Languedoc-Roussillon) et mesurant entre 1,98 m et 2 m (modèle : celle de Montpellier) ; on avait donc perdu de vue l'identité de la toise et de la canne ; et on ne rapprochait peut-être pas l'arpent de Paris des unités de mesure agraires de 900 cannes ou toises carrées qui renfermaient pourtant 32 400 pieds carrés (fréquentes dans la moitié Sud de la France), étant la même reconversion de l'acre carolingienne.

L'extension postérieure des mesures royales françaises aux territoires d'outre-mer où elles sont restées longtemps (et demeurent parfois) en usage – tel l'arpent de Paris au Québec et en Louisiane ou la perche de 20 pieds à l'île Maurice –, est plutôt hors sujet. Mais le domaine public maritime français connaît encore la zone de 50 pas géométriques de 5 pieds de roi, une bande de 81,21 m de littoral sous la garde de l'État. Or, ces pas sont des brasses de marins, et ce fait apporte encore un appui à ce que j'avance : à cause de sa grande longueur, le pied néo-drusien soit « pied de roi 1 » a été parfois considéré comme un pied manuel (Guilhiermoz, 1913 : 289 ; 1919 : 97 *sq.*). C'est cette confusion qui explique que la brasse marine française aligne 5 pieds, alors qu'une brasse est, son nom l'indique, l'envergure des deux bras étendus, qui renfermait 6 pieds pour les Anciens, donnant la toise ou la canne, ce qui définit les brasses de la plupart des autres marines. C'est là également l'origine de la dénomination et de la notion de pied manuel dont j'aborde l'utilisation au chapitre suivant : il transforme en un pas de 5 pieds la toise de 6 pieds – qui se mesure de l'extrémité d'une *main* à l'autre.

10.0. Quelques mesures méridionales

Pour des raisons indéterminées – sauf à considérer l'influence probable de la reconquête par Justinien, au VI^e siècle, du pourtour méditerranéen –, beaucoup de mesures agraires sont décomptées, dans le Midi français et en Italie, non pas à la perche composée d'un certain nombre de pieds, mais à la canne ou au dextre (cf. *infra*) composés d'un certain nombre d'empans, comme les mesures byzantines. Ces empans, *pans*, *palms*, *palmi* mesurent invariablement les trois quarts du pied correspondant. Ils ne sont donc jamais des paumes de quatre doigts ou petits palmes antiques, mais bien toujours de grands palmes (figurément, la mesure de la main étendue) et ils se trouvent, par un rapport tout aussi intangible, valoir la moitié de la coudée qui renferme, elle, un pied et demi. La coudée peut être utile à la compréhension de quelques unités de mesure agraires, en particulier dans le Nord de l'Italie. Nous avons déjà vu un certain nombre de pieds, et ceux-ci ont tous sécrété un empan ; il s'en trouvait donc d'assez différentes dimensions au moment de leur conversion dans le système métrique décimal, d'autant plus que certains empans sont issus de pieds manuels. Un *pes manualis*, au Moyen Âge et plus tard, est un pied qui vaut $\frac{6}{5}$ de celui dont il est issu, sur le modèle du pied philétairien de la période hellénistique par rapport au pied romain (01.3).

Pour des raisons qui m'échappent également, on ne rencontre de mesures agraires décomptées au moyen de pieds manuels que sur une étroite bande de territoires discontinus qui va d'ouest en est de Bordeaux à Venise (et à ses possessions, naturellement). Cette bande semble intégrer, par exemple, Angoulême (au nord-est de Bordeaux), Agen (au sud-est), et quelques îlots au-delà ; elle passe par Aurillac et Tulle, englobe le triangle Lyon, Grenoble, Chambéry ; elle se poursuit vers l'est par Turin et Vérone pour atteindre Venise. On pourrait dire qu'il s'agit d'une zone intermédiaire entre mesures au pied et mesures à l'empan. Cependant, le fait reste difficilement explicable quand on considère que peu d'éléments justifieraient la délimitation de cette bande de territoires sur le plan historique – seul le lien de Chambéry à Turin s'éclaire de l'histoire de la Savoie. Bien que le pied manuel soit connu ailleurs (à Besançon, à Francfort, à Cracovie...), il y est peu utilisé comme pied agraire. Exception

notable dans la moitié Nord de la France, la cité de Chartres, déjà mentionnée pour son utilisation de la perche impériale divisée en 20 pieds manuels (04.3 ; 09.3 ; cf. aussi *infra*).

S'il existe de bonnes bases de renseignements avec les habituels dictionnaires de Doursther et de Martini et de nouveaux recueils des tableaux de conversion constitués au moment du passage au système métrique, aucun de ces ouvrages ne remonte à l'origine des mesures agraires ni ne les met en relation avec un système métrologique global, comme cet essai le tente. Pourtant, les travaux exemplaires dont je suis parti, les articles de Paul Guilhaumez parus dans la *Bibliothèque de l'École des chartes*, concernent en particulier les questions abordées dans ce chapitre. Il est très étonnant que les volumes pour la région à considérer en France, le Midi au sens large, de la série des *Anciennes mesures locales*, ne mentionnent même pas le nom de Guilhaumez, sauf erreur.

La partie méridionale de la France et toute l'Italie présentent un invraisemblable fouillis dont la densité est aggravée du fait que partout et en tout temps, on semble avoir procédé à des conversions qui ont rendu les mesures très difficilement lisibles – à la toute fin encore pour lutter contre l'emprise du système métrique décimal avec des données renouvelées. En outre, et comme ailleurs, on y a parfois substitué un pied arbitrairement choisi à celui que le compte de la mesure superficielle aurait dû imposer. Et plus qu'ailleurs peut-être, on y a utilisé la modulation des mesures agraires selon la qualité de la terre, en établissant des proportions d'usage général et fixé par la coutume : la mesure de la bonne terre couvre les 4/5 de l'unité de mesure considérée, réservée à la terre de qualité moyenne, tandis que la terre la moins bonne permet d'accorder 6/5 de l'unité à son détenteur (Reguin, 2005, 2014). Ce procédé relié au rendement potentiel ménageait une certaine équité fiscale, imposant une charge identique à des superficies portant le même nom mais comprises entre 4/5 et 6/5 de l'unité de départ. La différence peut donc être, en réalité, de 1 à 1,5 fois la superficie, puisque $6/5 \div 4/5 = 3/2$. Encore une fois, elle n'est pas vraiment due à des causes d'ordre agronomique, et nous avons déjà vu de telles pratiques à l'œuvre dans la fiscalité du Bas-Empire (01.3) et en Angleterre (07.1). Ce chapitre présente d'abord quelques mesures décomptées à l'un ou l'autre des pieds manuels, avant d'aborder les mesures à l'empan et accessoirement à la coudée.

10.1. Mesures décomptées à divers pieds manuels

Quelques exemples montrent la présence des trois unités de mesure agraires jugère, acre et Joch sous différentes conversions que l'usage d'un pied manuel impose. Ce type de pied à 6/5 du pied de type romain mesure autour de 0,350 m : le pied manuel issu du pied romain tardo-antique mesure idéalement : $(0,294\ 259\ 2 \times 6/5 =) \sim 0,353\ 111\ \text{m}$ (type de Chartres) ; celui du pied néo-romain vaut alors $(0,297\ 769\ 4 \times 6/5 =) \sim 0,357\ 323\ 2\ \text{m}$ (type de Bordeaux) ; on en rencontre qui proviennent du « pied 24/25 » de pied romain à $\sim 0,338\ 986\ 5\ \text{m}$ (type de Chambéry), ou de 24/25 de pied néo-romain à $\sim 0,343\ 030\ \text{m}$ (type de Lyon). Évidemment, pour décider de l'origine de tel ou tel pied particulier et pour juger de la validité de son emploi (et le distinguer d'une substitution ou d'une altération), il faudra considérer le décompte de la mesure agraire en question.

Chartres

Une perche de 20 pieds est employée à Chartres dès le X^e siècle pour définir un « arpent » de 50 perches carrées (Guilhiermoz, 1913 : 280). Or, lors du passage au système métrique, la perche de Chartres de 20 pieds valait $21\ \frac{2}{3}$ pieds de roi (Doursther, 1840 : s. v. « perche »). C'est dire que le pied de Chartres était compté pour 13 pouces de roi, puisque $20 \times 13 \div 12 = 21\ \frac{2}{3}$ pieds soit les 21 pieds 8 pouces déjà observés (09.3). En mesure métrique, cela donne $0,324\ 839\ 4\ \text{m}$ (le « pied de roi 3 ») $\times 13/12 = 0,351\ 909\ 4\ \text{m}$, valeur très convenable d'un pied manuel. Mais cette formule n'est pas très sûre puisque le rapport pied manuel / pied néo-romain / pied de roi aurait dû donner :

$$20 \times 6/5 \times 11/12 = 22 \text{ « pieds de roi 3 » ;}$$

$$\text{ou bien } 20 \times 6/5 \times 131/144 = 21\ \frac{5}{6} \text{ « pieds de roi 2 » ;}$$

$$\text{ou encore } 20 \times 6/5 \times 9/10 = 21\ \frac{3}{5} \text{ « pieds de roi 1 ».}$$

En fait la formule la plus proche du compte final est la dernière des trois : en effet la conversion en $21\ \frac{2}{3}$ pieds n'a été choisie que pour arrêter un compte à un pied inventé de 13 pouces entiers. Cela situe bien la conversion de la mesure de Chartres très tôt, comme le

propose Guilhiermoz, puisque le rapport 10 pieds néo-romains / 9 pieds néo-drusiens (le « pied de roi 1 ») en est la base – et une bonne indication de l'existence de ce dernier pied.

Contentons-nous d'établir qu'à l'origine, 20 pieds manuels sont $20 \times 6/5 = 24$ pieds de type romain pour retrouver la perche impériale. Nous comprenons alors que l'arpent de 50 perches carrées de Chartres vaut, au pied de type romain, $24 \times 24 \times 50 = 28\,800$ pieds carrés (même s'il est compté pour $20 \times 20 \times 50 = 20\,000$ pi², puisque ce sont des pieds manuels). C'est un pur jugère romain, une probable restitution savante, mais qui donne une intéressante indication sur l'ancienneté et la justesse de certaines conversions. Le fait qu'il ait existé, à Chartres, une double mesure également nommée arpent, de 100 de ces perches carrées (Doursther, 1840 : s. v.), montre que l'on avait recréé aussi un *heredium* à l'antique, comme l'arpent de roi ; et le fait qu'il ait existé un setier de 80 de ces perches carrées (Fourquin, 1963 : 22) nous prouve que, en cohérence avec les proportions restituées dans cet essai, on utilisait aussi, à Chartres, le Joch établi aux temps carolingiens dont c'est la définition rigoureuse à la perche impériale. La cohérence avec le système et la précision des dimensions conservées sont remarquables.

Bordeaux et sa région

Sur la conversion en métrique des mesures du département de la Gironde, on peut se référer à Contis (*in* Poitrineau et al., 1996), qui s'appuie sur Brutails (1912) et sur les commissaires de l'époque, mais cela ne donne dans la plupart des cas que les décomptes en pieds carrés de roi établis à la veille du passage au système métrique – et, parfois, pour cette seule raison. Les mesures avaient une autre expression à leur origine, que nous recherchons. Pour cela, il faut se tourner vers Guilhiermoz (1913 : 271-272, 279-280, 296, 300-305). Celui-ci attire notre attention sur : a. l'emploi de pieds manuels à 6/5 du pied de type romain, qu'il explique ; b. la présence de la forme jugère (deux *actus* carrés, en principe de 120×120 pieds) ; c. un ouvrage du XVI^e siècle, *L'Arpanterie*, du Bordelais Élie Vinet, d'où il tire d'intéressantes indications.

Guilhiermoz pense déceler le jugère carolingien – comme il le fait pour Toulouse – sous un journal de Bordeaux composé de deux carrés de 16 « lattes » de 7 pieds « terriers » de côté, soit 112 pieds qui seraient la conversion de 16 demi-perches de 7 ½ pieds soit 120 pieds carolingiens. Or, le pied terrier de Bordeaux, évalué à 158^{1/7} lignes de roi, a été converti pour

0,356 743 2 m, ce qui en fait bien un pied manuel, $6/5$ d'un pied néo-romain – qui vaudrait, ici, 0,297 286 m. Donc 16 lattes de 7 pieds font : 112 (pieds manuels) $\times 6/5 = 134^{2/5}$ (pieds de type romain) $\times 15/16 = 126$ (pieds carolingiens), pour 120 recherchés : la différence est trop importante. Notre auteur suppose alors que l'on utilisait anciennement un autre pied manuel présent à Bordeaux, dit « de bois » ou « de ville », qui est nettement issu d'un pied « $24/25$ » : il ne valait que 150 lignes de roi et a été converti en 0,338 374 3 m. Là, le saut paraîtrait moins grand puisque $112 \times 6/5 \times 24/25 \times 15/16 = 120^{24/25}$ pieds carolingiens ; et le jugère n'en aurait guère dépassé sa superficie idéale de 2 837,331 5 m². Mais en fait, ce compte est suspect ; et le journal de Bordeaux a été converti pour 3 192,842 m², parce qu'il était mesuré au pied terrier – ce qui paraît logique mais que Guilhiermoz considère curieusement comme une substitution. Vinet, au XVI^e siècle, ne dit rien de tel, tout en attribuant au pied terrier de Bordeaux 157 ½ lignes du « pied de roi 2 » de son temps (158 lignes et une fraction du « pied de roi 3 », cf. *infra*), soit la dimension retenue à la fin, très bien mesurée et conservée.

Avec tout le respect dû à Guilhiermoz, je rejette son explication pour poser l'hypothèse suivante : dans la région de Bordeaux, ce n'est pas seulement de substitutions de pieds qu'il peut s'agir, mais de substitutions d'unités de mesure agraires. En effet, comment expliquer la présence de plusieurs « jugères », et de tailles fort différentes ? C'est par artifice, bien sûr. Pour moi il y a eu, dans plus d'un cas ici, refonte des mesures sur le modèle de la Rome antique. Cette refonte a eu lieu avant Vinet, qui considère déjà ces mesures comme établies ; on pourrait imaginer qu'elle date de la reprise de Bordeaux par la couronne de France, après la guerre de Cent Ans, mais elle pourrait être beaucoup plus ancienne : l'administration Plantagenêt a eu le temps de faire sa marque – quelque 300 ans – avec ses mesures à la perche impériale divisée en 25 pieds. Car voici mon interprétation : le journal de Bordeaux a pour base le Joch impérial de 80 de ces perches carrées que j'ai décelé sous les mesures de toutes les terres Plantagenêt, y compris anglaises (04.2 ; 04.3 ; 05.2).

Pour Bordeaux et ses environs, région privilégiée, je pose que le journal est réduit à $4/5$ de Joch, resserrement d'ordre fiscal que nous avons vu. Ce sont donc $80 \times 4/5 = 64$ perches carrées qui le composent et que l'on peut se figurer en un carré de 8×8 perches de 25 pieds, soit 200×200 pieds. Pour donner à cette unité une forme de jugère, il faut dédoubler ce carré

en prenant sa demi-diagonale, problème que nous avons aussi rencontré. L'approximation la plus simple de $\sqrt{2}$ étant $14/10$, $\sqrt{2} \div 2 = 7/10$, et $200 \times 7/10 = 140$ pieds « $24/25$ » au côté de cet *actus* recréé. Or : $140 \times 24/25 = 134^{2/5}$ (pieds de type romain) $\times 5/6 = 112$ pieds manuels : exactement les 16 lattes de 7 pieds mesurant le côté de l'*actus* du journal de Bordeaux. (On peut écrire $140 \times 4/5 = 112$, puisque tel est le rapport entre pied manuel et pied « $24/25$ ».) La conversion du journal de Bordeaux, soit $4/5$ de Joch impérial, mesuré à la perche des Plantagenêt, transformé en un jugère, puis compté au pied manuel terrier, est quasi parfaite.

Cette résolution ne nous donne pas seulement la clé du journal de Bordeaux. Elle nous indique aussi la voie à suivre pour comprendre, avec l'aide des considérations de Guilhaiermoz, les problèmes auxquels les commissaires se heurtaient pour convertir les mesures dans le système métrique. C'est que le pied de roi restait alors le référent, parce que des conversions à sa mesure existaient déjà ou pouvaient être opérées avec de bons étalons, alors que l'on ne disposait pas encore de règles métriques bien divisés ; ainsi, toutes les conversions étaient d'abord calculées au moyen du pied de roi, puis données en métrique. Les commissaires de la Gironde devaient savoir que le pied de Bordeaux était réputé mesurer 13 pouces, ce qui fait 156 lignes ; ou 13 pouces et une ligne, ce qui en fait 157, conversions approximatives. Mais Vinet le comptait, au XVI^e siècle déjà, à $157 \frac{1}{2}$ lignes du « pied de roi 2 », ce qui lui donne, selon le rapport $3 \frac{161}{3} \frac{144}{144}$ que nous avons vu (09.2), quelque $158^{2/5}$ lignes du « pied de roi 3 » ; et un texte de 1688 le fait équivaloir à $1/20$ de la perche de roi (c'est logique pour un pied manuel), ce qui lui attribue exactement cette longueur : 22 (pieds de roi) $\times 144$ (lignes) = $3 \frac{168}{144}$ lignes qui représentent $20 \times 158^{2/5}$ lignes. Voilà donc une conversion fort précise, mais les commissaires s'en sont écartés. S'ils ont plutôt arrêté le pied de Bordeaux à $158^{1/7}$ lignes de roi, c'est pour que 112 de ces pieds (16 lattes de 7 pieds) donnent 123 pieds de roi *finis* ($112 \times 158^{1/7} \div 144 = 123$), plus sûrs en vue d'une conversion en mètres, au côté de l'*actus* soit la moitié du journal de Bordeaux. Le journal fut ainsi converti pour $2 \times 123 \times 123$ pieds de roi = $30 \frac{258}{144}$ pieds carrés. Et c'est donc rétroactivement que le pied de Bordeaux mesure $123 \times 144 \div 112 = 158^{1/7}$ lignes.

Autrement, quand on en restait aux usages locaux, la mesure s'en trouvait quelque peu amoindrie. Ainsi à Baurech, Castres, Langoiran, etc., on utilisait la même forme et le même

décompte du journal, mais on considérait que le pied mesurait 13 pouces 1 ligne, soit 157 lignes de roi seulement. Cela donne une évaluation bien mal pratique de l'unité au pied de roi : 29 813 pieds carrés, pas très bien calculés (la division donne un pied à $\sim 156,975$ lignes), pour 3 145,49 m² ; ou, corrigée par Brutails, 3 146,87 m² (effet minime du mètre définitif). Mais c'est bien le même journal qu'à Bordeaux, 4/5 de Joch. Par ailleurs, une série de localités (Barsac, Podensac, Preignac, etc.) voient leur mesure inexplicablement ramenée par les commissaires à la même superficie de 29 813 pieds carrés de roi alors que leur composition est différente : ces mesures étaient données pour $2 \times 45 \times 45$ pas de $2 \frac{1}{2}$ pieds, soit $2 \times 112 \frac{1}{2} \times 112 \frac{1}{2}$ pieds manuels (plutôt que 112), qui seraient ainsi ramenés à $\sim 156 \frac{1}{4}$ lignes. Brutails corrige en 3 173,49 m², sans doute pour retrouver $112 \frac{1}{2}$ pieds de 157 lignes. Il est plus important d'observer le fait qu'une mesure de 25 312 $\frac{1}{2}$ pieds carrés nous ramène à la façon et au compte du petit journal de Nantes, par exemple, qui est la conversion de l'ansange double au « pied de roi 1 » néo-drusien (03.4). Il y aurait donc eu ici, à une époque indéterminée, abandon du pied néo-drusien en faveur d'un pied manuel dans l'évaluation d'une mesure très ancienne : $112 \frac{1}{2}$ pieds néo-drusiens $\times 10/9 = 125$ pieds néo-romains ; ce nombre au carré et deux fois celui-ci nous amène à 31 250 pieds carrés, le compte de l'ansange double au pied néo-romain qui la donne en forme de jugère. Il semble donc bien que l'ansange ait été présente dans le Bordelais.

Ainsi à Arbis, Cadillac, Saint-Macaire, Targon, l'unité est un carré au côté de 144 pieds de 162 lignes, tout à fait invraisemblables. C'est évidemment un artifice pour avoir 12 perches faciles de 12 pieds, et cette longueur est en fait celle de 162 pieds de 144 lignes, pieds de roi : car 162 « pieds de roi 3 » $\times 12/11$ font $\sim 176,727$ pieds néo-romains. Or, la racine carrée de 31 250 pieds carrés néo-romains, le compte de l'ansange double, égale $\sim 176,777$ pieds. Ainsi, on aurait imaginé cette solution pour définir précisément cette unité en un seul carré. À Fargues, plus clairement, on compte, en 52 900 pieds carrés de roi (soit 230×230 pieds en 20×20 perches de $11 \frac{1}{2}$ pieds), deux ansanges doubles : ajustons $\sim 230 \times 12/11$ pour 250 pieds néo-romains dont le carré est 62 500, soit deux fois les 31 250 pieds carrés néo-romains de l'ansange double, ici en un seul carré mais qui peut être divisé en deux formes jugère.

Calculée très différemment, expliquée par de savantes considérations sur les techniques de labour (Guilhiermoz, 1913 : 315), l'unité dite « sadon » du Médoc est encore une partition / conversion du Joch impérial : 10×100 pas de $2 \frac{1}{2}$ pieds de Bordeaux font 25×250 pieds manuels qui sont 30×300 pieds soit 9 000 pieds carrés néo-romains, $1/5$ du Joch impérial de $45\,000 \text{ pi}^2$ de cette sorte, au pied néo-romain (04.0). C'est dire que le Joch se divisait bien en *cinq* et que *quatre* sadons égalent le journal de Bordeaux qui est $4/5$ du Joch. La sadon est même plus facile à décrypter et plus exacte car son décompte au pied néo-romain ne nécessite pas de calcul de diagonale. Et cela montre encore que les comptes au pied néo-romain étaient en usage dans la région de Bordeaux.

Examinons encore la mesure agraire de Bazas, cité assez importante (elle était siège épiscopal) pour que son journal soit répandu : à Aillas, Caudrot, Monségur, La Réole, Roaillan, Saint-Pardon, Sauveterre et autres lieux. Ce journal est donné par les commissaires pour 36 100 pieds carrés de roi, soit 190×190 pieds. L'unité est décomptée en 20×20 lattes de $9 \frac{1}{2}$ pieds de roi, comme ici ; ou plus souvent, nous dit Guilhiermoz, de 9 pieds 7 pouces 8 lignes, ou de 9 pieds 9 pouces, ou même de 9 pied 9 pouces 9 lignes. L'évaluation des commissaires est donc faible, destinée qu'elle était à simplifier le problème de la conversion en métrique au moyen d'un nombre fini de pieds de roi. Cela n'empêchera pas d'être plus précis qu'eux avec Brutails, qui augmente la superficie métrique qu'ils donnent de plus de 100 m^2 (de $3\,809,29 \text{ m}^2$ à $3\,921,49 \text{ m}^2$), en suivant la seconde évaluation de la latte, à 9 pieds 7 pouces 8 lignes, ce qui donne au côté de l'unité 192 pieds 9 pouces 4 lignes de roi. Quelque chose cependant lui échappe, tout comme à Guilhiermoz, d'ailleurs : cette très curieuse et complexe expression d'une longueur provient sûrement d'une racine carrée non finie. Nous avons déjà rencontré un calcul semblable, c'est celui de l'arpent à la perche de 19 pieds 4 pouces de roi, non loin de Paris, résolu en montrant qu'il s'agissait de la mise au carré du Joch impérial quand il est donné en 46 080 pieds carrés romains. À Bazas, on a pu calculer différemment qu'à Paris, au pied néo-romain : $\sqrt{45\,000} = \sim 212,132$ pieds néo-romains qui $\times 10/11 = 192,847$ soit ~ 192 pieds 10 pouces qui sont encore 192 pieds 9 pouces 4 lignes à la veille du passage au système métrique. Tout cela est d'une précision ébouriffante, d'autant plus que le calcul a été effectué, c'est visible, au « pied de roi 2 » ($11/10$ du pied néo-romain).

De la même manière que le journal de Bordeaux représente, selon ma lecture, $4/5$ d'un Joch impérial, plusieurs unités de mesure semblent valoir $4/5$ de l'ansange double des temps mérovingiens ou du jugère carolingien, ou bien le double d'une telle mesure. Ainsi à Castillon, l'unité mesure 144×144 pieds de roi qui sont, au compte du « pied de roi 1 » ($\times 10/9$), $160 \times 160 = 25\,600$ pieds carrés néo-romains, les $4/5$ d'une double ansange de $32\,000$ pieds carrés romains ou d'un jugère carolingien de $32\,000$ pieds carrés néo-romains – ces deux unités de mesure étant assez proches pour être confondues ou utilisées pour passer du pied romain antique au pied néo-romain (03.4). À Coutras, Fronsac, Guîtres, Saint-André Cubzac, on a le double de cette mesure, deux fois les $4/5$ d'une ansange double mis en forme de jugère pour $41\,472$ pieds carrés de roi. Si Libourne compte $5/6$ de cette mesure, c'est certainement par une décision d'ordre fiscal. À Puynormand, la mesure serait encore celle-ci, si l'on admet la même substitution de pieds que ci-haut, soit celle d'un pied manuel court (150 lignes de roi) au « pied de roi 1 » néo-drusien (proche, puisqu'il équivaut à $146^{2/3}$ lignes du « pied de roi 3 »). On compte en effet $2 \times 12 \times 12$ perches de $12\,1/2$ pieds de roi qui sont donc de 12 pieds de 150 lignes pour cette mesure, ce qui fait que la superficie est toujours, à ce pied-ci, de $41\,472$ pieds carrés.

En s'éloignant de Bordeaux, à Blaye, en aval, et à Langon, en amont, on rencontre deux expressions, faussées et donc difficiles à décrypter, du Joch impérial entier, plus exactement d'un et de deux Joche : les commissaires convertissent la mesure de Blaye en $34\,734$ pieds carrés de roi, et celle de Langon en $63\,600$ pieds carrés que Brutails corrige en $63\,756$ pi². On remarquera que ces nombres sont loin d'être dans un rapport de un à deux, ce qui montre que les conversions en pieds de roi ne nous renseignent pas mieux sur les origines que celles en métrique si l'on ne va pas un peu plus au fond. Blaye se mesure en $2 \times 10 \times 10$ perches de 12 pieds de Bordeaux (ou 12×6 perches de 20 pieds), ce qui donne à l'unité une forme de jugère, mais ce n'en est évidemment pas un : il n'existe pas de jugères géants. À Langon, la mesure est double, soit 20×20 perches de 12 pieds, ce carré prenant la forme d'un *heredium* de 2 jugères accolés, soit 240×240 pieds. Alors que les deux mesures sont identiques quant à leur configuration, elles n'ont pas la même superficie exprimée en pieds de roi ni en métrique. Cela tient à ce que Langon emploie un pied manuel issu du pied « $24/25$ » Plantagenêt ; si on

lui attribue, comme le fait Brutails, 151 ½ lignes de roi, cela présente l'avantage (et cache l'artifice) de produire le nombre simple de 252 ½ pieds de roi pour 240 de ces pieds. Le commissaire avait plutôt tablé sur 151 ⅓ lignes, ou bien il avait arrondi son résultat. De toute manière, il était rare que l'on tînt compte de différences de cet ordre, et le principal reste le décompte des unités de mesure, qui sont identiques pour les deux localités. Car il faut encore comprendre qu'il y a eu dans les deux cas la même substitution de pieds : un Joch impérial se compose, au pied néo-romain, de $2 \times 150 \times 150 = 45\,000$ pi carrés ; deux Joche en couvrent bien sûr 90 000, un carré dont le côté mesure 300 pieds ; par confusion peut-être, à une époque reculée certainement, on a pensé que ce nombre définissait cette distance en pieds « 24/25 » Plantagenêt et on a voulu les convertir en pieds manuels (6/5 de pied) ; on a alors calculé : $300 \times 24/25 \times 5/6 = 240$ pieds, le côté de ce carré à Langon, alors que l'unité est scindée à Blaye pour 240×120 pieds.

Toujours dans le diocèse de Bazas, à Aillas (où il y a deux mesures, cf. ci-dessus), Castelmoron, Gironde, Lamothe, Pellegrue, une unité renferme 41 684 pieds carrés de roi. Or, nous avons vu, en parcourant la rive droite de l'Isle puis de la Dordogne, une mesure qui renferme 41 472 pieds carrés de roi, analysée pour $2 \times 4/5$ d'ansange double. Est-ce qu'il s'agit de la même unité qu'ici ? Castelmoron utilise, selon les tables, un « pied de roi et une ligne », soit 145 lignes. Guilhiermoz écrit bien que ce pied pouvait être compté à 145 lignes, mais aussi à 146 ; 146,4 ; ou 147 lignes, ce qui est pour lui un pied de 18 doigts, pour nous un « pied de roi 1 » néo-drusien – leurs dimensions sont pratiquement semblables, et tout dépend de la manière de compter. Et c'est cette valeur de 147 lignes que le commissaire a choisie, pour une unité censée couvrir 200×200 de ces pieds : $200 \times 147 \div 144 = 204$ pieds 2 pouces de roi qui au carré = $\sim 41\,684$ pieds carrés, la superficie retenue. Remontons de là : la demi-diagonale de 204 pieds 2 pouces égale, par diverses approximations, tout près de 144, le côté au pied de roi de la demi-mesure de 41 472 pieds carrés ($\div 2 = 20\,736$) remémorée ci-dessus. Ce sont donc bien, selon toute vraisemblance, les mêmes mesures, pour rappel $2 \times 4/5$ d'ansange double. Par quel procédé est-on passé ? Je l'ignore.

Il serait fastidieux de décortiquer toutes les unités de la région présentées ici à titre d'exemples de mesures agraires au pied manuel. Cependant, celles décrites ci-dessus, et par recoupement

celles des tables, montrent nettement que l'on ne rencontre, dans les basses vallées de la Garonne et de la Dordogne, que deux unités de mesure : l'ansange double des temps mérovingiens (le jugère carolingien qui peut l'égaliser numériquement est évanescent) et le Joch impérial (accommodé déjà au pied néo-romain ou au pied « 24/25 » et à la perche des Plantagenêt avant d'être décompté à deux types de pieds manuels). En revanche, l'acre carolingienne (dont je situe l'expansion aux VIII^e-IX^e siècles) et ses avatars en journaux ou arpents qui dominent le paysage normé dans la moitié nord de la France – et aussi plus loin en direction de l'est, dans l'Allemagne méridionale, en Suisse, en Autriche – en est totalement absente. Cela pourrait signifier – car il y a bien une chronologie des mesures – que le Bordelais n'a pas connu, ou a oublié, la période carolingienne et son acre. Ses surfaces agricoles les plus importantes auraient été à nouveau arpentées au moyen et au temps du Joch impérial, sous les Plantagenêt, tandis que ses terres marginales en seraient restées à l'ansange.

Il n'est cependant pas besoin d'aller très loin pour retrouver l'acre : le journal d'Angoulême se donne en 200 carreaux ou lattes, soit aussi en 800 toises carrées de Guyenne (Doursther, *s. v.* ; Charbonnier, 2001 : 17), chaque latte étant donc mesurée en 2×2 toises et chaque toise comportant 6 pieds. Observons que l'on a donné ici aussi une forme et un compte de jugère romain au journal : deux *actus* de 10×10 carreaux, soit 20×20 lattes de 6 pieds, soit aussi 120×120 pieds, montent à 28 800 pieds carrés ; mais il ne s'agit pas d'un jugère antique puisque la toise dite de Guyenne est composée de 6 pieds d'Angoulême, pieds manuels (d'un pied « 24/25 »), convertis en 153 lignes 7 points de roi et de là en 0,346 458 m. Au XVI^e siècle, Vinet donnait ce pied pour 153 lignes du « pied de roi 2 », soit ($\times 3\ 161 \div 3\ 144$) ~ 153 lignes 10 points du « pied de roi 3 » : la pérennité de la mesure du pied est assurée avec une très bonne précision. Ce qui fait du journal d'Angoulême une acre, ce n'est pas seulement sa superficie, proche de l'idéal ($\sim 3\ 457\ \text{m}^2$ pour $\sim 3\ 546\ \text{m}^2$) ; c'est aussi un compte caché : dans l'hypothèse de la présence d'un journal de 40 000 pieds carrés néo-romains qui est une conversion répandue de l'acre (03.1), le côté de l'*actus* serait ici la demi-diagonale de 200 pieds néo-romains, soit $200 \times 7/10 = 140$ pieds de 131 lignes du « pied de roi 2 » (c'est-à-dire du pied néo-romain) qui font 120 pieds de $152^{5/6}$ lignes – plutôt que les 153 lignes indiquées par Vinet : c'est vraiment très proche et probablement identique.

Lyonnais, Dauphiné, Savoie, Piémont

Je ne me suis attardé sur les mesures du Bordelais au sens large que pour l'exemple – la situation étant tout aussi complexe partout – en utilisant au point de départ le travail remarquable de Guilhiermoz et en montrant dans quel sens je l'ai poursuivi, tout en le reprenant carrément sur certains points. Éprouvons ces vues plus à l'est. La région délimitée partage une histoire commune, si l'on remonte au second royaume de Bourgogne issu de la décomposition de l'Empire carolingien puis intégré à l'Empire en 1032 – et je situe la fixation des mesures avant cette date. Cependant, les aires limitrophes qu'il faudrait lui adjoindre pour recomposer cette entité (Franche-Comté, Suisse occidentale, Forez, Vivarais, Provence), n'utilisent pas de pied manuel comme pied agraire. Un tel pied est pourtant connu dans la Bourgogne d'Empire, plus tard Franche-Comté : c'est celui que l'on appelle « pied le comte », converti en métrique pour 0,357 5 m (encore une fois, Guilhiermoz, 1913 : 279-282 pour la notion ; et, p. ex., Clade et Chapuis, dans Charbonnier *et al.*, 2006 : 63, *et alibi*). En revanche, le Piémont l'a utilisé, pour avoir été intégré à la Savoie, probablement.

En considérant ce qui précède, la métrologie agraire de la région « Rhône-Alpes » est en même temps problématique et révélatrice. D'abord, on y utilise un pied manuel qui mesure non pas $\frac{6}{5}$ du pied néo-romain comme le « pied le comte » (ou le « pied terrier » de Bordeaux que nous avons vu), mais plutôt $\frac{6}{5}$ du pied qui mesure $\frac{24}{25}$ du pied néo-romain (ce dont nous avons vu un exemple avec le « pied de ville » de Bordeaux et qui est le pied de Lyon) ; de plus, on n'y rencontre que des conversions de l'acre et du jugère carolingiens (et de l'ansange), et non du Joch, nous allons le voir ; alors qu'à Bordeaux, il y avait ansange et Joch, mais pas d'acre. Qu'est-ce à dire ? D'une part, que les ordres de l'empereur (c'est une façon de parler) ont été observés au moins dans la région centrale du royaume de Bourgogne : utiliser la perche impériale divisée en 25 pieds dont j'ai situé l'apparition au XI^e siècle (04.2) – c'est ce qui est révélateur. D'autre part, que la distribution des terroirs ne fut pas refaite au moyen de la nouvelle unité que cette perche pouvait diviser, le Joch ; or cette perche ne pouvait pas servir à l'arpentage du jugère ou de l'acre avec lesquels elle est incompatible (04.2). Les conversions de ces unités allaient nécessiter des calculs ardu, ou alors des substitutions de pieds faussant les mesures – c'est ce qui est problématique : les unités de

mesure agraires de la région Rhône-Alpes seront généralement « fausses » par rapport à leur modèle. Voyons-en quelques exemples dans cette perspective, à partir de diverses données (Charbonnier, Bonnin, Mouthon, dans Charbonnier *et al.*, 2006), de Guilhiermoz, bien sûr, et de mes résultats (Reguin, 2012b).

Parlons d'abord de la mesure fondamentale. Le pied de Lyon fut évalué à $151^{5/6}$ lignes de roi soit 0,342 512 m au moment du passage au système métrique, alors qu'en 1634, on le donnait pour $151^{1/5}$ lignes – mais du « pied de roi 2 », soit ($\times 3\ 161 \div 3\ 144$) ~ 152 lignes : ici encore, la conservation de la mesure est remarquable. Le pied de Grenoble a, lui, maintenu $151^{1/6}$ lignes, soit à la fin 0,341 m, probablement parce que la réforme du pied de roi de 1668 n'y avait pas suscité d'ajustement – cas fréquent, comme le rapporte Guilhiermoz (1913 : 274). Quant au pied de Savoie, dit « de chambre » (... des comptes, de La Chambre, de Chambéry ?), il a été converti pour 150,45 lignes de roi soit 0,339 389 4 m (Doursther, 1840 : s. v.) et il est donné plus récemment pour 0,339 368 m (Dhélens, 1996 ; Guichonnet, 1942 *et alibi*). Pourtant, Chambéry aurait dû prendre sa mesure à Turin, sa capitale, dont le pied a été considéré comme strictement égal à celui de Lyon, à 0,342 512 m, ce qui est nettement plus fort. Je pense que la différence est due au décalage des conversions dans le temps et à une influence genevoise en Savoie : le pied $24/25$ déductible de de l'aune de Genève le plus sûr aurait donné un pied manuel de 0,339 719 m.

Toujours est-il que toute la région emploie le pied manuel $6/5$ d'un pied $24/25$ de néo-romain, qui mesure idéalement ~ 343 mm (le pied de Lyon) – ou d'un pied romain soit, idéalement toujours, ~ 339 mm (le « pied de chambre » de Savoie). Tout cela laisse en suspens la question de savoir pourquoi ce pied manuel a été choisi comme pied agraire. Question de mode, « qui a influé sur les mesures presque autant que sur les chapeaux », selon la plaisante remarque de Guilhiermoz (1919 : 97). C'est plutôt une question de pouvoir. Le plus influent, de Lyon à Turin, a été très tôt celui de la maison de Savoie, et il ne fut pas que comtal, : il dominait aussi les positions ecclésiastiques à caractère de principautés, beaucoup de ces entités se réclamant de l'Empire. Mais le choix d'un pied manuel de $24/25$ faussait les mesures.

Une bicherée de Lyon forme géométriquement un carré de 14×14 « toises » de $7 \frac{1}{2}$ pieds de la ville, figure déroutante... On ne peut l'expliquer qu'en repartant de la notion d'ansange de 4×40 perches de 10 pieds de type romain soit 16 000 pieds carrés qui peut être la moitié (*l'actus*) du jugère carolingien converti en 32 000 pieds carrés néo-romains (03.4). Transformer cette mesure en un carré équivaut à calculer $\sqrt{16\,000} = \sim 126,491$ et dans le cas présent à éluder la fraction, car $126 \times \frac{5}{6} = 105$ pieds manuels, soit précisément les 14 « toises » de $7 \frac{1}{2}$ pieds de Lyon formant le côté de la bicherée. Ce calcul ne tenait pas compte du fait que ce pied manuel n'avait pas sa pleine valeur, mais seulement ses $\frac{24}{25}$. Il en fut de même, parfois, dans le Bordelais (cf. ci-dessus) – et ailleurs dans le Midi, à Arles, par exemple (cf. plus loin). L'hypothèse qu'il s'agisse ici, au départ, de la conversion du jugère carolingien (au pied néo-romain) plutôt que de l'ansange (au pied romain) est induite par voisinage (le journal de Savoie, que nous allons voir) ; mais il peut s'agir d'une ansange. La bicherée de Lyon a été convertie pour 1 293,392 m², alors que l'actus du jugère carolingien mesure idéalement 1 418,665 75 m². Cet important affaiblissement provient du calcul, qui comporte deux approximations : celle de $\sqrt{16\,000}$ ramenée de 126,491 à 126 ; et l'utilisation d'un pied manuel construit sur le pied $\frac{24}{25}$ plutôt que sur le pied néo-romain entier.

Le journal commun de Savoie découle lui aussi d'un calcul faussé par l'emploi d'un pied de substitution. Son modèle original conservé en Maurienne (berceau historique de la Savoie), de 25 920 pieds carrés, serait l'exacte conversion d'un jugère carolingien s'il était donné au pied néo-drusien ou « pied de roi 1 » puisque $28\,800 \times \frac{9}{10} = 25\,920$ (revoir le développement 03.4) ; mais il est indûment agrandi par l'emploi du « pied de chambre ». Dans le reste de la Savoie, et plus au large, on a procédé à la mise au carré de cette mesure, de façon ingénieuse d'ailleurs : on a – hypothèse qui se vérifie par les nombres ci-après – ajouté un pied carré à la mesure superficielle pour avoir un carré parfait, et $\sqrt{25\,921}$ (pieds carrés) = 161 (pieds linéaires) ; on a alors retranché un pied à ce côté de la mesure pour avoir 160 pieds, nombre beaucoup plus maniable que l'on a divisé en 20 « toises » de 8 pieds : le journal de Savoie comporte bien 20×20 toises de 8 pieds = 25 600 pieds carrés. Il devrait, pour rester le proche équivalent du jugère carolingien dont il est la conversion, être lui aussi décompté au pied néo-drusien – « pied de roi 1 » qui gouverne sa forme originelle. L'imposition du « pied de

chambre » augmente la superficie de l'unité, phénomène combattu par la réduction du nombre de pieds carrés, de 25 920 à 25 600. La superficie passe de 2 837,331 5 m² idéalement à 2 948,381 6 m² (le journal de Maurienne atteint 2 985,236 3 m²).

En revanche, sur d'autres terres qui avaient été savoyardes ou étaient voisines, la seytive de Belley et la pose de Genève, par exemple, se mesuraient de la même façon en 25 600 pieds carrés, très correctement au pied de roi, au départ ; mais ces unités ont pâti du raccourcissement de ce pied, à la fin « pied de roi 3 » (09.2), ce qui en avait abaissé la superficie à 2 701,328 2 m². J'ai déduit de tout cela une influence française en Savoie, durant l'occupation de ce pays de 1536 à 1564 (03.4 ; Reguin, 2012b). Calculées au départ mais tardivement teintées d'arbitraire, les dérives qui affectaient la conversion du jugère carolingien en journal de Savoie, en seytive de Belley ou en pose de Genève étaient en somme de peu d'importance, du point de vue fiscal comme sur le plan du travail de la terre, on en conviendra. Des cas très particuliers peuvent aussi se présenter, par exemple dans le haut Faucigny (Reguin, 2005, re. 2014). Une mine de renseignements sur l'application de l'arpentage en Savoie nous est donnée par les fameux *Cadastrés* du XVIII^e siècle ; je ne peux que renvoyer aux études approfondies qui en ont été publiées : Bruchet (1896, rééd. Mariotte, Gabion, Guichonnet, 1977) ; Guichonnet (1955 *et alibi*) ; Nicolas (1978) ; Savoy (2014).

Une mesure peut être altérée par simple substitution de pieds et sans autre calcul, comme on le voit avec la sétérée la plus répandue de la région de Grenoble. Cette unité était donnée pour 900 toises carrées delphinales de 6 pieds de la ville, soit 32 400 pieds carrés, ce qui est le compte de l'arpent de Paris, qui est lui-même la conversion de l'acre carolingienne au pied néo-drusien ou « pied de roi 1 » (03.2). Ce pied légitime aurait donné 3 546,664 6 m², alors que la sétérée se renforce à 3 767,5 m² avec le pied de Grenoble. On peut penser que le décompte de la mesure (mais non pas la mesure elle-même, cf. ci-dessus) date de la mainmise de la couronne de France sur le Dauphiné. De plus, passées les Alpes, la *giornata* de Turin, qui peut aussi avoir subi une influence française au XVI^e siècle, présentait dans le fond mais seulement depuis ce temps, probablement (cf. 11.2), la même configuration : elle se donnait en 100 tables, carrés de 2 × 2 *trabucs* (perches) de 6 pieds Liprand *altérés* de Turin qui étaient en fait des coudées du pied manuel de Piémont – le même exactement que celui de Lyon ou de

Grenoble (sur ce point Guilhiermoz, 1913 : 293). La perche a donc 6 (coudées) \times $3/2 = 9$ pieds. L'unité renferme ainsi $100 \times 18 \times 18$ pieds, soit $32\,400$ pieds carrés elle aussi – mais des pieds manuels de $24/25$ de pied néo-romain substitués à des pieds néo-drusiens qui auraient dû gouverner le compte de cette unité, laquelle est, encore une fois, l'acre carolingienne en arpent de Paris. La *giornata* de Turin et la sétéree de Grenoble se présentent comme une seule et même unité, identiques dans leur composition et très proches dans leurs dimensions ($3\,767,5\text{ m}^2$ et $3\,800,96\text{ m}^2$, respectivement), l'une soi-disant mesure de travail, et l'autre, d'ensemencement : c'est dire, encore une fois, qu'il ne faut pas se fier au vocabulaire.

Pour le Dauphiné dans son ensemble, l'enquête dite *Révision des feux* conduite entre 1697 et 1706 apporte de précieuses indications (Bonnin, dans Charbonnier *et al.*, 2006 : 170 *sqq.*) : les superficies réelles des parcelles, relevées scrupuleusement, n'étaient pas partout ce qu'elles auraient dû être d'après leur description. Cependant, dans le cas de la sétéree de 900 toises carrées delphinales, les écarts ne sont somme toute pas si importants : une fourchette de 800 à 1 000 toises carrées. On peut penser que le travail de la terre avait, sur une longue période, déplacé quelque peu les limites de ces parcelles ; et que les sétérees mesurant un peu moins que 900 toises carrées gardaient assez bien la superficie qu'elles auraient dû avoir à leur pied d'origine, le pied néo-drusien ($\sim 3\,546,6\text{ m}^2$). On peut encore conjecturer que celles qui, au contraire, étaient plus vastes, pouvaient cacher des Joche impériaux dont la notion s'était ici perdue ($9/8$ de l'acre). Cette unité devrait compter (04.0), au pied néo-drusien, $32\,400 \times 9/8 = 36\,450$ pieds carrés, soit $900 \times 9/8 = 1012\,1/2$ toises carrées. On ne décèle pas, du moins par le calcul, la présence du Joch impérial décompté au pied manuel dans la région circonscrite. La « charge » semble le représenter dans la région de Gap, par exemple, mais elle est répertoriée à la toise de roi ou à celle de la ville. Il y a bien sur des décomptes différents, en 1 200, 1 600 ou 2 400 toises carrées, et qui seraient à analyser à la lumière des définitions d'autres unités, principalement le jugère carolingien, sans doute, mais ces unités sont rares.

Analysons encore la bicherée de Vienne, bien différente de la sétéree de Grenoble, en recoupant les données de Bonin (*loc. cit.*) avec celles du *Tableau comparatif* [...] par l'ingénieur Daussé, de l'An X, que cet auteur utilise également, ce qui produit plusieurs définitions : A. la *Révision des feux* achevée en 1706 donne 369 toises carrées delphinales

mesurées (de 6 pieds de Grenoble) à la bicherée, mais il est clair (problème d'écriture) que la mesure devait être de 360 toises carrées, puisque $360 \times 6 \times 6 = 12\,960$, la moitié de 25 920 pieds carrés, la même conversion du jugère carolingien que l'on voit en Maurienne, avec la même substitution d'un pied manuel (le pied de Grenoble de $151^{1/6}$ lignes de roi = 0,341 m, identique dans son principe à celui de Savoie) au pied néo-drusien ; cela donne $\sim 1\,507\text{ m}^2$ à cette bicherée (qui devrait renfermer $\sim 1\,418\text{ m}^2$). B. La *Table* de l'An X de l'ingénieur Daussé propose $1\,519,4\text{ m}^2$, ce qui est plutôt 400 toises carrées soit 14 400 pieds carrés formant un *actus*, la substitution écartant ici le pied carolingien au profit du pied de roi. C. Dans la région qui fait face à Vienne sur l'autre rive du Rhône, à Sainte-Colombe-lès-Vienne, à Condrieu, par exemple, on donne cette unité en 1 600 pas carrés de 3 pieds de roi, ce qui est toujours 14 400 pieds carrés. D. La même *Table* du même Daussé propose aussi $\sim 1\,674,57\text{ m}^2$ pour Vienne, ce qui est encore la superficie métrique de 400 toises carrées soit 14 400 pieds carrés, toujours un *actus*, mais au pied de Grenoble. La forme *actus*, moitié d'un jugère (carolingien), est présente dans trois cas sur quatre, et sous-jacente à la manière A. ci-dessus, qui est probablement celle que je suppose (puisque $12\,960 \times 10/9 = 14\,400$).

Car en outre, Vienne possédait ses propres mesures, mais son pied, curieusement, ne fut pas utilisé pour ces conversions : il ne devait pas être très sûr. L'Encyclopédie reprise par Panckoucke (1784 : t. 3, s. v. Mesures, p. 170) donnait déjà le pied de Vienne à 143 (sur 144) lignes de roi, soit $\sim 0,322\,6\text{ m}$. Michel (1879 : 117-172), s'appuyant sur les travaux d'Aurès (1866), pensait pouvoir confirmer à Vienne la persistance d'un pied gaulois, ancêtre direct du pied de roi selon eux, en mesurant des monuments, et le donnait à 0,323 m, pratiquement identique. Hormis le fait que le soi-disant pied gaulois n'a plus guère fait parler de lui, une mesure si proche du pied de roi, sans aucune parenté décelable, est fort curieuse. Je conclus alors à une invention : à une date inconnue, quelque comité ou érudit local, fier des origines de la vénérable cité de Vienne, a dû reformuler la description A. pour lui redonner le compte de l'*actus*. Une voie simple pouvait lui convenir : si 360 toises carrées au pied de Grenoble équivalaient pour lui à 400 toises carrées au mystérieux pied de Vienne qu'il recherchait (soit 12 960 pieds carrés à 14 400), le rapport est de 9/10 et le pied linéaire est celui de Grenoble multiplié par $\sqrt{9/10}$, soit en métrique : $0,341 \times \sqrt{0,9} = 0,323\,5\text{ m}$; soit en lignes de roi :

$151^{1/6} \times \sqrt{9/10} = 143^{5/12}$ lignes. C'est ainsi, par hypothèse, qu'un pied de 143 lignes de roi (car on délaissait volontiers les fractions difficiles, au départ ou à l'arrivée, pour ce genre de calculs), pourrait avoir été retenu comme pied de Vienne... Il donne à la bicherée, assez exactement, la superficie de la description A., mais en 14 400 pieds carrés de Vienne inventés ; cette bicherée est probablement, tout comme celle de Lyon, un *actus* (la moitié) du jugère carolingien.

Ce sont donc plutôt le jugère carolingien (les bicherées de Lyon et de Vienne pour sa moitié et le journal de Savoie pour son entier, tout comme la seytive de Belley et la pose de Genève ; revenir à la section 03.4 quant à l'ansange double, alter ego du jugère carolingien) et l'acre carolingienne (la sétérée de Grenoble et la *giornata* de Turin, celles-ci ne provenant peut-être que de l'intervention de la couronne française), qui règnent du Rhône au Pô, unités abusivement décomptées à un pied manuel de 24/25 d'un pied (néo-)romain. On peut ajouter que cette situation confirme ce qui est avancé dans cet essai : une terre une fois arpentée le reste à l'unité d'origine ; et l'ansange ou le jugère carolingien mesurent sans doute des terres cultivées en continu depuis la fin de l'Antiquité, ici les courtes plaines et plateaux accessibles, les basses vallées ; l'acre s'utilise sur des aires réorganisées au début des temps carolingiens, moins favorisées ; quant au Joch impérial, qui est en principe la mesure des gains ultérieurs sur les terres incultes, on ne le rencontre ici que marginalement, dans les hautes vallées ou sur des sols ingrats.

10.2. Mesures décomptées à divers empan

Il a été rappelé, au début de ce chapitre, que la mesure linéaire usuelle du Midi est la canne ; celle-ci est dans la règle composée de 8 empan ; ces empan – soit *pans*, *palms* ou *palmi* – mesurent invariablement les trois quarts du pied ; ce qui fait que la canne est composée de $8 \times 3/4 = 6$ pieds, soit 4 coudées : c'est encore une fois l'envergure (la mesure des bras étendus en croix) du canon de Polyclète, mesure valable quant à la stature humaine, au pied gréco-romain de 16 doigts, mais moins pertinente avec d'autres pieds. L'empan de la canne n'est donc jamais une paume ou petit palme antique, mais bien toujours le grand palme – figurément, la mesure de la main étendue –, soit les 3/4 du pied ; il se trouve, par un rapport tout aussi intangible, valoir la moitié de la coudée qui renferme, elle, un pied et demi, et il existe autant d'empan que de pieds. Plus au nord, la canne s'appelle toise, cette mesure courante comportant également 6 pieds, en principe, qu'ils soient du type romain ou d'un autre – de roi, par exemple. En revanche, si l'empan existe bien dans le Nord de l'Europe (angl. *span*, all. *Spanne*), il n'y est pas employé pour arpenter les champs. À Byzance, la mesure équivalant à la canne, l'orgyie, pouvait aussi être composée de 8 empan (*spithamai*) ; mais il faut rappeler que l'*orgyia geometrikè*, celle qui servait à arpenter les champs, comportait non pas 8 mais 9 empan ; elle était cependant elle aussi une canne régulière, car ces empan proviennent du pied byzantin, et : $9 \text{ (empan)} \times 3/4 \text{ (du pied)} \times 8/9 \text{ (rapport entre pied ordinaire et pied royal byzantin soit pied manuel)} = 6 \text{ pieds manuels (01.3)}$. On a construit toutes sortes de cannes et de perches sur l'empan...

Toulouse et sa région

Guilhiermoz (1913 : 297 sq.) a reconnu, avec une perspicacité remarquable, le jugère carolingien (cf. 02.3 ; 03.4), caché sous les mesures agraires les plus caractéristiques de la région de Toulouse, où commence l'usage méridional de l'empan. Il établit premièrement que la perche de 14 empan qui servait à mesurer l'arpent de Toulouse contenait en fait 10 pieds « carolingiens ». (Étonnamment, Guilhiermoz n'a nulle part écrit, sauf erreur, que son pied carolingien est le pied byzantin.) Passant d'abord par sa dimension à partir d'un mesurage

d'étalons effectué en 1754, il relève, partant de la canne de 8 empans, que celle-ci mesurait $796^{1/6}$ lignes de roi, soit 1,796 016 m ; la perche de 14 empans aurait donc dû mesurer $796^{1/6} \times 14/8 = 1\,393\,7/24$ lignes, soit $1,796\,016 \times 1,75 = 3,143\,028$ m – quelque 5 mm de plus que 10 pieds carolingiens idéaux (3,138 765 m) : c'est un demi-millimètre de plus par pied, et il est tentant de s'y rallier, d'autant plus que c'est la dimension retenue pour la perche de Toulouse simplifiée à 3,143 m pour sa transposition en métrique (Doursther, 1840 : s. v.).

Or, l'étalon de cette perche, fixé sur le même monument de la ville, alignait des empans un peu plus forts, selon l'expertise effectuée en 1754, ce qui donnait une perche plus longue dans la proportion de 2 711 pour 2 688. Il faut lire 2 712 (probable *lapsus calami*) et comprendre que 2 688 représente 14 empans divisés chacun en 192 parties (12×16 , division on ne peut plus régulière), soit : $2\,688 \div 192 = 14$ empans finis. Et par suite, que la perche a été mesurée pour $2\,712 \div 192 = 14^{1/8}$ empans. Pour Guilhiermoz, il y a là une imprécision due à la grossièreté de l'étalon, mais il sait aussi que les empans de la perche sont artificiels. Or c'est l'indication formelle que cette perche avait été établie non pas sur 14 empans de la canne, mais selon le calcul : 10 (pieds carolingiens) $\times 16/15 = 10\,2/3$ (pieds de type romain) $\times 4/3 = 14^{2/9}$ empans (de type romain, ceux de la canne de Toulouse, précisément), ce qui est assez proche de $14^{1/8}$.

Mais, de cette manière, la perche renfermait $1,796\,016$ m (la canne) $\times 14^{1/8} \div 8$ (empans) = $\sim 3,171\,1$ m, notable différence avec la dimension retenue pour sa conversion en métrique, de 3,143 m. Il suffit d'observer que cette perche de 10 pieds carolingiens « cachés », un peu longs à $\sim 0,317\,1$ m, les fait remonter ($\times 15/16 = \sim 0,297\,3$ m) à un pied néo-romain qui dut servir à les ajuster ainsi, parce que c'était le pied de type romain que l'on connaissait à Toulouse. Au moment des conversions en métrique, on dut comprendre ce fait et redonner à la perche une dimension plus acceptable. La logique du calcul (plus que la précision des mesurages ou celle des étalons) était donc sous-jacente, et l'hypothèse de Guilhiermoz, de l'usage à Toulouse d'une perche de 10 pieds carolingiens, parfaitement justifiée.

Car l'arpent de Toulouse formait un carré de 24×24 perches, soit 240×240 pieds carolingiens, 57 600 pieds carrés, tel un *heredium* composé de deux jugères. Outre le fait

qu'elle est largement répandue (02.3 ; 08.2), cette configuration est à comparer avec celle de plusieurs arpents de la région, dont notre auteur a recueilli la description dans le *Supplément au Glossaire* de Du Cange publié par les Bénédictins (et Dom Pierre Carpentier) avant d'être intégré dans l'édition de Léopold Favre. L'arpent de Gimont (département du Gers) était le double de celui de Toulouse, se composant au XVIII^e siècle de 4 cazaux de 288 perches carrées de 14 empan de côté, perches de Toulouse (donc de 10 pieds carolingiens) soit 115 200 pieds carrés, ou deux fois 57 600, ou quatre fois 28 800.

Et surtout, précieuse indication, le même arpent de Gimont se composait au XIII^e siècle de 2 048 escats, ce mot régional désignant une perche carrée par analogie avec une case du jeu d'échecs, selon Guilhiermoz (1913 : 303), mais ceux-ci de 10 empan. Il faut considérer que cela revient exactement au même, car cela montre que l'on employait encore l'empan du pied carolingien : 10 empan font 7 ½ pieds (c'est une demi-perche carolingienne) dont le carré multiplié par 2048 égale précisément 115 200 pieds carrés. De plus, dans plusieurs chartes de fondation de bastides du Gers au XIII^e siècle (Sainte-Gemme, Saint-Martin-Viague, Barran), la perche est dite de 5 coudées : or ce sont aussi 10 empan. Et l'arpent doit mesurer 32 × 64 perches qui forment les mêmes 2 048 perches carrées. Il y a donc bien, dans la région élargie, des mesures prescrites d'un (Auch), de deux (Toulouse) ou de quatre (Gimont) jugères carolingiens. Dans les recensions de mesures converties au système métrique (Poitrineau, 1996 : « Gers »), l'arpent type de Gimont, répandu, est attribué à Lartigole.

Mieux encore, de telles unités ont été reconnues sur le terrain par Lavigne (2002 ; 2003), dans son remarquable travail de morphologie agraire. À partir d'anciens cadastres et de photographies aériennes, différents filtrages optiques et outils mathématiques lui ont permis d'identifier des fréquences significatives dans les dimensions des parcelles. À Trie-sur-Baïse (département des Hautes-Pyrénées), par exemple, leur modèle va par rectangles de 37,5 × 75 m où l'auteur reconnaît 120 × 240 pieds de 0,312 5 m qui sont à l'évidence des pieds carolingiens – moins forts que ci-dessus parce qu'ils n'étaient pas ajustés au pied néo-romain, mais (× 15/16) à un pied romain de ~ 0,293 m encore très admissible. Il s'agit donc de jugères carolingiens inchangés prescrits lors d'un lotissement, au XIII^e siècle. Sur le terroir restitué de la bastide, les parcelles présentant les occurrences les plus nombreuses montrent des limites

compatibles avec le modèle d'un jugère, fréquemment doublé. Et enfin, les Tables de conversion nous apprennent que l'arpent de Trie a été compté exactement comme celui de Gimont, c'est-à-dire comme 4 jugères carolingiens.

On trouve donc, dans la région toulousaine, plus que la confirmation de l'existence du jugère carolingien. Cette unité était bien mesurée, à l'origine, à la coudée ou à l'empan d'un pied qui vaut 16/15 du pied de type romain, unités provenant de Byzance et adoptées par la métrologie carolingienne : cette coudée byzantine est le « pied Liprand » décelé dans le Nord de l'Italie dès la période lombarde ; cet empan, sa moitié, est le *palm* sous-jacent aux plus anciens décomptes de la région parcourue ; et enfin le pied carolingien, ici sous-jacent, commande la métrologie médiévale dans son ensemble : c'est le pied dit de Leyde, plus tard de Prusse, et c'est de lui que sont issus les pieds néo-romain et « de roi 1 » néo-drusien ; et d'où dérivent encore le pied « 24/25 » de néo-romain et donc le pied d'Angleterre (chap. 02, 03, 04, 05).

De plus, les « super-mesures », ici de deux ou de quatre jugères, nous ramènent à la notion de bonnier, dont c'est le fondement, et nous pouvons opérer un rapprochement entre elles et la toute première mention connue *et* du bonnier *et* du manse, de 656, déjà citée (Lauer et Samaran, 1908, n° 8 ; D Merov 20) : « *Terra ad ipso manso aspiciente bunoaria xv* ». Quinze bonniers formés de deux arpents de Toulouse ou d'un seul arpent de Gimont, c'est-à-dire de quatre jugères carolingiens, seraient exactement le manse carolingien de 12 bonniers de 4 acres/journaux dont j'affirme qu'il égalait pour le compte le *sors* antique d'un tiers de centurie du cadastre romain (chap. 06). En jugères : $15 \times 4 \times 28\,800 = 1\,728\,000$ pieds carrés ; exactement comme, en acres, $12 \times 4 \times 36\,000 = 1\,728\,000$. En reconfigurant au pied néo-romain : $1\,728\,000 \times 10/9 = 1\,920\,000$ pieds carrés, ce qui est (numériquement) le tiers d'une centurie romaine de 5 760 000 pieds carrés. Avec les mesures de la région toulousaine, on touche aux origines de la métrologie médiévale et moderne.

Le Midi en tous sens

En s'éloignant quelque peu de Toulouse, on rencontre donc des unités de mesure identiques à celles de cette ville, jugères carolingiens simples ou multiples, avec les « arpents » décrits à leur origine médiévale pour quelques bastides du département du Gers (Guilhiermoz, *loc. cit.*

supra) et avec l'analyse morphologique contemporaine dans celui des Hautes-Pyrénées (Lavigne, 2002, 2003 *et alibi*). Or, exemple parmi bien d'autres, les Tables de conversion au système métrique utilisées par Poitrineau (1996) pour ces deux départements, en relevant des quantités d'unités de mesure et en les présentant commune par commune, poussent jusqu'à la caricature l'idée trompeuse de mesures locales. Si plusieurs unités restent énigmatiques, la plupart d'entre elles pourraient être ramenées à celles ici décrites, en regroupant leurs partitions, multiples et modulations coutumières à leurs 4/5 ou 6/5, ou autres arrangements. Poursuivons à grands traits, plus au large.

Dans le département de l'Ariège, on trouve, entre autres, la même unité qu'à Gimont : un arpent en 1 152 perches carrées de 14×14 emfans de Toulouse = 225 792 emfans carrés. Or, nous avons vu que ces perches renferment 10 pieds carolingiens, donc nous avons là aussi quatre jugères bien formés de $1\ 152 \div 4 = 288$ perches carrées de 10×10 pieds = 28 800 pieds carrés. De plus, cet arpent est identique à une sétérée de la même région qui se compose de 3 528 cannes carrées de 8×8 emfans, soit également 225 792 emfans carrés, le même nombre exactement. Une fois encore, les termes sont trompeurs : la même unité porte ici le nom d'une mesure à la semence, la sétérée ; et là, celui d'une mesure géométrique, l'arpent.

Plus étonnant, dans la vallée même de l'Ariège, on semble avoir conservé le jugère et l'*heredium* romains antiques : très haut, à Ax, avec 800 cannes carrés, nous lisons 2 *actus* de 400 cannes carrés soit 20×20 cannes chacun ; or une canne de 8 emfans comporte ($8 \times 3/4 =$) 6 pieds et $20 \text{ cannes} \times 6 \text{ pieds} = 120$ pieds dont le carré pris deux fois égale 28 800 pieds carrés : c'est un pur jugère à l'antique, la canne d'Ax mesurant 1,786 m, soit 6 pieds néo-romains très bien dimensionnés à 0,297 666 m. Plus haut encore, à Quérigut, on attribue 960 cannes carrées à la mesure, c'est-à-dire ses 6/5, respectant un allègement fiscal traditionnel déjà commenté. Plus bas dans la vallée, à Foix, à Pamiers, mais aussi ailleurs, on a une curieuse mesure de 1 640 cannes carrées. Il ne peut s'agir que d'un arrangement de la mesure de 1 600 cannes carrées qui existe aussi, soit un *heredium* à l'antique, avec un « bonus » donnant 40×41 cannes ou $(40 \times 40) + 40$. La mesure de 1 600 cannes carrées elle-même est parfois comptée pour 100 perches carrées de 22 pieds de roi, ce qui est parfaitement équivalent, l'arpent de roi étant, je l'ai redit (09.3), une restitution de l'*heredium* romain. Ces

mesures de l'Ariège pourraient en être aussi, ou bien cacher le jugère carolingien à cause d'une substitution du pied de la canne (néo-romain) au pied agraire originel (carolingien), car à vrai dire la conservation de la mesure antique est surprenante.

En revenant vers les Hautes-Pyrénées, on trouve également des unités de 800 cannes carrées, mais aussi de 1 200, 2 400, 3 200 et 4 000 cannes carrées – soit 1 ou 1 ½ ou 3 ou 4 ou encore 5 jugères – antiques ? On y voit aussi, en 16 lattes de 18 escats de 14 empans de côté (c'est donc la perche de Toulouse cachant 10 pieds carolingiens), le jugère *carolingien* : $16 \times 18 \times 10 \times 10 = 28\,800$ pieds carrés. À son compte en cannes carrées relevé non loin, cette mesure en renferme 896. Et en effet, $896 \times 8 \times 8 = 56\,448$ empans carrés, exactement comme, à la perche de 14 empans, $16 \times 18 \times 14 \times 14$ font 56 448 empans carrés. On découvre encore plusieurs fois ce nombre et son double dans les Tables du département, donc des unités de deux ou de quatre jugères carolingiens, comme ailleurs dans la région.

Différemment, toutes les cannes du département des Pyrénées atlantiques ont conservé le pied carolingien, s'étageant entre entre 1,850 et 1,888 m – l'idéal étant, pour 6 pieds carolingiens, 1,883 259 m. On pourrait avoir ainsi la chance de rencontrer des données d'origine, mais les mesures paraissent avoir été passablement arrangées peu avant le passage au système métrique. Ainsi on trouve (type de Garris) un pur arpent de Paris mesuré non pas à une canne en usage dans la région mais au pied de roi, en 144 perches carrées de 15 pieds de côté plutôt qu'en 100 perches de 18 pieds de côté : dans les deux cas, 32 400 pieds carrés.

L'arpent du type de Pau est un carré renfermant 12×12 escats. L'escat est ici le carré de 22 empans (carolingiens de la canne), soit $16 \frac{1}{2}$ pieds, et l'unité de mesure se présente ainsi en 198×198 pieds. C'est une simplification parce que, pour retrouver la mesure du Joch impérial dont cette résolution s'approche en pieds carrés (39 204 pour 40 500) comme en métrique ($3\,800 \text{ m}^2$ pour 3 990), il faudrait que l'escat ait un côté de 22 empans *et une fraction*, car, au pied carolingien, $(\sqrt{40\,500 \times 4/3})^2 \div 144 = \sim 22^{9/25}$ empans. On a pu simplement supprimer la fraction, comme on l'a fait à Lyon (10.2) ; ou alors la conversion est mal retranscrite, la mesure étant bien de 72 000 empans carrés selon le même calcul.

L'arpent du type de Bardos est au contraire un peu plus vaste (4 190 m²) que son modèle : il est construit en 360 perches carrées, sur une perche convertie au pied de roi pour 1 toise 4 pieds et 6 pouces, soit 126 pouces... S'il s'agit bien du Joch impérial originel de 180 perches carrées, mettons que l'on ait voulu les dédoubler pour en former 360. Il faut donc calculer la demi-diagonale de la perche soit, en termes « médiévaux », $15 \times 7/10 = 10 \frac{1}{2}$ pieds *carolingiens* à la perche dédoublée, alors que nous avons, avec 126 pouces de roi, $10 \frac{1}{2}$ pieds *de roi*. Il y a donc eu substitution arbitraire, sans doute tardivement. Ce petit détour vers l'est fait voir que l'acre et le Joch sont tout de même présents dans le Midi pyrénéen : la réorganisation des VIII^e-IX^e siècles, avec l'acre, et la conquête des terres nouvelles des XI^e-XII^e siècles, avec le Joch, laissent ici leur marque.

Repassons au nord de Toulouse : convertie à partir de 816 lignes de roi (1,840 757 m), la canne de Montauban (dpt du Tarn-et-Garonne) montre une hésitation entre la mesure de 8 empans soit 6 pieds carolingiens affaiblis (idéalement 1,883 259 m) et celle de 8 empans soit 6 pieds néo-romains forcés (idéalement 1,786 616 4 m). Cela produit des unités de mesure agraires quasi indécidables. Partons du système de Nègrepelisse, dont la gigantesque sétérée se donne en 1 024 lattes carrées de 20 × 20 empans. D'autres expressions de la même unité se rencontrent dans les alentours : 1 600 lattes carrées de 16 × 16 empans ; ou 6 400 cannes carrées de 8 × 8 empans : dans les trois cas, ce sont 640 × 640 empans soit 480 × 480 pieds = 230 400 pieds carrés.

Ce qui fait penser à un calcul au pied romain, c'est que ce nombre de pieds carrés composerait rigoureusement 8 jugères romains antiques de 28 800 pieds carrés et en même temps 5 Joche impériaux de 46 080 pieds carrés. J'ai relevé ce rapport 8/5 qui explique le rôle dévolu au Joch : servir de lien entre les mesures romaines et les mesures carolingiennes (02.3). Il existe plusieurs sous-multiples de cette unité dans le département, mais Montauban même a une curieuse mesure de 2 640 cannes carrées : ce sont 660 lattes de 16 × 16 empans soit 12 × 12 pieds, ce qui monte à 95 040 pieds carrés, et il ne peut s'agir que d'un arrangement comme nous en avons déjà vu : ici, 3 jugères (romains ou carolingiens ?), soit 6 *actus* (de 100 lattes carrées chacun = 14 400 pieds carrés) sont augmentés à leurs 11/10 – peu sûr, avouons-le.

La sétérée de Moissac détient le record absolu de superficie pour une unité de mesure agraire : plus de 3 hectares, 31 485 m². Elle est décomptée en 1 800 lattes carrées de 18 empan de côté soit 583 200 empan carrés = 328 050 pieds carrés. Observons que ceux-ci forment 18 unités de mesure en carré de 135 × 135 pieds, ce qui est le compte du Morgen carolingien, moitié du Joch, autrement dit 9 Joche, mais au pied néo-drusien (04.0). Nous comprenons qu'il y eut substitution : délaissant d'ailleurs la canne de Moissac (à Moissac !), peut-être au pied néo-romain avec 1,804 7 m, trop courte en effet, on était allé chercher celle de Castelsarrazin, plus longue et carolingienne avec 1,858 8 m, alors qu'il aurait fallu prendre celle également voisine de Dunes : 1,949 m soit 6 pieds de roi qui ont été, dans leur premier état, néo-drusiens, pour que la mesure soit parfaite.

Plus à l'est, intéressons-nous au département du Tarn ; non pas à l'unité d'Albi, le chef-lieu, qui n'est utilisée que dans deux communes, mais à deux autres unités, assez fréquentes et que j'analyse comme une seule grande mesure : sa conversion oscille entre 11 724 m² et 11 613 m². Elle se donne de trois manières : en 3 600 cannes carrées de Toulouse ou – c'est important – « supposées de Toulouse » ; en 900 perches carrées de 16 pans de Toulouse, ce qui est identique ; en 3 000 cannes carrées de Toulouse selon les tables retranscrites par Poitrineau, mais assurément de Narbonne, selon la conversion métrique : $11\,613 \div 3\,000 = 3,871$ m² pour la canne carrée – sa mesure linéaire est $\sqrt{3,871} = 1,967\,486$ m. Or, c'est la canne de Narbonne qui a été convertie pour 872 lignes de roi soit 1,967 083 m (6 pieds néo-drusiens, un peu faibles à 0,329 347 m), alors que la canne de Toulouse est très nettement plus courte avec 796 ^{1/6} lignes de roi soit 1,796 016 m (6 pieds néo-romains à 0,299 336 m forts). Au vu des comptes de cette grande « sétérée », je pense, d'un côté, que la canne « supposée de Toulouse » était à l'origine la canne de Montauban, mal mesurée mais peut-être bien décomptée, quand elle le fut, au pied carolingien ou, de manière indécidable, au pied de type romain, nous l'avons vu. Car, à 36 pieds carrés, 3 600 cannes carrées égalent 129 600 pieds carrés, unité de mesure qui rassemble 9 *actus* de 14 400 pieds carrés chacun, soit 4 ½ jugères de 28 800 pieds carrés, ou mieux 4 mesures des 4/5 du Joch impérial, l'unité vue à Bordeaux (10.1), cela au pied carolingien.

D'un autre côté, on peut poser l'hypothèse que la canne « supposée de Toulouse » est une mesure artificielle provenant d'un calcul théorique destiné à effectuer une conversion. En effet, 3 000 cannes carrées de Narbonne font 108 000 pieds carrés néo-drusiens. Il y a un « truc » pour que ce nombre égale justement $5/6$ de 129 600 : on a mis le pied néo-romain de Toulouse dans un rapport artificiel, quant à son carré, avec le carré du pied néo-drusien utilisé à Narbonne, puisque ce rapport est mathématiquement $81/100$, pour des pieds linéaires dont le rapport est $9/10$ (03.4). Pour cela, on a dû se servir des évaluations en lignes de roi des deux cannes, mentionnées plus haut : 872 (Narbonne) \div 796 (Toulouse) = $\sim 1,095\,477\,3$ dont le carré est $1,200\,070\,5$. (Le même rapport calculé avec $796^{1/6}$ lignes de roi pour Toulouse donne $\sim 1,199\,568\,1$.) Arrondi à $1,2$ soit $6/5$, c'est le rapport établi entre les expressions de la même unité en cannes de Narbonne et en cannes « supposées de Toulouse », que je peux désormais qualifier d'« inventées ». Le résultat est que le pied néo-drusien de Narbonne, de $0,329\,347\,1\text{ m} \times \sqrt{5/6} = 0,300\,651\,3\text{ m}$, pied qui aurait composé ($\times 6$) la canne « supposée de Toulouse » pour $1,803\,907\,8\text{ m}$, alors qu'elle est donnée ici pour $1,805\text{ m}$, ce qui est pratiquement identique – mais différent de la « vraie » canne de Toulouse ! Un tel calcul ne peut dater que de peu avant l'instauration du système métrique.

En conclusion de ce dernier exercice, je dirais que les deux analyses ne sont pas absolument contradictoires, parce que des substitutions de pieds ont pu avoir lieu à toutes les époques et que des calculs ont été faits et refaits jusqu'au temps des conversions dans le système métrique. Cela vaut pour l'ensemble de la région nommée jusque naguère Midi-Pyrénées que nous venons de parcourir à grandes enjambées. La mesure dominante semble bien être le jugère carolingien, le plus souvent groupé en unités de deux et de quatre jugères, ou plus, ce qui pourrait ouvrir la porte à une étude renouvelée des allocations de terres correspondant, dans le Midi, aux manses du Nord de la France.

Languedoc largement

Abordons l'ancienne région du Languedoc-Roussillon à Carcassonne, préfecture de l'Aude, dont la mesure, répandue, contient 256 perches carrées de 16 empan de la ville (3,570 m), ce qui donne un carré de 256×256 empan et donc de 192×192 pieds (ide type néo-romain à

0,297 450 m). Ce sont donc $8 \times 8 = 64$ perches impériales carrées de 24 pieds de côté, les 4/5 du Joch impérial, exactement comme à Bordeaux (10.1).

Castelnaudary entretient de son côté une unité très intéressante de 361 perches carrées de 14 empan de Carcassonne (3,124 m) qui sont de par cette dimension la marque de 10 pieds carolingiens comme à Toulouse – ici à 0,312 4 m, un peu courts mais admissibles. En effet, cette lecture reprend l'annonce que j'en avais faite – avec l'exemple apparenté du journal de Bourgogne (03.3) – en montrant que les pieds néo-drusien, carolingien et néo-romain pouvaient être placés, par simplification, dans le rapport de 18 à 19 et de 19 à 20. Et ici nous avons bien une unité de $\sqrt{361} = 19 \times 19$ perches de 10 pieds carolingiens qui permet, par approximation, de se représenter une acre en un carré. Cela équivaut à 18×18 perches de 10 pieds néo-drusiens, soit 32 400 pieds carrés (c'est l'arpent de Paris) ou à 20×20 perches de 10 pieds néo-romains, soit 40 000 pieds carrés, conversion courante, en journal, dans le Nord de la France, mais aussi en Allemagne méridionale, de l'acre carolingienne.

Ainsi, en étudiant le carroyage de la bastide de Saint-Denis, J.-L. Abbé (1995 : 114 *sqq.*) peut bien avoir raison de supposer qu'il est réglé sur la sétérée de Castelnaudary ; mais comme c'est une fondation royale, il pourrait bien l'être sur l'arpent de Paris, qui est la même acre carolingienne mise au carré (03.2). Différente, la mesure de Narbonne, cité pourtant chargée d'histoire, semble mal documentée et je passe tout droit.

L'acre carolingienne, nommée journal, est aussi la principale unité de mesure agraire dans le département des Pyrénées-Orientales. Elle est comptée en 900 cannes carrées de Montpellier – celle-ci, très importante, imposée dans beaucoup de régions du Midi, était à l'évidence et très sûrement mesurée à un empan tiré du pied néo-drusien : 881 lignes de roi soit $\sim 1,987\ 385\ 4$ m font six pieds de $\sim 0,331\ 231$ m alors que la valeur métrologique de ce pied est 0,330 854 8 m. Ainsi se présente l'un des comptes possibles de l'acre reconvertie, remémorés ci-dessus, puisque 900 cannes carrées font 30×30 cannes de 6 pieds soit 18×18 perches de 10 pieds néo-drusiens – ou, encore une fois, 10×10 perches de 18 pieds, ce qui est le décompte de l'arpent de Paris, lequel est dit aussi parfois de 900 toises carrées, autre convergence, s'il était encore besoin d'en relever.

Dans l'Hérault, bien moins simplement, l'unité de mesure agraire, à Montpellier même, présente l'incroyable décompte de 358 cannes carrées et $56 \frac{3}{4}$ empans carrés. Il faut le déchiffrer en 75 dextres carrés de $17 \frac{1}{2}$ empans de côté, ce qui n'est guère plus éclairant : ce sont toujours $22\,968 \frac{3}{4}$ empans carrés... Un dextre serait à l'origine un instrument d'arpentage fait de deux cannes articulées (Guilhiermoz, 1919 : 95, n. 4), et il aligne normalement 16 empans. Ce dextre de $17 \frac{1}{2}$ empans n'est donc qu'une mesure de compte. La dimension métrique de la sétérée de Montpellier, convertie en $1\,417,52 \text{ m}^2$, est quasiment celle de l'*actus* du jugère carolingien, idéalement $1\,418,263\,5 \text{ m}^2$, et je suppose leur identité – sans avoir retrouvé de cheminement convaincant.

Cependant, cette mesure n'est employée que dans 11 des 333 communes du département de l'Hérault. La mesure la plus répandue (dans 130 communes) renferme 625 cannes carrées. Cela paraît plus simple : un carré de 25 cannes de côté, soit de 200 empans ou encore de 150 pieds, soit 22 500 pieds carrés. Comme c'est le décompte du Morgen (la moitié) du Joch impérial au pied néo-romain (03.5 ; 04.0), je suis enclin à l'y reconnaître, en supposant une substitution arbitraire de pieds, de néo-romain à néo-drusien, pied de la ville. Car la mesure la plus répandue en second ici (dans 72 communes) est bien ce même Morgen, restitué avec exactitude, sans substitution de pied : $506 \frac{1}{4}$ cannes carrées font 32 400 empans carrés, c'est-à-dire une figure de 180×180 empans, donc de 135×135 pieds de la canne, néo-drusiens, soit ($\times 10/9$) 150 pieds néo-romains qui au carré sont 22 500, le compte et, ici, la superficie exacte du Morgen, moitié du Joch impérial.

Avant de franchir le Rhône, tentons encore de comprendre quelques aspects des mesures agraires du département du Gard. La plus répandue d'entre elles, utilisée dans plus de 150 communes (Charbonnier, 1994 : 156) sur quelque 350, est en fait la même que ci-dessus (Hérault), mais comprise différemment. Cette sétérée comporte 100 dextres carrés dits ici vestissons, le dextre linéaire alignant 18 empans, ce qui donne également 32 400 empans carrés. Il s'agit d'empans du pied néo-drusien de la canne de Nîmes ($\sim 1,976 \text{ m}$; le pied mesurerait $0,329\,333 \text{ m}$, très peu au-dessous de l'idéal $0,330\,854\,8 \text{ m}$) et nous pouvons calculer : $18 \text{ (empans)} \times \frac{3}{4} = 13 \frac{1}{2}$ (pieds néo-drusiens) $\times \frac{10}{9} = 15$ (pieds néo-romains). L'unité renferme 10×10 dextres, ce sont donc bien 150×150 pieds néo-romains, soit

22 500 pieds carrés, le compte du Morgen, moitié du Joch impérial. La sétérée de Nîmes a été convertie pour $1\,999,5\text{ m}^2$, alors que la valeur idéale du Morgen est de $\sim 1\,995\text{ m}^2$, très proche. L'une des salmées (le mot signifie « charge ») du département renferme quatre de ces sétérées ($7\,998\text{ m}^2$), soit deux Joche impériaux (idéalement $7\,980\text{ m}^2$). Mais les autres unités de mesure du département du Gard sont plus énigmatiques.

La salmée la plus usitée (dans 115 communes, écrit Charbonnier, 1994 : 156) a été convertie pour $6\,319\text{ m}^2$. Or, cette superficie n'est atteinte que si l'on utilise la canne la plus sûre, c'est-à-dire celle de Montpellier de $\sim 1,987\,385\,4\text{ m}$. Elle peut s'abaisser jusqu'à $\sim 6\,200\text{ m}^2$ ou s'élever à $\sim 6\,400\text{ m}^2$ selon la variance des étalons des cannes locales, de $1,968\text{ m}$ à $2,015\text{ m}$ – qui ne sont différents que par le fait de leur état matériel, nous allons encore le comprendre – et ce sont alors 130 communes qui utilisent cette même salmée. Dans tous les cas, encore faut-il l'observer, celle-ci est formée de 1 600 cannes carrées. Elle se décompte, selon les lieux :

- A. en 10 éminées de 10 vestissons soit 100 vestissons de 4×4 cannes ;
- B. en 8 éminées de 8 boisseaux de 4 leydiens soit 256 leydiens de $2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2}$ cannes ;
- C. en 8 éminées de 2 carterées de 4 boisseaux de 4 leydiens soit 256 leydiens de $2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2}$ cannes ;
- D. en 4 sétérées de 4 éminées de 4 boisseaux de 4 leydiens soit 256 leydiens de $2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2}$ cannes ;
- E. en 4 sétérées de 4 carterées de 25 dextres de 2×2 cannes.

Remarquons en passant que les sous-unités censées correspondre à des quantités de semence (éminée, boisseau) varient arbitrairement du simple au double dans ces décomptes, et il faut bien entendu revenir à la géométrie. Cette salmée est un carré de 40×40 cannes, soit de 320×320 empan, soit aussi 240×240 pieds néo-drusiens : c'est un *heredium* formé de deux jugères, probablement carolingiens, et il y a eu, tout aussi probablement, substitution de pieds, de carolingien à néo-drusien, donc en faveur du pied de la ville.

C'est à Nîmes même, d'ailleurs, que le problème est le plus ardu. Arrêtons-nous un instant sur la question de la ou plutôt des deux cannes de Nîmes, que nous avons creusée au cours d'une

discussion avec Eric Fernie à partir de son article (rééd. 1995) sur les mesures des tissus fondé sur la *Practica* de Pegolotti (v. 1340). Je reprends ci-dessous des conversions de Pegolotti relevées par Fernie, en utilisant aussi des données tirées de Doursther (1840), Martini (1883), Guilhiermoz (1919), Charbonnier (1994), arrondies ici au millimètre inférieur. D'une part, Pegolotti considère comme égales les cannes de Nîmes et de Montpellier. Et en effet cette égalité est attestée depuis Philippe III le Hardi, qui l'exigea afin que la place de Nîmes pût concurrencer, auprès des marchands italiens, celle de Montpellier qui ne lui appartenait pas (Guilhiermoz, 1919 : 19). La discordance des deux valeurs à la fin – Montpellier : 1,987 m ; Nîmes : 1,976 m – est donc accidentelle. Mais, d'autre part, Pegolotti écrit aussi que 10 cannes de Florence (converties pour $2,334 \text{ m} \times 10 = 23,345 \text{ m}$) valent $11 \frac{1}{4}$ cannes de Nîmes, et la division donne 2,075 m. Et il écrit encore que la canne de Nîmes équivaut à $2 \frac{1}{2}$ aunes de Champagne (de Provins) ; celle-ci mesurant 0,828 m, cela donne 2,070 m. Et encore que la corde de Nîmes composée de 6 cannes égale $19 \frac{1}{2}$ *braccia* de Venise ; celui-ci attesté à 0,638 m porte la mesure ainsi comparée de la canne de Nîmes à $\sim 2,076 \text{ m}$. Relevons la précision de ces données, toujours parfaitement concordantes au moment du passage au système métrique. Mais de plus, ces trois conversions proposées par Pegolotti vers 1340 nous révèlent l'existence d'une *autre* canne de Nîmes, mesurant quelque 2,075 m. On comprend alors que si la ville de Nîmes avait bien adopté la canne de Montpellier pour son commerce, la canne d'arpentage était différente. C'est sans doute de l'ignorance de ce fait que provient l'obscurité des conversions proposées de la salmée de Nîmes. Par ailleurs, je tiens en réserve une autre *antica canna* de Nîmes mesurant 2,517 908 m (Martini, 1883 : s. v.), surprenante et au départ incompréhensible.

Les descriptions de la salmée de Nîmes se contredisent, ce dont je vais tirer une explication. Convertie en $6\,700,25 \text{ m}^2$ selon Doursther, l'unité se composerait de 12 éminées = 96 boisseaux = 1 716 cannes carrées. La superficie en métrique est exacte pour ce nombre de cannes de Nîmes, mais la division donnerait 17,875 cannes carrées au boisseau et 143 à l'éminée : c'est invraisemblable. Convertie en $6\,699 \text{ m}^2$ selon Charbonnier, cette salmée renfermerait 12 éminées de 32 dextres. Cela fait 384 dextres carrés, mais je trouve par division de la superficie un dextre linéaire de $\sim 4,177 \text{ m}$ assez curieux.

Rappelant alors qu'un dextre est normalement composé de deux cannes articulées (Guilhiermoz, 1919 : 97, n. 7), je constate que la moitié de ce dextre de 4,177 m soit 2,088 m correspond d'assez près à l'autre canne de Nîmes de ~ 2,075 m que Pegolotti connaissait déjà au XIV^e siècle. Le problème n'en est pas résolu pour autant. De multiples tentatives m'ont conduit à l'hypothèse suivante : le dextre de 4,177 m serait la diagonale d'une perche de 10 pieds de type romain. Toute approximation de $\sqrt{2}$ ancienne (telle 14/10, ou 17/12, ou 24/17, ou encore 41/29) amènerait une perche de 10 pieds romains tardo-antiques (~ 2,942 m) ou néo-romains (~ 2,977 m) à un dextre mesurant entre 4,120 m et 4,210 m, la moyenne se situant à 4,165 m. Cette dimension est d'une proximité convenable avec celle de ce dextre converti au système métrique, de 4,177 m. De là je poursuis en concluant qu'un dextre (carré) de Nîmes contient *ipso facto* 200 pieds carrés de type romain, et la salmée de 384 dextres, 76 800 pieds carrés. Ce nombre est enfin à mettre en relation avec l'une des trois unités médiévales (jugère, acre, Joch). Au vu de leurs partitions et modulations déjà observées, je ne garde ouverte qu'une possibilité : la salmée de Nîmes était faite de deux jugères carolingiens reconvertis au pied néo-romain, de 32 000 pieds carrés chacun, augmentés d'un allègement fiscal coutumier aux 6/5 de leur superficie : $(2 \times 32\ 000) \times 6/5 = 76\ 800$.

Peut-être est-il paru plus pratique, au moment de l'imposition de la canne marchande de Montpellier qui n'aurait pu servir à arpenter cette salmée pour le commun des mortels (les calculs à faire au pied néo-drusien étaient difficiles) de créer un dextre réservé à cet usage et sans rapport avec la canne marchande. L'unité comporterait de cette façon 1536 *autres* cannes carrées regroupées par quatre en 384 dextres, ce qui a sa logique. L'information dut circuler assez bien pour que Pegolotti signale l'existence de cette nouvelle canne, mais ce mode d'arpenter ne dépassa pas les environs immédiats de la ville de Nîmes qui seuls bénéficiaient de l'allègement fiscal que cette salmée représente (6/5) : elle n'est repérable que dans une dizaine de communes, alors que 130 semblent utiliser la même unité sans allègement fiscal (elles se rattrapent parce que l'unité est faussée, cf. ci-dessus) ; et que 150 autres connaissent le Morgen du Joch impérial. Ainsi, selon la thèse secondaire de cet essai, le département actuel du Gard (ou plutôt les très anciens diocèses de Nîmes et d'Uzès), rassemblait pour une partie des terres cultivées peut-être en continu depuis l'Antiquité (en tout cas depuis le très haut

Moyen Âge) et arpentées au moyen du jochère carolingien ; et, pour une autre partie, des terres conquises ou mesurées au plus tôt aux IX^e-X^e siècles et plus probablement aux XI^e-XII^e siècles, arpentées au moyen du Joch impérial – situation perceptible à travers les unités de mesure.

Que dire enfin de l'étonnante *antica canna* de Nîmes avancée par Martini, de 2,517 908 m ? Je ne peux proposer qu'une conjecture : la source de cet auteur indiquait que le dextre était la diagonale d'une mesure romaine, mais au lieu de calculer celle de la perche que je propose, lui-même ou cette source ont calculé celle de la canne/toise. Et en effet $2,517\,908 \div \sqrt{2} = \sim 1,780$ m soit 6 pieds de type (néo-)romain fort convenables à $\sim 0,296\,7$ m.

Provence

On retrouve à Marseille le décompte exact au pied néo-romain d'un demi-Joch impérial, un Morgen, en 144 dextres carrés de 15 emfans de côté. Cela fait bien $\sqrt{144} = 12$; et $12 \times 15 = 180$ emfans au côté de la mesure, soit ($\times 3/4 =$) 135 pieds, ici néo-drusiens, soit ($\times 10/9$) 150 pieds néo-romains dont le carré est 22 500. L'unité, nommée carterée, sert à mesurer les vignes ; or, comme rappelé ci-dessus, l'emploi du Joch impérial est l'indication, relevée en maint endroit, de la mise en culture tardive de terres difficiles qui n'avaient été arpentées ni dans l'Antiquité ni dans le haut Moyen Âge. Ou bien on a arpenté tardivement, au moyen du Joch impérial, des vignes qui, auparavant, étaient estimées au nombre de plants.

Mais la plupart des autres unités de mesure du département des Bouches-du-Rhône sont beaucoup plus vastes et surtout, elles présentent des décomptes ronds et simples qui avaient peut-être été arrangés de longue date : une certaine unification des mesures autour de la canne d'Aix avait été imposée dès 1377, suivie de nombreuses tentatives de mise en pratique pour toute la Provence, documentées (Brunel dans Charbonnier *et al.*, 1994 : 128 *sqq.*). On peut tout à fait reconnaître une acre carolingienne doublée dans l'unité assez répandue – qu'elle soit nommée salmée ou charge, de 1 800 cannes carrées – à partir de la conversion de l'acre en 32 400 pieds carrés néo-drusiens (03.2) qui sont 900 cannes carrées, décompte déjà vu dans l'arpent de Paris, la sétérée de Grenoble, et ailleurs dans le Midi (cf. ci-dessus). Il faudrait alors se pencher sur les partitions (600), multiples (1 500, 1 600) ou autres décomptes ronds (2 000, 2 500) ou curieux (2 197) en cannes carrées pour en comprendre les relations.

Toutes les cannes de cette région, malgré leur variance, étaient à l'évidence au pied néo-drusien. Ainsi la canne d'Aix, 1,988 604 m, donne 6 pieds de 0,331 434 m pour une valeur métrologique de 0,330 854 8 m (cf. Montpellier : $1,987\ 385\ 4\ \text{m} \div 6 = 0,331\ 231\ \text{m}$). La canne de Marseille, un peu trop longue (2,012 7 m), fut sans doute ajustée à un pied compté pour 18 doigts (9/8) d'un pied néo-romain déjà long plutôt que pour ses 10/9. Quant à la canne d'Arles (2,047 2 m), elle a été délibérément altérée en 1406 par une réforme des mesures de cette ville bien documentée par Portet (2003 *et alibi*) à partir des écrits d'un arpenteur arlésien du temps, Bertrand Boysset. J'en ai présenté une interprétation (Reguin, 2007), reprise ici en partie.

« Le dimanche 7 mars 1406, raconte Pierre Portet en suivant le récit de Bertrand Boysset, le viguier d'Arles Jean de Sade donne l'ordre d'apporter à la Cour du Roi toutes les cannes détenues par les artisans de la cité et charge Antoine Lucian et Bertrand Boysset, borneurs et arpenteurs d'Arles, de vérifier si elles sont de bonne mesure. Nos deux commissaires les trouvent presque toutes trop courtes, il faut absolument les rectifier [...] Le viguier envoie alors chercher un exemplaire de la canne d'Avignon et, à son exemple, fait confectionner par le serrurier Girardin Aloete une canne étalon plus longue de $1/40^{\circ}$ [...] »

Nous comprendrons tout à l'heure le pourquoi de ce quarantième ajouté pour former la *nouvelle canne* d'Arles. Quant à la canne d'Avignon, qui fut convertie pour 1,983 m, nous voyons qu'elle renfermait 6 pieds néo-drusiens (idéalement $\sim 1,985\ \text{m}$), comme toutes les cannes de la région, et nous pouvons penser que *l'ancienne canne* d'Arles l'égalait, tout en paraissant moins sûre. Le viguier fait encore forger et apposer les étalons de deux dextres conformes à la *nouvelle canne* d'Arles, pour les mesures agraires : l'un, de 16 empan, pour arpenter les terres ; l'autre, de 13 empan, pour les vignes.

Un dextre de 13 empan est une mesure curieuse, et Guilhiermoz (1919 : 96) a le simple trait de génie d'observer que : $13\ (\text{empan}) \times 3/4$ (l'empan vaut les 3/4 du pied) $\times 40/39$ (nouvelle proportion) = 10... *pieds* ! De 18 doigts, écrit-il : ce sont des pieds néo-drusiens. Gardons à l'esprit qu'il s'agit de *l'ancien pied* que les réformateurs veulent occulter. Cet *ancien pied* devait servir à former une *ancienne perche* de 10 pieds ; il valait *ipso facto* 1/10 du *nouveau*

dextre de 13 empan. Ce rapport numérique est irréfragable : il n'y a pas de hasard dans la proportion de 40/39 imposée aux mesures. Et ce rapport s'avère dans la pratique : selon l'expertise du manuscrit de Boysset par Portet, le *nouvel empan* mesurait $\sim 0,2555$ m ; le *nouveau dextre* de 13 empan devait ainsi atteindre $\sim 3,3215$ m ; et l'*ancien pied*, son dixième, 0,33215 m. Selon les Tables de conversion du passage au système métrique, la (nouvelle) canne d'Arles mesurait 2,0472 m. Ses 39/40 font 1,996 m ; divisée par 6, cette dimension nous donne l'*ancien pied* à 0,33267 m. Les mesures n'ont donc pratiquement pas bougé depuis le temps de Boysset.

Quant au *nouveau pied*, à $(2,0472 \div 6 =) 0,3412$ m, Guilhaumeoz a parfaitement raison d'écrire qu'il est celui de Lyon – et de Grenoble, et de Savoie, ajouterais-je – régions en contact commercial étroit, par le Rhône, avec Arles. Mais ce n'est pas affaire de fantaisie, comme le conclut sa charmante note finale : « On voit que la mode a influé sur les mesures presque autant que sur les chapeaux ! » J'ai défini le pied de Lyon (10.1) qui fut converti pour 0,342512 m comme étant un pied manuel (6/5) d'un pied « 24/25 » de néo-romain. C'est donc aussi le cas du *nouveau pied* d'Arles. Mais tout cela occasionne une horrible complexité des unités agraires.

Pour Boysset et Lucian, la carterée de vigne contient 177 dextres [carrés] et 6 empan carrés. Il faut d'abord se rappeler que de ce temps, la mesure divisionnaire appelée empan carré n'était pas un carré ayant un empan de côté, mais un rectangle allongé ayant pour dimensions un empan de largeur sur la longueur du dextre, soit ici 13 empan carrés. L'unité renferme donc $(177 \times 169) + (6 \times 13) = 29\,991$ empan carrés. Ce nombre inutilisable doit être arrondi ; d'ailleurs, l'expression de la même carterée donnée par Boysset au dextre de 16 empan est de 117 dextres [carrés] et 3 empan carrés, soit : $(117 \times 256) + (3 \times 16) = 30\,000$ empan carrés.

Pour identifier l'unité de mesure dont il s'agit dans le fond, j'ai dû d'abord déceler, puis intégrer à mes calculs le fait que Boysset et Lucian ont commis deux erreurs : premièrement, ils ont décompté le pied de type romain pour 8/9 de l'*ancien pied* d'Arles, pied qu'ils supposaient donc être de 18 doigts, alors qu'il auraient dû utiliser 9/10, le rapport entre pied néo-romain et pied néo-drusien ; et ensuite, ils ont décompté leur *nouveau pied* pour un pied

manuel de pleine valeur (à 6/5 du pied de type romain), et non pas à 24/25 de 6/5. C'est en repartant de ce que nous savons sur les mesures agraires médiévales et leurs conversions que nous pouvons le comprendre.

La carterée est un Morgen du Joch impérial comme nous en avons vu plusieurs dans la région, par exemple à Marseille : elle devait renfermer 22 500 pieds carrés néo-romains en un carré de 150×150 pieds. Mais nos experts l'ont convertie en comptant 150 (pieds de type romain) $\times 8/9 = 133 \frac{1}{3}$ (pieds de 18 doigts). Ces $133 \frac{1}{3}$ pieds formaient du même coup $13 \frac{1}{3}$ de leurs nouveaux dextres de 13 empans, soit au carré $177 \frac{7}{9}$ dextres carrés. Cela confère à l'unité un peu plus que les 30 000 empans carrés auxquels ils se sont ralliés, car c'est ce dernier nombre divisé par 169 (13×13 empans carrés) qui donne quelque $177 \frac{1}{2}$ dextres carrés, leur résultat boiteux de 177 dextres [carrés] et 6 empans « carrés ». Or leur calcul aurait dû être : 150 (pieds néo-romains) $\times 9/10 = 135$ (pieds néo-drusiens) $\times 39/40$ (nouvelle proportion inversée) $= 131 \frac{5}{8}$ (nouveaux pieds) $\times 4/3 = 175 \frac{1}{2}$ (nouveaux empans) $\div 13 = 13 \frac{1}{2}$ de leurs nouveaux dextres. (On l'atteint directement en posant : 135 pieds anciens = $13 \frac{1}{2}$ nouveaux dextres.) La superficie de l'unité monterait précisément à $182 \frac{1}{4}$ nouveaux dextres carrés, soit à $30\,800 \frac{1}{4}$ nouveaux empans carrés. La mesure des vignes aurait ainsi couvert, selon les données du temps des conversions, $(13 \frac{1}{2} \times 3,326\,7)^2 = \sim 2\,016,95\,m^2$ – pour $\sim 1\,995\,m^2$, le Morgen idéal ; mais elle couvrait ici $\sim 1958,4\,m^2$, faiblesse qui a très bien pu passer inaperçue.

La sétérée de terre labourable mesurée au *nouveau dextre de 16 empans* renferme, dit Boysset, 156 dextres [carrés] et 4 empans carrés (d'un empan de largeur par la longueur du dextre). Et nous posons : $(156 \times 256) + (4 \times 16) = 40\,000$ empans carrés. Ce nombre est corroboré par une autre expression que Boysset donne de la sétérée : 12 dextres et 8 empans au carré, soit $12 \times 16 = 192 + 8 = 200$ empans pour le côté de la mesure qui, porté au carré, donne bien 40 000 empans carrés. Cela semble harmonieux, mais nous nous rendons compte que Boysset et Lucian ont fausement calculé : 160 (anciens pieds comptés pour 18 doigts) $\times 9/8 = 180$ (pieds de type romain) $\times 5/6 = 150$ (pieds manuels) $\times 4/3 = 200$ nouveaux empans pour le côté de leur mesure. Car nous retrouvons, sous la sétérée d'Arles, le jugère carolingien tel qu'on le rencontre plus haut dans la vallée du Rhône (journal de Savoie, seytive de Belley, pose de Genève, etc. (03.3 et ci-dessus) où il est aménagé en 25 600 pieds carrés soit 160×160 pieds

néo-drusiens. Avec ses quelque 2 619 m² lors de sa conversion, la sétérée d'Arles s'est trouvée affaiblie par rapport à ce qu'elle aurait dû être : un jugère carolingien dont l'idéal couvre 2 837,331 5 m².

Qu'auraient donc dû faire nos deux experts ? Tout simplement répéter le calcul utilisé pour créer leur nouveau dextre de 13 empan – qui alignait aussi, comme je l'ai montré, 10 pieds du type en question, de 18 doigts pour eux et néo-drusien pour nous, l'*ancien pied* d'Arles. Le côté de la sétérée, de 160 *anciens pieds*, égalerait 16 *nouveaux dextres de 13 empan*, et cela égalerait tout aussi bien 13 *nouveaux dextres de 16 empan*, ce qui aurait été infiniment plus simple : 13×16 ou $16 \times 13 = 208$ empan au côté de la mesure qui, porté au carré, égalerait 43 264 empan carrés en 169 dextres² de 16 empan ou 256 dextres² de 13 empan. Cela aurait donné, en partant de la canne d'Arles des *Tables de conversion*, 2 833,135 m², un résultat vraiment très satisfaisant.

Arrêtons ici ce parcours de la France méridionale. Nous y avons trouvé, sous des comptes de mesures très divers et assez difficiles, donnés à l'empan, à la canne et au dextre, la confirmation du fait que la métrologie agraire médiévale, qui se prolonge à l'époque moderne, y est issue de la reconversion des trois unités de mesure carolingiennes jugère, acre et Joch, comme l'indiquaient déjà les définitions des mêmes unités au pied et à la perche plus au nord.

11.0. Des origines à rechercher en Italie

En Italie, des unités fondamentales très diverses (coudées, emfans et pieds connus ; autres unités inventées tardivement, d'une grande variété) et des unités de superficie arbitrairement recomposées créent un univers métrologique complexe, stratifié à partir de l'Antiquité et retravaillé jusqu'aux dernières tentatives de résistance à l'adoption du système métrique décimal. Les sources à teneur métrologique abondent, y compris matérielles. Par exemple, E. Lugli (2011) « met en lumière » la question des étalons placés à la vue du public des cités italiennes ; et il a découvert (2019) le « registre à rubans » d'une enquête ordonnée par Côme III de Médicis sur les mesures commerciales. Mais les répertoires de sources du XIX^e siècle – ainsi les nombreuses *Tavole di ragguaglio dei pesi e delle misure ...* – ne permettent pas d'en reconstituer l'histoire.

Ce chapitre tente de montrer que l'Italie a été le théâtre des bouleversements qui ont fait disparaître le système romain de mesures – aucun État, aucune principauté ni cité d'Italie n'utilisait la perche et le pied romains en matière agraire – et fait surgir le système « carolingien », non sans avoir connu des étapes intermédiaires à partir du système byzantin qu'elle a également conservé, au-delà d'une limite à retrouver (*in fine*).

Da Capo al Coda

Le *piede Liprando*, le « pied Liprand » (du nom du roi lombard Liutprand, mort en 744) mentionné en Italie, est donc la coudée « carolingienne » dont j'avance l'origine byzantine (01.3 ; 02.2). La valeur du pied Liprand est donnée par le rapport $3/2 \times 16/15 = 8/5$ de pied romain – métrol. 0,470 814 75 m. Ainsi celui conservé à Pavie, la capitale de Liutprand, mais non ceux, faussés, de Turin ou de Milan (cf. *infra*). Dix pieds Liprand composent la perche de 15 pieds carolingiens soit de 16 pieds romains. Celle-ci, mise au carré, forme le jugère pour 128 perches ; l'acre, pour 160 perches ; le Joch impérial, pour 180 perches (02.3), unités décelées partout au nord des Alpes et perpétuées sous mille et une conversions calculées.

Parallèlement, le pied Liprand peut entrer en composition dans la perche impériale qui se divise soit en 24 pieds de type romain, soit en 15 pieds Liprand ($15 \times 8/5 = 24$) ; ou bien en 20 pieds manuels ; elle sera encore divisée en 25 pieds d'aune « 24/25 » et en 22 pieds de roi, sans compter ses dérivations dont la principale est la perche anglaise construite sur la demi-diagonale de son carré (des renvois à ces points traités précédemment seraient ici trop nombreux).

Sur ces bases, nous nous situons bien au fondement d'une métrologie agraire médiévale et moderne qui commandait les unités de mesure vues jusqu'ici. Mais des différences importantes se présentent en Italie, à commencer par l'évidence de modules irréductibles à ceux remémorés ci-dessus ; et d'unités de mesure agraires également différentes dans leur conception.

11.1. Perches antérieures à l'époque carolingienne

S'appuyant sur des documents référant au pied Liprand, plusieurs auteurs du XIX^e siècle (Rocca ; Mazzi, ...) ont défini un « jugère lombard » gigantesque en 288 perches carrées, comme l'antique, mais calculé sur une perche de 12 pieds Liprand modernes de Milan. Si leur conjecture est à rejeter, en définitive (02.2, 04.3 et ci-dessous), les témoignages qu'ils invoquent sont à analyser. Rappel : l'un est contenu dans un passage de la chronique de la Novalaise relevé par Muratori, présent chez Du Cange (*s. v. pertica 12 pedum*), associant le très grand pied du souverain à une coudée : [Liutprand] *Qui tantae longitudinis fertur habuisse pedes, ut ad cubitum humanum metiretur*. La ou plutôt les perches de 12 pieds sur lesquelles se fondent les auteurs en question, que Du Cange (toujours *s. v. pertica 12 pedum*) relève chez Ughelli, sont ainsi définies : *Pertica 12 pedum, qui* [corrigé en *quae*] *dicitur Luitprandi* ; et [Du Cange juxtapose, mais l'identité n'est pas certaine, au contraire] *pertica legitima de pedes duodecim ad extensis brachiis mensurata*, [ou encore] *vel ad extensionem brachii*, la première attestation valant pour 1028 au diocèse de Fiesole, la seconde sous Othon (I^{er} ?) au diocèse de Vérone, et aussi v. 1061 au même diocèse, la troisième étant mal localisée. On en trouverait d'autres. Or il ne s'agit pas d'une perche, mais de deux.

Une perche de 12 pieds « mesurée en étendant les bras » répond normalement à la définition de la perche de 10 pieds manuels valant 6/5 du pied romain, soit 12 pieds romains, datant du Bas-Empire, largement commentée (01.3 ; 01.4) et dont on a vu l'inscription dans une « généalogie » de la perche « impériale » (04.2 ; 04.3 ; 05.2 ; 09.3). Pourtant on doit également faire ici l'hypothèse, à recouper avec l'analyse de la mesure de Rome, qu'un perche répondant elle aussi à cette définition quelque peu ambiguë ait pu aligner 12 pieds manuels et non 10.

Revenant alors au passage de la Chronique de la Novalaise cité par Du Cange, on lit encore : *Horum vero pedum mensura pro consuetudine inter Longobardos tenetur in metiendis arvis usque in praesentem diem* [la chronique est du XI^e siècle], *ita ut pedes eius in Pertica fune duodecim fiat tabula*. Donc ce n'est pas exactement une perche, mais une corde (*Pertica fune*, « Perche de corde ») qui aligne 12 pieds Liprand pour composer une *tavola*. Or la table est

bien restée, en matière de mesures agraires, dans le Nord de l'Italie, un carré de 2×2 *trabucchi* ou *cavezzi* de 6 pieds Liprand, jusqu'au passage au métrique.

Sans altération, une perche de 12 pieds Liprand (des coudées) comporterait ($12 \times 3/2 =$) 18 pieds byzantins ou ($12 \times 3/2 \times 16/15 =$) $19^{1/5}$ pieds romains soit ($\times 5/6 =$) 16 pieds manuels et donc $\sim 5,650$ m ; alors qu'au pied manuel, une perche de 12 pieds vaudrait ($12 \times 6/5 =$) $14^{2/5}$ pieds romains, quelque 4,237 m, différence considérable. On voit bien qu'il s'agit de deux perches différentes, toutes deux antérieures, par recoupements, à l'époque carolingienne et dont la seconde (12 pieds manuels) sera utilisée dans l'Italie pontificale, alors que la première (12 pieds Liprand) restera la double perche mise au carré en « table » du Piémont et de la Lombardie. En Émilie-Romagne et en Toscane cependant, si les unités de mesure superficielle sont les mêmes, celles de longueur sont différentes.

Quant à la perche impériale de 24 pieds de type romain, elle permet de décompter jugères, *heredia* et centuries romaines. Elle peut bien être tardo-antique car elle est mentionnée au pied manuel en Italie au VIII^e siècle (la fameuse *pertica ad pede manichisi* [à lire par hypothèse comme *manuali*] de 738 chez Brunetti, *Cod. dipl. Tusc.* t. I : 494 ; repris par Du Cange, *s. v.* ; par Guérard, 1844 : 960 ; cf. aussi 04.2) ; mais elle ne semble connaître d'expansion qu'après l'époque carolingienne, pour décompter le Joch impérial, comme l'ont montré de nombreux exemples à partir du chap. 04.2 ; c'est pourquoi elle n'est pas prise en considération ici, faute d'indications probantes, en fait, car l'origine de tout le système « carolingien » se trouve bien en Italie.

11.2. Le Nord, zone d'influences croisées

Pénétrer en Italie par le Val d'Aoste a sa logique. La première mesure que l'on y rencontre est un pur jugère carolingien, maintenu en dépit des réformes décrétées à Chambéry et plus tard à Turin pour les États de Savoie (10.1 et ci-dessous). Le pied d'Aoste a été compté, au moment du passage au métrique, pour 0,312 m (carolingien faible pour un idéal de 0,313 876 5 m, mais admissible) ; 800 toises de 6 × 6 pieds composaient un « seteur » de 28 800 pieds carrés, et donc un jugère (carolingien) couvrant ~ 2 803 m² pour un idéal de ~ 2 837 m². Le « seteur » est connu de l'autre côté des Alpes, dans le Valais et ailleurs en Suisse romande (Reguin, 2012b). Le terme semble dériver de *secatura* (fauchée plutôt que « secteur » ni « setier »), ce qui a sa raison d'être dans un pays d'alpages mais n'a pas d'incidence métrologique. Ailleurs dans l'arc alpin, l'acre est plus fréquente : les Jucharten du Tyrol et du Trentin (Bolzano) en sont, avec 1 000 des mêmes toises carrées (Klafter) au pied de Vienne (A) (02.3) ; la sétérée de Grenoble (10.1) ; et, apparemment, la *giornata* de Turin.

La mesure altérée de Turin

La *giornata* de Turin se composait de 100 tables de 2 × 2 « trabucs » de 6 pieds Liprand de Turin. Des pieds Liprand étant à décompter comme des coudées, le trabuc alignait en fait 9 pieds, et la *giornata* renfermait $9 \times 9 \times 4 \times 100 = 32\,400$ pieds carrés. C'est le compte de l'arpent de Paris – qui a pu être imposé en même temps que l'usage du pied de roi avec l'occupation française du XVI^e siècle, ce qui aurait donné une acre assez exacte. Mais la réforme de 1612 décrite par Guilhiermoz (1913 : 291-293) a (ré)instauré l'usage du pied dit « de chambre » de Savoie – pied manuel d'un pied « 24/25 » de néo-romain, plus long que le pied de roi et identique, dans son principe, à ceux de Lyon et de Grenoble (cf. 10.1. *Lyonnais, Dauphiné, Savoie, Piémont*), ce que confirme l'agrandissement de la *giornata* : ~ 3 800 m² pour ~ 3 456 m² à l'arpent de Paris au « pied de roi 2 » du XVI^e siècle. La dérive métrologique qui définit la sétérée de Grenoble est exactement celle-là, pour la même mesure d'une acre carolingienne.

Or cet accident a fait disparaître le pied Liprand originel à Turin. En effet, on décréta en 1612 que le nouveau pied Liprand aurait une once (1/12) de plus que l'ancien. Ce nouveau pied n'était donc plus la coudée du pied carolingien, vrai pied Liprand, ni celle du pied de roi temporairement imposé : il était dès lors la coudée d'un pied manuel du type de Lyon. Celui-ci fut converti pour 0,342 512 m, dont $3/2 = 0,513 766$ m, dimension du pied Liprand moderne de Turin (Martini, 1883 : s. v. « Torino »). Une rectification décrétée en 1818 n'y changera rien en pratique : le pied Liprand fut alors allongé de 124 de ses cent-millièmes pour égaler un *minuto terzo* d'un degré du quadrant déterminé par le mètre, opération qui se pose en : $10\ 000\ 000 \div (90 \times 60 \times 60 \times 60) = 0,514\ 403\ 200$ m. Cette dimension $\div 100\ 124 \times 100\ 000 = 0,513\ 766\ 120$ m. Cela permet de retrouver un pied Liprand originel en comptant ses $11/12 = 0,470\ 952\ 270$ m. C'est ce que fait Guilhiermoz (1913 : 293), proposant 0,470 950 m – cela pour l'idéal métrologique découlant de l'ensemble des hypothèses ici avancées, identique à un dixième de millimètre près, de 0,470 814 750 m. Rocca, qui mena la première enquête sur cette question, avait conclu que l'ancien pied Liprand ne devait pas dépasser « 47 ½ cm » (1842 : 19). Par la suite, il se ravisa, identifiant le pied Liprand à une coudée du pied (néo-) romain, selon lui $0,297\ 312 \times 3/2 = 0,445\ 968$ m (1871 : 106 sq.).

La mesure altérée de Milan

Quant au pied Liprand de Milan, Guilhiermoz relève (1913 : 293) qu'il a été ajusté arbitrairement, au xv^e siècle, aux $3/4$ du *braccio mercantile* ; Du Cange, citant les statuts de Milan, (s. v. *pertica*) écrit : « *Mensura pedis Liprandi sit et esse intelligitur de unciis novem ad brachium lignaminis* » (cf. aussi Berlan, 1872). Mais c'est un seul *braccio* qui resta admis, en 1773, sous le qualificatif de *mercantile*, dans une réforme unificatrice des mesures milanaises (Martini, 1883 : s. v. « Milano ») ; or on s'aperçut à cette date que le pied Liprand utilisé comme pied agraire ne mesurait pas 9 onces, les $3/4$ du *braccio* standardisé, mais plutôt 8 onces, 9 points et 4 atomes – soit $1264/1728$ au lieu de $1296/1728$ du *braccio*. C'est ce qui lui octroya plus tard en métrique la dimension de 0,435 185 m.

Il est pertinent de parler de coudée, puisque le pied Liprand milanais était défini comme les $3/4$ d'un *braccio* de deux pieds. Or nous voyons qu'il ne s'agit pas de la coudée carolingienne,

à laquelle son nom réfère, ni de la coudée du pied néo-romain du dernier *braccio* de Milan, mais plutôt d'une coudée diminuée, même par rapport à la coudée romaine. Mon hypothèse est alors la suivante : la définition du pied Liprand de Milan peut bien dater du XV^{e} siècle, son étalonnage doit être plus tardif. Je l'attribue aux effets combinés de l'influence française en Italie, puis de son rejet, que je crois constater à Milan comme à Turin.

Voici comment, selon les données repérables : le pied de roi était réputé appartenir au type de 18 doigts – en effet, le « pied de roi 1 » était le pied néo-drusien, très proche de 18 doigts (09.2). De là, on voulut sans doute, au XVI^{e} siècle, recréer une coudée romaine antique, en instaurant une coudée non pas de $1\frac{1}{2}$, mais de $1\frac{1}{3}$ pied de roi, c'est-à-dire de 24 doigts (comme la coudée du pied romain de 16 doigts), à partir de ses supposés 18 doigts. Une remarque de Mabillon relevée par Du Cange (*s. v. pertica*) l'induit : « *apud Mediolanenses [...] Pes Luitprandi ad nostrum morem compositus, Parisiensem pedem regium continet, et insuper ipsius pedis trientem.* » Un pied de 18 doigts plus son tiers donne bien une coudée de 24 doigts. Or la dimension restituée du « pied de roi 2 » à considérer pour l'époque est de 0,326 595 8 m (cf. 09.2). Si nous en prenons $\frac{4}{3}$, nous avons un pied Liprand de Milan à 0,435 461 m, soit en pratique celui du passage au métrique, de 0,435 185 m, à moins de trois dixièmes de millimètre près.

A contrario, il est important de noter que plusieurs cités du Milanais ont conservé un pied Liprand originel tel qu'il est ici défini comme base : une coudée du pied ordinaire byzantin à $\sim 0,471$ m. C'est Milan qui fait exception ! Voir la recension de Frangioni (1992 : 85-97), où l'on relève les pieds identiques de Pavie et de Bobbio – lieux phares de la période lombarde –, convertis pour 0,471 954 m ; les pieds de Crème, à 0,469 786 m, de Plaisance, à 0,469 565 m, encore très voisins ; d'autres peuvent être quelque peu rallongés ou raccourcis – aucun ne l'est autant que celui de Milan.

L'unité de mesure agraire se décrivait ici aussi en toises de 6 pieds nommées trabucs, dont le carré pris quatre fois était une table, laquelle multipliée par 24 était une « perche » ; dans bien d'autres localités du Milanais utilisant ce système, cette *pertica* (les noms peuvent varier) était encore prise quatre fois pour faire un *moggio* (un muid) de 96 tables ($\sim 2\,618\text{ m}^2$), et dans

d'autre cités, six fois pour un grand *moggio* de 144 tables. (On ne rencontre aucune mesure du double qui serait le « jugère lombard ».) Il paraît difficile de considérer cette description comme originale, parce qu'à Milan comme à Turin, l'unité fondamentale (le pied) est faussée – et donc les unités de mesure agraire.

Une Émilie-Romagne bien mesurée

Plus clairement, c'est bien l'unité que j'appelle, le reprenant de Guilhiermoz, « jugère carolingien » (02.4), qui domine en Émilie-Romagne. Son nom de *biolca* est attesté au milieu du VIII^e siècle : *bevulca*, in *Cod. dipl. Long.* n° 309, l. 9 et 10, et *Cod. Lang.* 32 b. (Arnaldi et Smiraglia, 1968 : 15). C'est à Modène que la situation est la mieux documentée (Martini, 1883 : s. v.). La base des mesures agraires était une perche convertie en métrique pour 3,138 289 740 m, divisée en 6 *braccia*. Mais cette même perche, dont l'étalon était fixé depuis 1300 environ sur un mur de la cathédrale, se divisait, jusqu'en 1547 au moins, en 5 *braccia*. Guilhiermoz (1913 : 292) a alors parfaitement raison d'y reconnaître une perche de 10 pieds « carolingiens » dont on peut voir qu'ils étaient répartis anciennement et logiquement en 5 *braccia*, aunes de 2 pieds. (Oui, un *braccio* peut aussi être une coudée de 1 ½ pied, mais pas de $10 \div 6 = 1^{2/3}$ pied.) Sur l'omniprésence d'étalons de mesure dans la région, voir Lugli (2011 ; 2012). Le pied byzantin soit carolingien mesure, par les déductions que j'avance, 0,313 876 5 m, et ce même pied, à Modène, se déduit de la perche pour 0,313 828 974 m, l'identique à quelque 0,5 dixième de millimètre près. Cette précision extraordinaire fait de la *biolca* de Modène l'une des unités carolingiennes les mieux conservées en Italie : elle s'exprimait en 288 perches carrées, le décompte à l'antique de la forme jugère, mais divisé selon le mode du *jugerum castrense* (01.4), c'est-à-dire en 180×160 pieds et non en 240×120 pieds ; et sa superficie s'élevait à 2 836,472 4 m², alors que sa valeur métrologique est de 2 837,331 5 m². Il est en même temps « miraculeux » et significatif d'atteindre une telle adéquation.

À Parme, le décompte est semblable, mais la conversion de l'unité donne une plus grande superficie, parce que la perche mesurait, au moment du passage au métrique, 3,271 m. J'y vois tout simplement une perche au « pied de roi 2 », substitution attribuable à la même influence

française qu'à Turin et à Milan, mais que l'on n'a pas cru bon d'effacer. Une perche de 10 « pieds de roi 2 » mesurerait $\sim 3,273$ m, valeur métrologique (cf. 09.2). Là encore, la précision est grande, et la déduction qui la sous-tend, au moins admissible.

À Bologne, le jugère carolingien se reconnaît aussi dans la *biolca* en considérant sa conversion en métrique pour $2\,831,730\text{ m}^2$ (Doursther, 1840 : s. v. « *biolca* »), mais plus difficilement quant à sa composition. Ses 196 perches carrées ne proposent aucune sous-unité ; les sous-multiples sont tout à fait inhabituels, alors que la perche comporte 10 pieds agraires ; mais celui-ci est de $0,380\,098$ m, ce qui ne correspond à aucune mesure fondamentale connue. Supposons d'abord que la perche de $3,800\,980$ m renferme 12 pieds carolingiens. Ce pied d'origine serait ainsi caché par l'invention d'un pied manuel à ses $6/5$ et de plus ajusté sur la base d'un pied néo-romain, artifice sans doute tardif : il en ressort à $0,316\,748\,3$ m, ses $15/16$ atteignant $0,296\,951\,5$ m, ce qui est proche de l'idéal du pied néo-romain ($0,297\,769\,4$ m). Continuons en observant que 196 (perches carrées) est le carré de 14 (perches linéaires), ce qui nous amène à l'idée de diagonale, parce que $14/10$ est l'approximation la plus simple de $\sqrt{2}$. La *biolca* de Bologne devait donc être, à l'origine, composée de deux sous-unités de 10×10 perches de 12 pieds carolingiens (ou de 12×12 perches de 10 pieds), soit de deux *actus* de 120×120 pieds, au total $28\,800$ pieds carrés : elle était donc bien un jugère « carolingien ».

Il existait une autre mesure agraire à Bologne, la *tornatura*, qui comportait 144 des mêmes perches carrées pour Martini (1883 : s. v. « Bologna »), mais 140 seulement pour Doursther (s. v. *Tornatura*). Bien que ces comptes paraissent satisfaisants pour l'esprit, le fait qu'ils soient donnés au pied carolingien d'ailleurs « caché » les éloigne de toute mesure repérée. Cette *tornatura* pourrait bien être influencée par un autre univers métrologique : on pénètre ici dans les États de l'Église, dont les mesures sont radicalement autres (11.3). Quant au Nord-Est de la péninsule, la Vénétie au sens large, on y rencontre plutôt des mesures en général : a. décimalisées, quant aux longueurs (perches), dans leur composition ; et b. utilisant de très grands pieds agraires inventés en relation avec cette décimalisation – à l'instar de celles de Bologne, présentées ci-dessus, et de celle de Ravenne, décrite plus loin.

Calculs déjoués à Florence

En dépit de leur apparente rationalité dans l'exposé qu'en fait Martini, les mesures de Florence, en particulier les mesures agraires, sont également faussées. Pour le démontrer, je partirai du mille de Florence (ou mille toscan) converti pour 1 653,607 m – en accord avec l'idée qu'il en entraît 67,2 au degré. Ce mille prend donc pour référent le mille nautique de 60 au degré : 1 851,852 m s'il concorde avec le kilomètre établi à $111^{\frac{1}{9}}$ au degré ($10\,000 \div 90$). J'ignore par quel chemin exactement l'on est passé ; toujours est-il que, par exemple, les 111 111,1 m du degré moyen divisés par 67,2 donneraient le mille toscan à 1 653,439 m, différence vraiment ténue de 0,168 m. C'est évidemment que tout est calculé, et non mesuré. Cette précision ne doit cependant pas faire illusion ; considérons alors les anciennes mesures.

Guilhiermoz (1913 : 291) a bien raison de voir dans ce mille 5 000 pieds du type de 18 doigts à 0,330 721 4 m ou bien (rapport 6/5) 6 000 pieds de 15 doigts à 0,275 601 1 m, ce qui ferait ressortir un pied de 16 doigts de type romain (rapports 8/9 ou 16/15) à 0,293 974 5 m, dimension très convenable pour un pied romain tardo-antique. Or le *braccio* de Florence, lui aussi visiblement composé de deux pieds de type romain, les montre un peu plus faibles, convertis pour (le *braccio* de 0,583 626 m $\div 2 =$) 0,291 813 m. C'est – la division du mille en $2\,833\frac{1}{3}$ *braccia* nous le montre – qu'il est considéré valoir 15/17 du pied de 18 doigts du mille et 18/17 d'un pied de 15 doigts qui aurait commandé l'ancien *braccio a terra*. C'est là que gît l'erreur : elle provient à mon avis de la mauvaise interprétation d'une déclaration annexe à la loi sur les mesures de Florence de 1782 qui abolit l'ancien *braccio a terra* au profit du seul *braccio a panno* de la ville avec lequel il entretenait, croyait-on, un rapport de 18 pour 17. Mais ce rapport est plutôt celui, inversé, que ce *braccio a terra* entretenait avec un *braccio* géométrique tiré du mille : il devait en être les 17/18.

Et tout s'éclaire : au lieu d'avoir l'in vraisemblable gradation : pied du mille, de 18 doigts \times 15/17 = pied du *braccio a panno* – d'un nombre incommensurable de doigts (15,882 352) –, lequel \times 17/18 aboutissait au pied de 15 doigts abusivement considéré comme la moitié de l'ancien *braccio a terra*, on avait eu, avant la loi de 1782 : un pied géométrique du mille, de

18 doigts, un pied agraire de 17 doigts, un pied urbain de 16 doigts et *peut-être* un pied de 15 doigts. Le rapport de 8 pour 9 entre pied géométrique du mille, de 18 doigts, et pied de type romain de 16 doigts, est parfaitement clair et connu, et rapprocherait ce dernier d'un pied romain tardo-antique excellent à 0,293 974 5 m, déjà déduit ci-dessus. J'ai d'ailleurs constaté, à partir du travail remarquable de Cohen (2008) sur deux églises florentines du xv^e siècle (discussion avec l'auteur), que le pied du *braccio* utilisé à cette époque, à mon avis du moins, devait être un peu plus long (0,292 5 m au minimum) que celui du xix^e siècle (0,291 813 m). Mais la question n'est pas aux microns. Il est surtout évident qu'un pied agraire de 17 doigts est l'expression d'un pied très sûr : c'est le pied carolingien dont la vraie dimension est : $16 \text{ (doigts)} \times 16/15 = 17^{1/15} \text{ doigts}$, ici simplifiée à 17 doigts, mais de très peu et juste pour l'expression d'une mesure que, d'ailleurs, la loi de 1782 abolissait.

Examinons maintenant les mesures agraires. Celle qui fut instaurée par la loi de 1782 et qui perdura jusqu'à l'adoption du système métrique (ici en 1861), nommée *quadrato*, présentait un compte décimalisé de $10 \times 10 \times 10 \times 10$ *braccia a panno* carrés, soit 10 000 *braccia* carrés ; autrement dit, le *braccio* étant de deux pieds, de 40 000 pieds carrés de type romain. Cette unité est, nous l'avons vu par de nombreux exemples, la conversion de l'acre carolingienne : précise quand elle est mesurée au pied néo-romain mais souvent arpentée à un pied de type romain plus faible (03.3). Existait-elle vraiment à Florence antérieurement à 1782 ou fut-elle instaurée à ce moment, à l'imitation de bien des lieux où elle existait, en Italie comme ailleurs ? Je l'ignore, mais je penche pour une nouveauté. Avant 1782, une autre mesure, nommée *saccata*, était fort différente : elle prenait (apparemment !) $12 \times 12 \times 12 \times 12 = 20\,736$ (faux) *braccia a terra* carrés, soit, ce *braccio*-là étant composé de deux pieds de 15 doigts, 82 994 de ces pieds carrés, ce qui est le carré d'une mesure de 288 pieds de côté. Le seul rapport clair à établir est celui qui relie ce pied de 15 doigts avec le pied géométrique du mille, de 18 doigts, pour 5/6, soit 240 pieds. Et nous pouvons honnêtement supputer ce qui s'est produit : un simple examen de n'importe quelle parcelle pouvait montrer que le véritable *braccio a terra* ancien était *plus long* qu'un *braccio a panno*, et plus proche d'un *braccio* composé de deux pieds géométriques du mille ; c'est visiblement ce dernier que l'on a utilisé en pensant restituer une bonne mesure de 240 pieds de côté – mais qui n'existe nulle part au

pied de 18 doigts, sauf substitution, et c'est ce qui est advenu. Car une telle mesure au pied de ~ 17 doigts est un *heredium* renfermant deux jugères carolingiens de 120×240 pieds, mesure très répandue dans le Nord de l'Italie et ailleurs. En métrique, les $17/18$ du pied géométrique du mille toscan donnent un pied carolingien de $0,312\ 234\ 8$ m, très acceptable ; et un jugère, pour la superficie de $2\ 807,728\ 4\ \text{m}^2$ – pas trop loin de son idéal couvrant, $2\ 837,331\ 5\ \text{m}^2$.

Une troisième mesure agraire florentine permet d'appuyer cette hypothèse : il existait en effet encore un autre décompte, bien différent, donné par Dousther (1840 : s. v. « *saccata* ») : $10\ \textit{stajoli} = 660$ perches carrées = $16\ 500\ \textit{braccia}$ carrés – soit 660 perches de $5 \times 5\ \textit{braccia}$ autrement dit de 10×10 pieds soit $66\ 000$ pieds carrés. Et, d'après la conversion de cette mesure pour $5\ 619,72\ \text{m}^2$, on constate l'emploi du *braccio a panno* de 1782 , car $5\ 619,72 \div 16\ 500 = 0,340\ 589\ \text{m}^2$ dont $\sqrt{\quad} = 0,583\ 6$ m pour le *braccio a panno* ici arrondi (pour $0,583\ 626$ m) : il n'a perdu, et c'est pour de simples raisons de calcul, que 26 millièmes de millimètre. Mais ce qui est plus frappant encore, c'est que cette conversion métrique donne deux jugères carolingiens tels que restitués ci-dessus en faisant l'hypothèse d'un pied agraire à $17/18$ du pied géométrique du mille, et ce, avec une précision remarquable : $5\ 619,72 \div 2 = 2\ 809,86\ \text{m}^2$ pour les $2\ 807,728\ 4\ \text{m}^2$ déduits ci-dessus.

Cela conforte l'ensemble de cette lecture des mesures linéaires et superficielles de Florence car pour comprendre comment ce dernier résultat de $16\ 500\ \textit{braccia a panno}$ carrés a pu être atteint, il suffit de poser : 240 pieds carolingiens (c'est le côté d'un *heredium*, qui est un carré) $\times 17/18$ (c'est le véritable rapport entre l'ancien pied agraire florentin et le pied géométrique du mille) = $226\ \frac{2}{3}$; ce nombre $\times 17/15$ (c'est le rapport établi, même s'il est faux, entre le pied géométrique du mille et le pied du *braccio a panno*) = $256\ \frac{8}{9}$; et ce nombre porté au carré égale $\sim 65\ 991,9$ pieds carrés, nombre ici arrondi à $66\ 000$ (cela n'ajoute que $\sim 8,1$ pieds carrés) pour trouver 660 perches carrées de 10×10 pieds soit de $5 \times 5\ \textit{braccia a panno}$, soit encore $16\ 500\ \textit{braccia a panno}$ carrés, donnée d'où nous sommes partis. On peut alors conclure que les environs de Florence étaient dans le fond arpentés au moyen du jugère « carolingien ».

11.3. Aux limites du système : un autre système

Le Nord de la péninsule italienne parcouru jusqu'ici a donc connu, en matière de mesures agraires, une évolution métrologique comparable avec celle retracée en Europe continentale et dans les îles Britanniques – c'en est fort probablement l'origine. La situation est différente dans les États pontificaux et dans les divers États qui se sont succédé en Italie méridionale, au point qu'il faut y déceler un autre système. Avant d'en présenter quelques éléments choisis au sein d'une multitude de situations indéchiffrables, on peut déjà en tirer, une fois encore, la leçon que les mesures sont affaire de pouvoir étatique : le fond de la métrologie décryptée jusqu'ici est en place au temps et sur le territoire élargi de l'Empire carolingien, qui prend en la matière couleur de puissance souveraine incontestable, relayée d'ailleurs par l'Empire – avant que des pouvoirs régionaux qui deviendront nationaux (sans écarter le rôle des pouvoirs urbains en la matière) y interviennent pour, dans la plupart des cas, en masquer le caractère unifié tout en respectant ses bases, comme le présent essai a entrepris de le démontrer.

C'est dire qu'il s'agit d'identifier, pour Rome et l'Italie méridionale, un autre pouvoir souverain qui aurait commandé une autre manière de recenser les terres. Ce qui va suivre montre premièrement que tout ce qui constituait le système romain antique des mesures agraires y a entièrement disparu, comme ailleurs ; secondement, que l'État des pontifes romains ne disposait pas de cette puissance souveraine à l'origine et qu'il faut aussi remonter à l'Empire byzantin pour comprendre la métrologie agraire de l'Italie centrale – tout en reconnaissant que l'État pontifical a été en mesure, au moins, de la maintenir, en s'opposant aux règles édictées pour l'Empire d'Occident restauré. La situation est à comparer avec celle prévalant dans les États (royaumes, duchés, principautés) du *Mezzogiorno*, si profondément bouleversés par une succession d'occupations et de régimes.

11.4. La Rome pontificale

Palmi, canne

L'importance des mesures linéaires de la Rome pontificale tient à ce qu'elles ont joui d'un prestige assez grand pour voir plusieurs autres mesures étalonnées d'après elles, dont, principalement, le « pied de roi 3 » (09.2). On peut donc dire que la *canna architettonica* de Rome, que le juriconsulte et architecte du XVI^e siècle Luca Peto (son ouvrage de 1573) fit graver sur une table de marbre (ou qu'il fit transporter) dans la cour du palais des Conservateurs, sur le Capitole, et qui s'y trouve toujours, est un étalon dont le rapport au mètre est en principe aussi précis que celui de la toise du Pérou. Le dixième de cette canne, le *palmo architettonico*, est l'empan du pied néo-romain et par le fait celui du « pied de 11 pouces de roi » de 1668. La conversion en métrique des mesures de Rome est le legs de plusieurs commissions d'experts (*Prospetto delle operazioni* [...], 1811), qui mesurèrent la canne pour 2,234 218 219 880 m – ce qui n'est toujours qu'une évaluation de cette canne à 990 lignes et 5 points de roi (09.2), et qui donne pour le *palmo*, son dixième, ~ 0,223 421 8 m et un pied néo-romain, les 4/3 de ce dernier, à 0,297 895 8 m, en se limitant à sept décimales. La valeur métrologique donnée par le dernier pied de 11 pouces de roi est très légèrement plus faible, comme observé : 0,297 769 4 m.

Il y a aussi un petit *palmo d'ara* ou *palmo sacro* qui, équivalant à 5 pouces du pied de type romain (Martini, 1873 : s. v. « Roma »), correspond à une division en 9 *palmi sacri* de la *canna d'ara* qui aligne, par le fait, 4 pieds de 15 doigts, pieds ecclésiastiques par excellence, car : $9 \times 5/12 = 4 \times 15/16$. Cette canne pourrait être le *passus ecclesiasticus* ou plutôt sa moitié, un *gradus*. En effet, comme la distance d'immunité autour des églises est souvent mentionnée sous le nom de *dextri* et qu'un dextre, terme courant dans le Midi, est à l'origine un instrument d'arpentage formé de deux cannes articulées (Guilhiermoz, 1919 : 97, n. 7), on peut suivre l'hypothèse d'un dextre ou *passus ecclesiasticus* formé de deux *canna d'ara* (deux *gradus*), c'est-à-dire de 8 pieds de 15 doigts. Ce qu'il y a de frappant ici, c'est que ces 8 pieds de 15 doigts, soit 7 ½ pieds de type romain de 16 doigts, composeraient aussi bien la *canna*

architettonica de 10 empans du pied de type romain vue ci-dessus (120 doigts inchangés dans les deux cas), demeurée en vigueur jusqu'en 1870, la plus caractéristique des mesures de Rome. C'est aussi ce qui justifie la composition de cette *canna* (que Peto dit aussi *passus senatus*) et en confirme l'importance – à l'échelle du monde, puisqu'elle a été l'étalon du dernier pied de roi, lui-même à la base du calcul du mètre (cf. 09.2. *Le « pied de roi 3 »*). La question du pied de 15 doigts est reprise dans mon article sur la métrologie du Plan de Saint-Gall comparée à celle de la Chapelle palatine d'Aix/Aachen (Reguin, 2020).

On trouve encore à Rome d'autres *palmi* qui signalent la connaissance d'autres pieds : un *palmi da tela* de 0,212 047 m, les 3/4 d'un pied de 0,282 729 3 m, visiblement un pied « 24/25 » d'un pied de type romain : c'est le pied d'aune marchande le plus répandu dans l'Empire ; et aussi un *palmi mercantile* de 0,248 987 m, les 3/4 d'un pied du type de 18 doigts qui serait à 0,331 982 6 m : c'est le pied le plus courant des cannes méridionales.

Mazzarella, staiolo

Une observation du *Prospetto* (1811 : 91 de l'édition comportant des tables), reprise par Prony (1822 : 434) et par Donini (1833 : 11), a sauvé de l'oubli une mesure linéaire appelée *mazzarella*, dite d'abord presque égale à la moitié de la *canna architettonica* (édition du *Prospetto* sans tables), puis donnée précisément pour 1,121 9 m par les autres sources – ce qui est assez différent. Quarante-huit de ces longueurs délimitaient la circonférence d'un cercle prescrit pour le battage des blés sur les places des villages. Mais j'avance plutôt que c'est, à l'inverse, le diamètre de ce cercle qui a déterminé aussi précisément cette *mazzarella* : ce diamètre serait, selon une approximation ancienne de π , de 48 unités à $7/22$ de la *mazzarella*. En métrique : $1,121\ 9 \times 7/22 = \sim 0,357$ m. C'est un pied manuel valant assez précisément $6/5$ du pied du *palmi* ($\sim 0,357\ 5$ m). On aura ainsi idéalisé un cercle construit en réalité à partir d'un centre où l'on fichait l'extrémité d'un cordeau de 24 de ces pieds qui donnaient le rayon du cercle voulu, ce qui était plus facile que d'en tracer la circonférence au moyen d'une corde de 48 *mazzarelle*, soit près de 54 mètres, ou de la pose d'un polygone à 48 faces... On a pu calculer : un de ces pieds $\times 22/7 =$ une *mazzarella*, mesure dont on aurait eu (c'est à voir) un étalon conservé à la *Dogana de'Pesi e Misure*. En fait tout cela induit la présence, que je

propose ci-dessous de retrouver dans la mesure agraire, d'une perche de 12 pieds manuels – employée ici, dirait-on, dans un contexte de travail communautaire très ancien.

Les unités de mesure superficielle agraires, à Rome, sont au départ énigmatiques. En effet, la *pezza*, unité centrale, que Peto hésite, avec raison, à considérer comme la conversion d'un jugère antique (1573 : 11 *sq.*), est construite comme tous ses multiples et sous-multiples sur un décompte n'engageant aucun des quatre *palmi* romains directement ! On se sert d'une baguette nommée *staiolo*, ramenée à $5 \frac{3}{4}$ *palmi* de la *canna architettonica*, soit 1,284 675 4 m – et qui n'est donc pas la *mazzarella* ni la *canna d'ara*. Il est important de relever que la *pezza* est déjà décrite, au XVI^e siècle – et par Luca Peto, un érudit des mieux informés – au sein du système romain des mesures de superficie tel que Martini le présente au temps de sa conversion métrique, sans aucun changement. Or, Peto ne qualifie pas ce système de nouveau, ce qui nous autorise à le faire remonter à la période médiévale. Il faut encore relever que la *pezza* servait à mesurer les vignes et les vergers, et que les terres arables l'étaient au moyen d'un multiple, le *rubbio* (cf. *infra*) ; et que le *staiolo*, plutôt que d'être un piquet de clôture ou un échelas normalisé, comme le pense Peto, est forcément, dans son expression fractionnaire, une mesure divisionnaire de conversion – qu'il va falloir déceler.

Pezza, rubbio

La *pezza* renferme 4 *quarte* de 4 *catene* de 100 *staioli*, toutes ces sous-unités étant à comprendre au carré, et donc 1 600 *staioli* carrés soit 16 chaînes carrées, la *quarta* renfermant bien sûr 4 chaînes carrées et la chaîne, 10×10 *staioli*. La *pezza* figure donc un carré de 40×40 *staioli*. Cela produit le compte particulier de $(5 \frac{3}{4} \times 40)^2 = 52\,900$ *palmi* carrés. Le système regroupe ensuite 7 *pezze* dans un multiple, le *rubbio*, de 112 chaînes carrées, qui aurait servi à l'arpentage des terres. Peto ne s'explique pas l'étymologie du terme, proposant les graphies *rubium* et *rublum*. Du Cange non plus : il insiste plutôt, à propos de ses dérivés, sur leur acception comme unités de capacité ou de poids. L'encyclopédie italienne Treccani donne comme origine l'arabe *rub* : un quart. Le *rubbio* de terrain se décompose en une autre suite de mesures : en 4 (différentes) *quarte* de 28 chaînes carrées se divisant en 4 *scorzi* de 7 chaînes carrées (du latin *scortea*, comme l'écrit Peto), *scorzi* eux-mêmes divisibles en 4 *quartucci*

(inconnus de Peto) de $1\frac{3}{4}$ chaînes carrées, soit 175 *staioli* carrés – sous-unités où rien n’est au carré. C’est à y perdre et son latin, et son italien.

L’observation de similarités entre quelques unités de mesure agraires données par Martini (1883) et par d’autres sources (Doursther, 1840 ; *Tavole* [...], 1877, etc.) pour les États de l’Église et leur frange au sud autorise une hypothèse. Dans un premier temps, cet examen est parti de Bologne et s’est arrêté à Salerne, Naples présentant de son côté un changement significatif – l’autre exception notable étant Ravenne. Pour régler tout de suite ce dernier cas, observons que cette vénérable cité n’a pas conservé de mesure originale, et qu’elle a calqué l’unité qu’elle a livrée à la conversion métrique, au XIX^e siècle, sur l’arpent de Paris ! Le calcul peut bien ne dater que du temps de son appartenance à l’Empire napoléonien. En effet, la *tornatura* de Ravenne a beau se décrire en 100 cannes carrées de 10×10 pieds : le pied employé, d’une invraisemblable longueur de 0,584 607 7 m, n’est visiblement que le résultat de la division par dix d’une perche de Paris de 18 pieds de roi comptée pour 5,846 077 m, ce qui est très proche de sa mesure reconnue : 5,847 109 2 m au mètre définitif. Et 100 perches carrées composent bien l’arpent de Paris. Celui-ci a été converti pour 3 418,869 3 m² ; alors que la *tornatura* de Ravenne l’a été pour 3 417,661 5 m².

En revenant à la *pezza* de Rome et en la rapprochant du *moggio* de Salerne, on s’aperçoit que le côté de la mesure figurant un carré renferme soit 40 *staioli* de $5\frac{3}{4}$ empans (à Rome), ou 30 *passi* de $7\frac{2}{3}$ empans (à Salerne) : ce sont dans les deux cas 230 empans. C’est le même compte, et le compte est toujours notre premier indicateur. On voit d’après sa conversion à 0,263 670 m que Salerne utilise l’empan napolitain valant $\frac{3}{4}$ d’un pied manuel (de $\frac{6}{5}$ de pied de type romain) alors que Rome utilise celui du pied néo-romain : une substitution est à prendre en compte, en gardant à l’esprit l’idée que la présence de ces deux pieds n’est pas due au hasard.

À Rome, 40 *staioli* de $5\frac{3}{4}$ empans font 230 empans soit $172\frac{1}{2}$ pieds de type romain, lesquels pourraient représenter, par un ajustement minime, 144 pieds manuels : en effet, $144 \times \frac{6}{5} = 172\frac{4}{5}$, et ce nombre $\times \frac{4}{3} = 230\frac{2}{5}$ empans. Il est clair que l’on a voulu créer un *staiolo* maniable à $5\frac{3}{4}$ empans romains plutôt qu’aux $5\frac{19}{25}$ (soit $5\frac{75}{100}$ plutôt que $5\frac{76}{100}$) du

quotient exact de $230^{2/5}$ empans \div 40. Ces 144 pieds manuels se diviseraient aussi bien en 12 perches de 12 pieds, et c'est de cette perche dont dépendait indirectement la *mazzarella* décodée ci-dessus ; elle rappelle surtout la *pertica legitima de pedes duodecim ad extensis brachiis mensurata* [ou encore] *vel ad extensionem brachii*, selon la définition même du pied manuel, observée pour les IX-X^e siècles sur des terres ecclésiastiques par Ughelli et mentionnée par Du Cange. Ainsi guidé peut-être, Guérard relève encore (1844 : 959) une perche de 12 pieds « justes » dans une charte de 765 qui précise en effet : « ... *et ipsa perticas de pedes deodecim ad pedes iustus* [sic] *ut dixi...* » (Brunetti, *Cod. diplom. tosc.*, t. I : 584).

C'est en redivisant cette perche de 12 pieds manuels qui est une expression de 2 toises de 6 pieds que l'on retrouve sans équivoque l'*orgyia géométrikè* de 9 empans du pied byzantin ordinaire de 16/15 du pied romain, soit aussi de 8 empans du pied manuel : $9 \times 3/4 \times 16/15 = 8 \times 3/4 \times 6/5 = 6 \times 6/5$ pieds, soit 6 pieds manuels (cf. 01.4. *Présence des mesures byzantines*). De cette manière, la *pezza* s'avère être l'accolement en forme d'*heredium* carré de deux *modioi* byzantins de la 3^e catégorie, et nulle autre mesure. Ces *modioi* se donnaient en effet en $2 \times 12 \times 12 = 288$ orgyies carrées (Schilbach, 1970 : 268) – un peu comme des jugères mais sans en être. Deux de ces unités devaient donc couvrir 576 orgyies carrées soit $2\,585,518\,8\text{ m}^2$, valeur métrologique – alors que la *pezza* a été convertie en métrique pour $2\,640,625\,7\text{ m}^2$. La différence s'explique par l'emploi du *palmò* du pied néo-romain, plus long que l'antique, et qui ne peut dater d'avant le IX^e siècle (03).

Quant au multiple nommé *rubbio*, il regroupe 7 *pezze*, nombre étonnant où pointe un arrangement. Cela lui donne le compte (Peto n'en connaît pas d'autre) de $7 \times 1\,600 = 11\,200$ *staioli* carrés. Répétons que le *rubbio* se divise aussi en 4 *quarte* de 28 chaînes carrées se divisant en 4 *scorzi* de 7 chaînes carrées eux-mêmes divisibles en 4 *quartucci* de $1\,75$ chaînes carrées soit 175 *staioli* carrés. Aucun de ces nombres n'est un carré parfait alors que les divisions par 4 indiquent assurément que l'on a construit une unité de carré et carré. Aussi la seule possibilité envisageable est-elle que le *rubbio* ait été réduit à ses 7/8 ; c'est toujours pour exiger plus d'impôt, peut-être ici sous le prétexte que l'utilisation du pied néo-romain renforçait la mesure. Alors un *rubbio* composé non pas de 7, mais de 8 *pezze* vaudrait 16 *modioi* byzantins de la troisième catégorie, ce qui est 4 *megaloi modioi* dont

36 composaient le *zeugarion* (le *jugum* byzantin de 144 *modioi*). Le *rubbio* répondrait ainsi à la notion que l'étymologie du mot induit (arabe *rub*, un quart), à l'inverse : il n'en faudrait en nombre qu'un quart (soit 9) pour égaler les 36 *megaloi modioi* que le *zeugarion* renfermait normalement. Sa dénomination a pu remonter de régions méridionales de l'Italie où la présence arabe avait relayé pour un temps le pouvoir byzantin en conservant ses institutions fiscales (Lefort *et al.*, 1991 : 22).

L'unité de mesure agraire de la Rome pontificale est répandue dans ses États et, sans surprise, plus loin. En partant du nord : à Bologne, la *tornatura* décrite plus haut en 12×12 perches de 12 pieds présente dans le fond le même compte, mais elle utilise le pied carolingien, le substituant au pied manuel – ce qui rétrécit la superficie de l'unité à $2\,080,4 \text{ m}^2$. En allant vers le sud : il est clair que le *moggio* de Salerne est la même unité que la *pezza* de Rome (230×230 empan, ici en 30×30 pas de $7^{2/3}$ empan) mais avec une substitution arbitraire d'un empan du pied manuel à celui du pied de type romain, ce qui l'agrandit de beaucoup : il fut converti en métrique pour $3\,677,7 \text{ m}^2$. Ces deux résolutions sont fort éloignées des $\sim 2\,640,6 \text{ m}^2$ de la *pezza* de Rome, exacte dans son principe et dans sa description au *palmo* du pied de type romain. De tels dérapages sont très courants, comme déjà constaté. Tout était ensuite question de barème fiscal.

11.5. Le *Mezzogiorno*

Naples « française »

Un problème se pose à Naples avec son pas de $7 \frac{1}{3}$ plutôt que de $7 \frac{2}{3}$ emfans (Martini, 1883 : s. v. « Napoli », p. ex.), emfans identiques à ceux de Salerne, de $\frac{3}{4}$ d'un pied manuel. La solution provient paradoxalement de l'histoire du pied de roi... de France, ai-je pu conclure. Et ici, il faut remonter, pour comprendre cette influence, à l'intervention de Charles d'Anjou à Naples au XIII^e siècle, lui qui est réputé avoir édicté de nouvelles mesures pour la ville (Salvati, 1970 : 26). Car voici mon interprétation : le *passo di terra* de Naples, de $7 \frac{1}{3}$ *palmi* seulement, doit se décoder en : $7 \frac{1}{3}$ *palmi* $\times \frac{3}{4} = 5 \frac{1}{2}$ pieds manuels ; lesquels $\times \frac{6}{5} = 6 \frac{3}{5}$ pieds de type romain ; lesquels $\times \frac{10}{11} = 6$ « pieds de roi 2 » *finis*. On se rappelle en effet la première rectification du pied de roi, qui donne ce « pied de roi 2 » en vigueur officiellement au moins depuis François I^{er} – mais dont nous voyons ici qu'il est de beaucoup antérieur – comme ayant provoqué une chute de $\frac{10}{9}$ à $\frac{11}{10}$ de son rapport avec le pied néo-romain (cf. 09.2). Cela fait que le *passo di terra* de Naples est une toise de roi – même si sa mesure, en 1811, est un peu courte à 1,933 580 m (cf. cependant *infra*). Cette harmonisation est la clé de l'unité de mesure agraire de Naples, fixée à n'en pas douter au moment évoqué, et qui a été ainsi mise en parfaite adéquation avec une mesure de la France royale. Car $7 \frac{1}{3}$ *palmi* de Naples égalant 6 pieds de roi, le *passo di terra* égale une toise de roi et 30×30 *passi* = 900 toises carrées = 32 400 pieds carrés. C'est une définition de l'arpent de Paris strictement équivalente à l'officielle, de 10×10 perches de Paris de 18 pieds de roi = 32 400 pieds carrés. Tel était le *moggio* de Naples : une expression « angevine » de l'arpent de Paris.

Quelque chose encore se cache sous cet ajustement, que l'on peut raisonnablement conjecturer : ayant sans doute trouvé à Naples la même mesure agraire et le même *passo* qu'à Salerne, les administrateurs angevins – c'est une supposition, mais il n'y a rien d'aragonais dans les mesures de Naples, sauf l'édit de Ferdinand I^{er} (Afan, 1840 : 6) qui les sanctionne après coup en 1480 – ont donc rendu cette mesure conforme à l'arpent de Paris en réduisant le *passo* de $7 \frac{2}{3}$ à $7 \frac{1}{3}$ emfans. Cela donne un *moggio* de 220×220 emfans (plutôt que les 230

de Salerne et de Rome). Mais la substitution, antérieure à ces décisions, à Salerne comme à Naples, de l'empan du pied manuel à celui du pied de type romain, avait de toute façon agrandi fortement la mesure du *modios* byzantin, ce dont ces administrateurs se sont visiblement aperçus : une trace de leurs réflexions subsiste dans l'édit de 1480, avec l'indication que le *moggio* de 900 pas carrés se divisait en 10 *quarte* (Afan, 1840 : 91). Ce décompte paraît étrange mais l'unité redécomposée à l'empan (220 × 220) permettrait la création d'une *quarta* de 22 × 220 empan = 4 840 empan carrés.

En extrapolant : nous pouvons supputer l'existence, à l'origine, d'une mesure équivalant à 4 de ces *quarte*, soit 19 360 empan carrés. Or un *modios* byzantin de la 3^e catégorie de terres comportait 288 orgyies au carré de 8 empan de côté du pied manuel, soit 18 432 empan carrés, ce qui est assez proche. En métrique, une *quarta* napolitaine de 90 pas carrés aurait couvert (partant de Martini, 1883, s. v. « Napoli ») quelque 336,5 m², à comparer avec la superficie d'un *pinakion* – c'est ainsi que se nommait le quart du *modios* byzantin (01.3) : ~ 323,2 m². (À Rome, la *quarta* est plutôt la mesure d'un *schoinion* entier ; c'est donc sa moitié, convertie en 330,078 2 m², superficie augmentée par l'emploi du pied néo-romain, qui correspond au même *pinakion*.) Cette proximité relative rend l'identité de ces mesures plausible. Ainsi, à défaut de la respecter intégralement puisqu'elle est doublement faussée (décompte et empan), on a pu conserver à Naples le souvenir de l'unité originelle, le *modios* byzantin, avec ses divisions en deux *schoinia* puis en quatre *pinakia* – et donc continuer de l'utiliser.

Tout bien considéré, les données s'éclairent réciproquement et l'on peut tenir pour assuré : que les mesures agraires de Rome, de Salerne et de Naples sont byzantines ; que leur institution pourrait remonter à l'occupation de l'Italie par Byzance, dès le milieu du VI^e siècle ; que sans savoir à quel moment on les a converties avec précision, à Rome, à l'empan du pied de type romain, le fait est au moins antérieur au XIII^e siècle, où les mesures de Salerne et de Naples suivent déjà le curieux décompte qui en résulte, mais sont faussées par substitution d'empan ; et enfin qu'à Naples même, l'administration angevine est intervenue pour harmoniser le *moggio* avec l'arpent de Paris tout en laissant la trace assez sûre d'une *quarta* antérieure dont

quatre répondent assez bien à la définition du *modios* byzantin de la 3^e catégorie, celui qui fut pris deux fois pour composer la *pezza* de Rome.

Plus flou, plus net

Les sources de nos connaissances des mesures des Deux-Siciles, et non seulement de Naples et de Salerne, remontent principalement aux ouvrages laissés par un scientifique érudit (Visconti, 1838) et par un ingénieur et administrateur (Afan de Rivera, 1840), qui avaient l'un et l'autre pour ambition de mettre de l'ordre dans le fouillis qui régnait parmi les mesures du royaume – pas seulement les mesures agraires – tout en maintenant l'essentiel de ce système traditionnel en s'opposant à l'introduction du système métrique décimal. Leurs propositions sont d'ailleurs à la base de la loi napolitaine de 1840 qui régla la question pour un temps, jusqu'à l'adoption du système métrique dans l'Italie unifiée (Lugli, 2014).

Plusieurs expériences avaient été menées depuis les dispositions prises en 1811, avec la présence française à Naples ; le *palmo* avait alors été étalonné sur d'antiques barres de fer à 0,263 670 m ; d'autres évaluations circulaient. Visconti (1838 : 31 *sqq.*, puis 92 *sqq.*) propose d'abord de rectifier le *palmo* en lui trouvant une correspondance géodésique, à l'exemple du mètre : le *palmo* serait désormais (mais c'est pour lui une restitution rigoureuse, selon la croyance que les dimensions du globe terrestre étaient connues avec précision depuis l'Antiquité) la 7 000^e partie d'une minute d'un degré terrestre moyen. Bien qu'il explique que le quadrant a été réévalué à ~ 10 000 724 m (et non plus à 10 000 000 m), ce qui donne la mesure du mille nautique de 60 au degré à ~ 1 851,986 m, notre auteur ne retient pas le *palmo* de 0,264 569 4 m qu'on pourrait en déduire (1/7 000 du mille). Il se rallie plutôt à une évaluation collée au mètre voulant que 10 000 000 m équivaillent à 5 400 000 *passi itinerari* de 7 empan – puisqu'il y a pour lui 1 000 de ces *passi* dans une minute d'arc, et $1\,000 \times 60 \times 90 = 5\,400\,000$ –, le *palmo* mesurant alors 1/7 du quotient de ces deux nombres, soit 0,264 550 2 m – pour 0,264 833 4 m à l'empan du pied manuel antique, valeur métrologique, « coïncidence » admirable. Afan de Rivera abonde en ajoutant que le mètre renferme 3,78 *palmi*, en exacte proportion : plus simplement en effet, en divisant les deux grands nombres par dix millions : $1\text{ m} = 0,54\text{ passo qui} \times 7 = 3,78\text{ palmi}$.

Bien entendu, l'origine du *palmo* napolitain n'est pas géodésique. Il vient d'être démontré que les mesures, à Rome et plus au Sud, sont d'origine byzantine, avec une perche cachée de 12 pieds manuels qui vaut deux orgyies géométriques. Le *palmo* napolitain était bien l'empan d'un pied manuel et sa dimension avant rectification était déjà assez précise. Nous avons encore une autre indication de l'usage officiel de ce pied et probablement de la métrologie byzantine en général ici. Salvati (1970 : 22) raconte, le reprenant d'Afan de Rivera, que d'après la tradition, Frédéric II, à son retour de la Croisade, aurait introduit à Naples une mesure « d'origine arabe » : un *palmo* fondé sur un demi-*braccio* romain divisé par 15 et dont il serait les 12/15. L'origine arabe est plus que douteuse. Ni Salvati ni Afan de Rivera n'élaborent d'explication là-dessus, et cet énoncé est à compléter : soit c'est un *braccio* moderne de Rome entier de $1\frac{1}{2}$ pied \times 12/15 qui égale 6/5 de pied romain, c'est-à-dire un pied manuel dont on utilisera l'empan, et c'est le *palmo* napolitain ; soit c'est un demi-*braccio* au sens ancien d'aune de deux pieds, donc un pied romain dont 12/15 sont les 3/4 de 16/15, c'est-à-dire l'empan du pied ordinaire byzantin. On attribue donc à Frédéric II l'obligation de ne plus utiliser que les mesures issues de la métrologie byzantine et peut-être seulement l'empan du pied manuel. Encore une fois, l'orgyie géométrique byzantine mesurait 9 empan du pied ordinaire, soit 8 empan du pied manuel, ce qui égale 6 pieds manuels dans les deux cas, les deux pieds étant dans un rapport de 9 pour 8.

Quant aux mesures agraires de superficie, Visconti propose de les conserver, avec les corrections nécessaires, et aussi de les ramener toutes à des multiples de 1 000 pas carrés itinéraires fixés à 7 *palmi* au pas rectifié. Afan de Rivera va plus loin en abandonnant tous les pas agraires (il y en avait de 4 à $19\frac{1}{2}$ *palmi*, la plupart d'un nombre fractionnaire) en faveur d'une canne de 10 *palmi* déterminant une mesure de 100 cannes carrées = 10 000 empan carrés, mesure qu'il nomme *moggio legale*. Observons qu'ainsi, sans rien changer aux manières locales de décompter les mesures agraires de superficie, on pourrait toutes les exprimer en un certain nombre de *moggia legali*, avec une fraction décimale : le *moggio* de Naples de 30×30 pas de $7\frac{1}{3}$ empan = 48 400 empan carrés vaudrait dès lors 4,84 *moggia legali* ; celui de Salerne, 5,29 *moggia*, etc. Les plus étranges mesures également : la *coppa* de 50 pas carrés au pas de $9\frac{1}{3}$ empan = $\sim 4\,355,25$ empan carrés vaudrait 0,435 525 *moggio* ;

ou bien celle de 50 dextres carrés de $13^{7/12}$ empans, 0,922 5 *moggio*, etc. Cela aurait le mérite de rendre les mesures comparables – et les taux d'imposition, plus faciles à gérer.

C'est qu'il y avait, selon l'enquête diligentée en 1819 auprès des maires des 2 856 communes du *Mezzogiorno* continental d'alors et compilée par Afan, 186 unités de mesure agraires différentes. Afan les décrit par leur composition en pas divers (de 4 à $19\frac{1}{2}$ empans) et d'après le nombre de pas carrés, en donne l'équivalence dans les deux sens (local \leftrightarrow légal) jusqu'à 100 unités, les numérote – dans un ordre difficile à comprendre, où Naples a le numéro un – puis apparie un répertoire alphabétique des communes au numéro de la mesure qu'elles utilisent (de 1 à 186). Les tables qui en résultent et qui semblent très précises sont cependant sujettes à caution. Nous ne savons rien des plus nombreuses attestations que ce qu'en dit Afan de Rivera. Certes, l'empan napolitain était utilisé dans tout le *Mezzogiorno* mais, pour aborder ces descriptions de mesures, il faut sans doute faire la part des confusions, des erreurs, des substitutions d'empans, et aussi du désir d'Afan de Rivera de présenter un tableau cohérent...

Rita Compatangelo (2003 ; 1990 *et alibi*) a procédé à un dépouillement méticuleux de ces données en vue d'y rechercher une continuité entre l'arpentage romain et les mesures agraires si diverses de la liste d'Afan de Rivera. Il est légitime de supposer que des parcelles en culture se soient appuyées sur des limites antiques : réseau de voies, fossés, murets de soutènement, etc. L'archéologie, terrain de prédilection de l'auteure, en apporte de nombreuses indications probantes. Mais on ne peut que difficilement conclure à une continuité métrologique en découvrant des décomptes de mesures tout à fait étrangers à celui du jugère romain. L'auteure est d'ailleurs consciente de l'influence de Byzance dans le *Mezzogiorno*, mais elle n'emprunte pas cette voie d'une possible identification, se fiant plutôt aux résolutions en métrique. Or pour analyser les données d'Afan de Rivera et dans le but d'identifier les unités de mesures qui se cachent sous cette avalanche de 186 décomptes différents, il est loisible de repartir de ces derniers.

On peut d'abord regrouper (d'après le dépouillement de Compatangelo) : 50 unités de mesure qui se comptent à un pas ou canne de 8 empans (du pied manuel), l'orgyie géométrique byzantine ; et leur adjoindre celles qui se mesurent à des pas de 4, de 16 et de 12, ou même de

6 empan, et qui sont au nombre, respectivement, de 10, 3, 10, et 7 unités : on en arrive ainsi, déjà, à 80 unités mesurées d'une manière compatible avec l'originelle, sur 186. Ensuite, on peut observer les décomptes en empan carrés qui correspondent aux *schoinia* carrés de 10×10 (pour les 1^{re} et 2^e catégories de *modioi*) et 12×12 orgyies carrées (3^e catégorie). On trouve ainsi 30 unités qui sont des multiples du premier *schoinion*, mais 7 seulement qui le seraient du second. C'est sans doute qu'aucun des multiples de celui-ci (12×12 orgyies soit 96×96 empan = 9 216 empan²) ne se dénombre à la centaine ni même à la dizaine d'empans carrés : la tentation devait être forte d'arrondir le nombre total puis de le diviser par un nombre inventé de pas et d'empans au pas ; d'où, peut-être, les très nombreux pas composés d'un nombre fractionnaire d'empans.

Quant aux substitutions de pas, on peut en soupçonner pour deux raisons. La première : plus d'une commune a pu répondre à l'enquête en choisissant le pas itinéraire de 7 empan, officiel lui aussi, comme base, l'assimilant à l'orgyie. Ainsi les mesures à ce pas, si elles renferment un nombre de pas carrés correspondant à la somme des orgyies carrées des deux sortes de *schoinia*, soit 100 et 144, pourraient bien en être. Il y a en tout 29 mesures au pas de 7 empan, dont 16 pour lesquelles c'est le cas, sans compter les sous-multiples (de 50 ou 72 pas²). Dans le domaine des substitutions d'empans, autre embûche, on peut relever que, les unités de Naples et de Salerne étant radicalement faussées à ce titre, cela entraîne un doute sur le fait qu'elles aient vraiment existé dans 678 et 192 communes, soit en tout 870, près du tiers des 2 856 communes recensées.

Nettement enfin, dans la progression des superficies, on trouve au début celle d'un demi-*schoinion*, 50 orgyies carrées de 8 empan de côté, un *pinakion* (n° 142) ; puis celle d'un *schoinion* entier (n° 141) ; ainsi de suite jusqu'à 12 *schoinia* carrés de la 2^e catégorie (n° 124). Quelques mesures immenses induisent l'idée d'allocation de terre (*jugum*, *zeugarion*, cf. 01.4 et ci-dessus). L'extrême est tenu par une mesure de 72 000 pas carrés qui, si on admet une substitution du pas napolitain à l'orgyie géométrique, représente 720 *schoinia* carrés de 10×10 orgyies, soit 360 *modioi* ; ou bien ce seraient encore 500 *schoinia* carrés de la 3^e catégorie, de 12×12 orgyies. En tout, l'empreinte de la métrologie agraire byzantine paraît déterminante – à l'exclusion du système romain et de tout autre.

Par ailleurs, il faudrait encore tenir compte, pour contrebalancer l'idée d'anarchie, des spécificités du régime de la propriété foncière et des actes la concernant en Italie méridionale, où les terres royales, les fiefs indivisibles, les grandes dotations ecclésiastiques, les *latifundie* anciennes et modernes, terres cultivées par une population de fermiers, de métayers et d'ouvriers agricoles, ne justifiaient guère qu'on les mesure fréquemment et donc que l'on tienne à jour les règles prescrites en la matière, problèmes qui devaient être encore plus criants en Sicile.

En Sicile

Le cas de la *Sicilia ulterior* ou des terres *di là dal Faro*, selon les expressions de nos auteurs, est différent. On trouve chez Salvati (1970 : 16 *sqq.*) un bref résumé de l'historique de la question, exposé en détail par Visconti (1838 : 98 *sqq.*) et par Afan de Rivera (1840 : 455 *sqq.*), remontant bien sûr à Frédéric II, passant par des décisions du tournant du XVI^e siècle et aboutissant à la loi de 1809 (la Sicile sous les Bourbons, et non dans le royaume de Naples de Murat), avec l'intervention de savants – les astronomes Piazzzi et Cacciatore, l'économiste Balsamo et l'ingénieur Marabitti. On se mit d'accord sur la restitution d'un système – que l'on pensait avoir été autrefois unifié – de tous les poids et mesures. Cet accord achoppa cependant (orgueil des vieilles cités ?) sur le choix du *palmo* sicilien qui serait réduit en fraction du mètre. C'est pourquoi on décréta un *palmo* sicilien moyen légal, à 0,258 097 819 m, arrondi pour les calculs de superficie à 0,258 098 m. Plus tard, dans la loi napolitaine de 1840 valable pour tout le royaume, ce sera 0,975 610 *palmo* napolitain rectifié. Cette dernière loi considérait comme différents les empan les plus usités en Sicile mais n'en donnait le rapport qu'avec le *palmo* légal de Naples, et non plus avec celui de Sicile moyen ni non plus avec le mètre. Par exemple, l'empan de Palerme, le plus court, était censé valoir 0,966 802 3 empan de Naples à 0,264 550 2 m, soit 0,255 767 8 m (Afan, 1840 : 531) ; alors qu'il avait valu (Visconti, 1838 : 103) 0,990 072 empan légal de Sicile de 1809, ce qui lui donne $0,258\ 098 \times 0,990\ 072 = \sim 0,255\ 535\ 6$ m, dimension très proche, mais non identique. On entrevoit bien les difficultés engendrées par les conversions. Tous très légèrement plus courts, donc, que l'empan napolitain, ceux de Sicile n'en étaient pas moins des empan de pieds manuels.

La loi sicilienne de 1809 imposait également un système de mesures agraires unique, avec pour pivot le *tomolo*, une corde au carré de 16×16 cannes de 8 de ces empan. Or quand Martini (1883 : s. v. « Palermo »), ajoute un ancien *tomolo* à la même corde mais à la canne de 9 empan, il ne fait sans doute que nous redire que l'orgyie byzantine alignait 8 empan du pied manuel ou 9 empan du pied ordinaire : il s'agissait probablement de la même mesure. Mais bien d'autres unités disparurent. La loi de 1809 recense 48 *tomoli* différents abolis, mesurés avec des cordes non pas de 16 cannes, mais de 13, 14, ..., plusieurs d'un nombre fractionnaire de cannes, et jusqu'à 30 cannes (Afan, 1840 : 532 *sqq.*). Comme il s'agit forcément de réductions au carré au moyen du même empan, cela ne nous dit rien de précis sur l'état originel de ces mesures.

Et puis le *tomolo* légal n'existait peut-être même pas auparavant et il a pu être décrété pour permettre de réduire les autres à sa mesure facile à diviser, à la manière, plus tard, du *moggio legale* de Naples. Ce *tomolo*, une corde carrée de 16×16 cannes, est beaucoup plus grand que le *schoinion* carré, qui était composé soit en 10×10 , soit en 12×12 orgyies, et l'on ne peut supputer de diagonale, au vu des nombres en présence. Le *tomolo* de Sicile semble représenter un compromis médian entre les deux sortes courantes de *modioi* byzantins – composés de deux *schoinia* carrés, donc de 200 ou de 288 orgyies carrées, respectivement, avec ses 256 orgyies carrées. On ne peut être ici plus affirmatif à propos des mesures agraires siciliennes, sauf à constater qu'elles furent unifiées sur une canne qui répondait à la définition de l'orgyie géométrique byzantine.

À l'instar d'autres remises en ordre des mesures traditionnelles au XIX^e siècle – Grande-Bretagne, Prusse, ... –, le double système des Deux-Siciles de 1840, *di qua e di là dal Faro*, était surtout voué à barrer la route au système métrique décimal. Il avait retrouvé pour cela, sans peut-être que ses promoteurs Visconti et Afan de Rivera l'aient perçu, ses racines byzantines.

11.6. La limite retrouvée

En introduction à sa traduction nouvelle des textes gromatiques en italien, S. Del Lungo démontre, avec une érudition remarquable, l'importance attachée, durant le haut Moyen Âge, à la question de la mesure des terres – d'un point de vue politique, mais aussi philosophique et religieux – aussi bien qu'il suit les indications géométriques et techniques de ses sources et qu'il s'appuie sur ses propres découvertes en archéologie. Dans un très substantiel premier chapitre significativement intitulé « Da Teoderico al *pes Liutprandi* » (2004 : 17-182 ; 153 *sqq.* pour notre propos), il nous entraîne à la découverte de constructions particulières, les *arce*, qu'il relie à la question complexe des *termini*, des confins, chez les *agrimensores* et selon un grand nombre d'actes de la pratique. Or les dimensions de deux de ces *arce*, ces « bornes » monumentales qui lui paraissent délimiter, au VIII^e siècle (elles seront réutilisées au IX^e), un *limes* lombard au nord de Rome, peuvent s'expliquer au moyen des propositions métrologiques du présent essai.

Près d'un lieu-dit nommé précisément, dans les sources, *Pes Leuprandi* (aujourd'hui Casa Liblandi, à quelque cinq kilomètres au nord de Monte Romano, province de Viterbe) se dresse une de ces *arce* (Del Lungo, 2004 : 155 *sqq.*). C'est un édicule rectangulaire de pierre liée au mortier, autrefois surmonté d'une voûte, muni d'une porte d'entrée à l'angle de l'une de ses faces étroites et d'un jour carré « en gueule de loup » (de 0,22 m, ce qui nous attire vers l'idée d'empan) sur l'une de ses faces allongées. Del Lungo peut retracer les raisons de sa localisation dans le contexte de frontières romano-lombardes puis ecclésiastiques mouvantes et je renvoie à ses explications élaborées. Il affirme non sans raisons que ces sortes d'« autels » à la mesure illustrent, par leurs dimensions mêmes, les unités fondamentales et leurs multiples qu'il s'agissait d'utiliser pour respecter les ordres d'une autorité à propos des limites et des étendues ainsi revendiquées.

Les dimensions internes de l'*arca* sont à analyser : 5,350 × 2,200 m. D'abord ce ne sont pas 12 × 5 « pieds lombards » – unité identifiée abusivement au pied Liprand moderne de Milan de 0,435 185 m qui ne date lui-même que du XVI^e siècle –, d'autant plus qu'il faudrait

admettre ici un renforcement de quelque 1 cm par pied, donc de 12 et 5 cm des deux dimensions, ce qui est beaucoup. [Rappel : le vrai pied Liprand est la coudée ordinaire byzantine, de 8/5 pied romain, métrol. 0,470 814 75 m, qu'il faut reconnaître à Pavie, et non à Milan (02.2 ; 11.2).]

Ces étalons représenteraient plutôt, avec assez de précision : dans la longueur, 24 empans d'un pied de type romain (~ 5,3 m), résultat fort convenable pour une maçonnerie. On peut d'ailleurs penser à plus de précision encore en supputant l'effritement d'un parement intérieur depuis l'écroulement de la voûte. Quant à la largeur, elle équivaut à 10 empans du même pied romain (~ 2,2) m.

La longueur de 24 empans romains ne frappe pas par un emploi courant ailleurs en tant que telle, mais par les possibilités de rapprochements qu'elle offre : on peut voir ici, en correspondance parfaite ($24 \times 3/4$), une longueur de 18 pieds romains ; ou bien ($18 \times 5/6$) de 15 pieds manuels, soit ($15 \times 4/3$) de 20 empans de cette sorte ; une autre égalité encore ($18 \times 8/9$), de 16 pieds de 18 doigts. Mais il serait presque impossible d'en extrapoler les perches fondées sur le pied Liprand véritable, puisque 24 empans romains valent : ($24 \times 15/16$ =>) $22 \frac{1}{2}$ empans soit $16 \frac{7}{8}$ pieds byzantins soit $11 \frac{1}{4}$ coudées (pieds Liprand), nombres fort peu maniables. Cette longueur de 24 empans n'est là, peut-être, que pour montrer l'harmonie régnant entre certaines unités fondamentales alors utilisées, mais *à l'exclusion*, et c'est troublant mais révélateur, du pied ordinaire byzantin et de sa coudée – qui est le véritable pied Liprand, présent, lui, dans l'autre *arca* considérée (cf. *infra*).

Quant à la dimension en largeur de l'*arca*, de 10 empans du pied romain, c'est un module connu, des plus sûrs et importants : c'est en même temps un *passus ecclesiasticus* composé de deux *canne d'ara* de 4 pieds de 15 doigts chacune et qui servait à mesurer les *dextri* de l'immunité des lieux de culte (Reguin, 2020) ; et c'est également la *canna architettonica* de 10 *palmi* romains (plus tard néo-romains), dont l'importance n'est plus à souligner (ci-dessus 11.3. *La Rome pontificale*).

Proche de Casa Liblandi, pratiquement à portée de vue, au lieu-dit Cretoni, se trouve une autre *arca*, transformée ici en citerne. Sa situation et son orientation paraissent la désigner comme

repère d'un *limes* lombard sur la frontière avancée du Mignone jusqu'à la Marta (Del Lungo, 2004 : 162 n. 379). Ses dimensions internes, de $5,65 \times 4,70$ m, ne font pas que cela : elles attestent d'une manière que je dirais irréfutable de la métrologie retracée dans ces pages en représentant 12×10 pieds Liprand originels. La précision est quasiment absolue. Plus encore : 12 pieds Liprand, soit deux trabucs, constituent le côté d'une table, module cadastral resté en usage dans le Piémont et en Lombardie jusqu'au passage au métrique ; et 10 pieds Liprand constituent la perche carolingienne qui est à la base de la plupart des mesures agraires de l'Occident médiéval, ce que le présent essai dans son ensemble s'est efforcé de démontrer.

À la fin, on peut sans abus conjecturer une relation entre l'*arca* de Casa Liblandi et celle de Cretoni. Ces deux monuments marquaient une limite entre zones d'influence politique dans un contexte de correction de frontières nécessitant peut-être un nouvel arpentage des fonds de terre. Selon cette perspective, jusqu'à l'*arca* de Casa Liblandi en venant de Rome, les mesures linéaires pontificales seraient confirmées ; en face, jusqu'à l'*arca* de Cretoni en venant de Pavie, ordre serait donné d'user du pied Liprand pour composer la perche/corde lombarde de 12 pieds ou la perche carolingienne de 10 pieds – pieds qui (pour la énième et ultime fois), étant des coudées, sont 18 pieds byzantins dans le premier cas et 15 pieds byzantins soit 16 pieds romains dans le second.

Il est très satisfaisant de pouvoir terminer ce parcours sur un exemple aussi frappant et aussi convaincant. La matérialité immuable de monuments érigés à l'institutionnalité de la mesure indique l'endroit précis où le Continent se sépare en deux zones métrologiques. Ensemble, ces monuments montrent à la fois la persistance de mesures d'origine romaine, la présence des mesures byzantines et la création du système « carolingien ».

Conclusions

Instaurées pour des raisons d'ordre fiscal, les unités de mesure superficielles de l'Occident médiéval et moderne ont été définies d'abord comme des figures géométriques – et non comme la résultante d'une pratique agricole. Leur description en temps de travail ou en quantité de semence, à travers leurs dénominations imagées, ne permet pas d'en comprendre l'origine institutionnelle. À la fin d'une variété apparemment infinie, elles n'ont en réalité changé de définition que par conversion calculée.

L'ensemble des résultats atteints montre que les anciennes unités de mesure agraires ne furent l'affaire, à leur origine, ni des paysans, ni des seigneurs, ni des cités, ni même des rois mais, au moins figurément, des empereurs – successivement romains, byzantins, carolingiens, germaniques – qui devaient personnifier un Univers indépassable dont leur pouvoir, fût-il évanescent, assurait la continuité et la cohérence. Ce fut le cas, en cette matière, à l'échelle de l'Europe occidentale ; et aucune mesure promulguée ni aucune conversion de quelque importance ne semblent avoir dérogé quant au fond aux règles générales décelées.

On constate aussi que, loin de signaler un millénaire d'anarchie et d'incompétence, l'ancienne métrologie agraire manie le concept de mesure avec une grande dextérité, l'abstrayant du simple parcours d'un terrain pour parvenir au niveau idéal de mesure de compte propre au recensement de la matière fiscale, ce qui est sa raison d'être, par définition. L'examen des mesures agraires n'en reste pas moins délicat, à cause de la persistance, au long des temps parcourus et en une intrication complexe, des différents décomptes successifs des mêmes unités, de leurs conversions, et encore de leurs dérives arbitraires, ce qui occulte leur identité – démontrable non par simple analogie ou par approximation, mais par calcul.

L'usage de l'ancienne métrologie agraire, issue de modèles dégagés dans ces pages pour l'époque carolingienne, s'est prolongé jusqu'à l'adoption effective du système métrique décimal – et jusqu'à nos jours dans une partie notable du monde avec les mesures impériales britanniques et les *US customary units*.

La démonstration de cette continuité systémique, qui a été le fil conducteur de cet essai, devrait constituer, c'est du moins mon souhait au terme de ce parcours, un paramètre de recherche renouvelé, un acquis dans le domaine de la « culture matérielle » ouvrant sur un fait de civilisation d'une grande profondeur.

À partir de l'usage du pied romain de 16 doigts, du pied manuel (6/5 du pied de type romain), du pied drusien de 18 doigts – et du pied de 15 doigts par l'Église – comme mesures fondamentales dans l'Antiquité tardive, les charnières métrologiques avec le Moyen Âge, et sans autre rupture jusqu'aux Temps modernes, sont, dans le domaine agraire :

1. l'imposition en Occident, probablement dès le VI^e siècle, de la coudée, du pied et de l'empan byzantins valant 16/15 des mêmes unités romaines antiques ; toutes les unités de mesure de longueur et superficielles agraires ultérieures découlent de cette mutation ;
2. le maintien d'un jugère, classique en $2 \times 12 \times 12$ perches de 10 pieds, ou de forme *castrense* en 4 quartiers de 8×9 perches de 10 pieds, mais mesuré au pied byzantin, répandu dès avant l'époque carolingienne ;
3. la composition, aux temps carolingiens, d'une perche de 10 coudées dites pieds Liprand, soit de 15 pieds byzantins / carolingiens – perche qui renfermait par le fait 16 pieds romains ;
4. l'homologation concomitante d'une seconde, puis d'une troisième unité de mesure agraire : l'ansange soit acre de 4×40 perches, mesurée à la nouvelle perche de 15 pieds pour valoir 5/4 du jugère muté ;
5. et le Joch impérial de 6×30 nouvelles perches – unité vouée à l'harmonisation avec la métrologie agraire romaine : le Joch a été institué pour couvrir 9/8 de l'acre mais surtout 8/5 du jugère romain antique ;
6. la création, perceptible dès le IX^e siècle, du pied néo-romain et du pied néo-drusien dans le rapport mutuel de 9/10 (plutôt qu'anciennement 8/9) en vue de la la reconversion des unités de mesure agraires carolingiennes en expressions numériques compatibles avec la limitation romaine ;

7. l'usage restauré de la perche tardo-antique de 24 pieds de type romain soit 20 pieds manuels et sa division fréquente en 25 pieds plus courts – et le décompte du Joch impérial en 80 perches carrées de cette sorte. Cette perche alignera plus tard 22 pieds de roi en France ; la perche d'Angleterre (et *US*) encore en usage est la demi-diagonale de son carré.

Résultats corrélatifs et observations :

Il n'a existé, dans l'ancienne métrologie, qu'une douzaine de pieds différents (auxquels s'ajoutent leurs coudées et emfans pour $3/2$ et $3/4$), les premiers établis d'après quelques rapports simples avec le pied romain : $9/8$ (le pied drusien de 18 doigts), $6/5$ (le pied manuel), $16/15$ (le pied byzantin/carolingien), hérités de l'Antiquité ; $15/16$ (le pied ecclésiastique) ; puis $10/9$ dès le IX^e siècle avec les pieds néo-romain (de la Rome pontificale) et néo-drusien (le « pied de roi 1 » au XI^e siècle) ; puis encore $24/25$ du pied romain et surtout néo-romain aux XI^e-XII^e siècles, avec ses $16/15$ (le pied d'Angleterre) ; et aussi leurs $6/5$ (pieds manuels réduits) ; enfin $11/10$ (le « pied de roi 2 » au XIII^e siècle), puis $12/11$ du même pied néo-romain (le « pied de roi 3 » au XVII^e siècle »).

Quant à leurs valeurs métrologiques théoriques ici restituées, comparées à leurs dimensions retenues au moment de leur conversion dans le système métrique décimal, les principales unités linéaires d'Europe occidentale (le pied de Leyde-Prusse, le *palmo* moderne de Rome, le pied d'Angleterre et le pied de roi en France) correspondent à leur détermination relative à l'intérieur d'écarts maximaux de l'ordre d'un dixième de millimètre.

En dépit de l'infinie variété de leurs décomptes relevés par les sources, il n'a principalement existé, dans l'Occident médiéval et moderne, et jusqu'à nos jours en incluant l'acre anglo-saxonne, que trois unités de mesure superficielles agraires : jugère, acre et Joch. Ce constat s'oppose à l'idée répandue d'unités de mesure ergonomiques, locales, nationales ou ethniques.

Seules ces trois unités de mesure superficielles, présentes dès l'époque carolingienne, sont utilisées dans le système de prélèvement fiscal fondé sur l'allocation de grandes étendues de terres : le manse « roman » (décompté seulement en jugères ou en acres) ; la Hufe, le hide des pays germaniques (décomptés en Joche, exclusivement), sous des variantes peu nombreuses – en tout six formes, dans l'ensemble de l'Occident.

C'est l'invention du pied néo-romain – à partir du pied byzantin/carolingien, et non par imprécision – qui a permis de faire coïncider numériquement la conception et la mesure du manse carolingien avec les assignations de terres du temps de Rome : le manse prescrit, de 12 bonniers, est un *sors* antique, 1/3 de centurie. Les Hufen, plus tardives, sont différentes.

Cette évolution a bien produit un système, une métrologie originale qui n'avait plus rien de romain et qui, si elle a utilisé au départ les unités fondamentales byzantines, était également différente du système byzantin quant aux unités de mesure agraires superficielles. Son développement paraît s'être produit entre le VII^e et le IX^e siècle, avec quelques ajustements ponctuels aux XI^e-XII^e siècles. Passé cette période, il ne s'est créé aucune mesure fondamentale ni aucune mesure agraire superficielle intrinsèquement nouvelles.

Dans la partie méridionale de la France et en Italie, l'emploi de coudées, de pieds manuels ou d'empans dans la description des unités n'en modifiait pas les fondements. Dans les Allemagnes, en partie terres de conquête, on en est plus couramment resté aux définitions originelles. Dans les États de l'Église et dans ce qui deviendra le royaume des Deux-Siciles, la pérennité du pouvoir byzantin a opposé une limite à l'expansion du système métrologique mis au jour, limite qui s'est perpétuée.

C'est dire qu'à une histoire notionnelle retracée ci-dessus en six points s'ajoute une topographie confirmant premièrement le fait que les mesures sont affaire de pouvoirs souverains territorialisés ; que dans le très haut Moyen Âge, seul celui de Byzance devait être incontestable, étendu à une partie de l'Occident avec la reconquête justinienne ; et que plus tard, l'Empire carolingien a pu acquérir un tel statut, relayé par le Saint Empire, souveraineté dont ne jouirent pas les États monarchiques, princiers ou urbains de l'Occident médiéval avant le XIII^e siècle, et encore. En matière de mesures de leurs terres, l'essentiel était déjà en place, et depuis longtemps.

Les trois unités de mesure définies se sont succédé tout en demeurant en vigueur, car une terre une fois arpentée semble l'être restée à son unité d'origine. Ces étapes sont en correspondance probable avec une continuité de l'exploitation des terres depuis la fin de l'Antiquité, pour le jugère agrandi ; une réorganisation, au début de l'époque carolingienne, pour l'acre ; la

conquête de terres nouvelles dès le IX^e siècle et, dans bien des cas, un arpentage étendu petit à petit aux vignes, aux forêts et autres terres, à partir du XI^e siècle, pour le Joch impérial.

La complexité de la distribution territoriale des mesures rendrait la tâche de dresser une carte de leur expansion fort ardue, parce que ces mesures ont pu se relayer « fiscalement » sans modifier le découpage du sol. Cependant le jugère carolingien domine dans l'Italie padane et en Toscane, dans tout le Midi français, dans la vallée du Rhône jusqu'en Suisse romande ; il est également présent par endroits au long d'un couloir qui va de l'Irlande à l'Autriche. L'acre carolingienne domine dans la moitié Nord de la France et dans la moitié Sud de l'Allemagne. Quant au Joch impérial, s'il est bien la mesure des terres conquises de toute l'Allemagne au nord du Main et vers l'est jusqu'en Prusse orientale, il domine aussi dans la France de l'Ouest Plantagenêt et tend à couvrir l'Angleterre (c'est l'acre statutaire) ; on le rencontre parfois dans le Midi français. Différemment, dans l'Italie pontificale et dans un *Mezzogiorno* incluant la Sicile, la métrologie agraire, irréductible à ces trois unités, est purement byzantine.

Ouvrages consultés

- ABBÉ, J.-L. « Logique spatiale et finage d'après les sources fiscales méridionales (XIV^e-XV^e siècle) », in *Construction de l'espace au Moyen Âge : pratiques et représentations*, Actes du XXXVII^e Congrès de la SHMESP (Mulhouse, 2-4 juin 2006), Paris, 2007, p. 75-85.
- ABBÉ, J.-L. « Le paysage peut-il être lu à rebours ? Le paysage agraire médiéval et la méthode régressive », in *Les territoires du médiéviste*, B. CURSENTE et M. MOUSNIER, dir., Rennes, 2005, p. 383-399.
- ABBÉ, J.-L. « Une nouvelle lecture de l'espace rural : A. Deléage, la vie rurale en Bourgogne jusqu'au début du XI^e siècle », in *Les territoires du médiéviste*, B. CURSENTE et M. MOUSNIER, dir., Rennes, 2005, p. 35-43.
- ABBÉ, J.-L. « Aménagement de l'espace : le parcellaire rural de la bastide de Saint-Denis (Aude) », in *Campagnes médiévales : L'Homme et son espace : Études offertes à Robert Fossier*, travaux réunis par E. MORNET, Paris, 1995, p. 103-120.
- ABBÉ, J.-L. « Formation d'un paysage médiéval dans le Bassin parisien : Villeneuve-L'Archevêque (Yonne), in *Archéologie médiévale*, t. XXIII (1993), p. 57-105.
- Acta Metrologiae IV – VI^e Congrès international de métrologie historique*, publ. par Cahiers de Métrologie, J.-Cl. HOCQUET, dir., Caen, 1993.
- Acta Metrologiae Historicae III*, J.-Cl. HOCQUET, dir., St. Katharinen, 1992.
- Acta Metrologiae Historicae – III. Congrès international de métrologie historique*, G. OTRUBA, dir., Linz, 1984.
- Activité universelle (Une), peser et mesurer à travers les âges / VI^e Congrès international de métrologie historique*, J.-Cl. HOCQUET, dir., Caen, 1994.
- Actualité de la recherche en Histoire et Archéologie agraires. Actes du colloque AGER V – 19-20 septembre 2000*, F. FAVORY et A. VIGNOT, dir., Besançon, 2003.
- Ad Quadratum. The practical application of geometry in medieval architecture*, N. Y. WU, dir., série « Avista », vol. 1, Burlington VT, 2002.
- AFAN DE RIVERA, C. *Tavole di riduzione dei pesi e delle misure delle Due Sicilie*, Naples, 1840b.
- AFAN DE RIVERA, C. *Della restituzione del nostro sistema di misure, pesi e monete alla sua antica perfezione*, Naples, 1840a.
- AGNOLI, P. *Breve introduzione storica alle prime unità di misura*, ©2006.
- AGRICOLA, G. (Georg Bauer). *De re metallica* [...], Bâle, 1556 [voir DEPRez-MASSON].
- AGRICOLA, G. (Georg Bauer). *De mensuris et ponderibus* [...], en part. *Lib. De mensuris, quibus intervalla metimur*, Bâle, 1550.
- ALBERTI, H.-J. VON. *Maß und Gewicht. Geschichtliche und tabellarische Darstellungen von den Anfängen bis zur Gegenwart*, Berlin 1957.
- ALCUIN. « Propositiones Alcuini Doctoris Caroli Magni ad Acuendos Juvenes », in MIGNE, *Patrol. Lat. tomus C, B. F. Albin seu Alcuini Operum Pars VIII*, col. 1143-1144 sqq.
- ALDER, K. *The Measure of All Things* [...], New York, 2002. [En français *Mesurer le monde, 1792-1799 : l'incroyable histoire de l'invention du mètre*, traduit par M. DEVILLERS-ARGOUARC'H, Paris, 2005].
- Anciennes mesures du Centre historique de la France (Les)*, P. CHARBONNIER (dir.), Paris, 2012.
- Anciennes mesures locales (Les) du Centre-Est d'après les Tables de conversion*, P. CHARBONNIER, dir., Clermont-Ferrand, 2006.
- Anciennes mesures locales du Midi méditerranéen d'après les Tables de conversion (Les)*, P. CHARBONNIER, dir., Clermont-Ferrand, 1994.
- Anciennes mesures locales du Massif central d'après les Tables de conversion (Les)*, P. CHARBONNIER, dir., Clermont-Ferrand, 1990. [Voir aussi CHARBONNIER, P.]
- ANDREOLLI, B. « Misurare la terra : metrologie altomedievali », in *Uomo e Spazio nell'Alto Medioevo* (« Settimane di Studio del Centro Italiano di Studi sull'Alto Medioevo L »), Spolète, 2003, p. 151-192.
- ArchéoGéographie*. [Site multifonctions en ligne, nombreux travaux accessibles], CHOUQUER, G., dir., <http://www.archeogeographie.org/>
- ARENS, F. *Das Werkmass in der Baukunst des Mittelalters*, Wurtzbourg, 1938.

- ARNALDI, F., SMIRAGLIA, P. *Latinitatis Italicae Medii Aevi [...] Lexicon imperfectum*, Addenda, fasc. II, Rome, 1968, p. 1-46.
- AURÈS, A. « Essai sur le système métrique assyrien », en part. 4^e partie, « Essai sur les mesures de capacité », in *Recueil de travaux relatifs à la philologie et à l'archéologie égyptiennes et assyriennes*, G. MASPÉRO, dir., vol. VII (1886), fasc. II-III, p. 49-82.
- AURÈS, A. *Métrologie égyptienne [...]*, Nîmes, 1880.
- AURÈS, A. « Note sur le système métrique des Gaulois », in *Revue archéologique*, nlle série, 7^e année (1866), p. 183-199.
- AURÈS, A. *Nouvelle théorie du module [...]*, Nîmes, 1862.
- Aux sources de la gestion publique. Enquête lexicographique sur fundus, villa, domus, mansus*, t. I, E. MAGNOU-NORTIER, dir., Lille, 1993.
- BABEL, A. *Histoire économique de Genève des origines au début du XVI^e siècle*, Genève, 1963.
- BAILLY, F. « Notice sur les anciennes mesures de Bourgogne », in *Mémoires de la Société d'histoire, d'Archéologie et de Littérature de l'Arrondissement de Beaune*, n° 26 (1901), p. 173-223 ; n° 27 (1902), p. 155-210 ; n° 28 (1903), p. 177-265 ; n° 29 (1904), p. 223-306.
- BANGE, F. « L'ager et la villa : structure du paysage et du peuplement dans la région mâconnaise [...] », in *Annales ESC* (1984 / 3), p. 529-569.
- BARTHÉLEMY, D., DUBOIS, S. « Métrologie antique : une tige métallique graduée découverte à Mâcon (Saône-et-Loire) », in *Revue archéologique de l'Est*, t. 56, n° 178 (2007), p. 371-379.
- BEAUJOUAN, G. *Par raison de nombres. L'art du calcul et les savoirs scientifiques médiévaux* [recueil], Paris, 1991.
- BERLAN, F. *Le due edizioni Milanese e Torinese delle Consuetudini di Milano dell'anno 1216*, Venise, 1872.
- BERNARD, E. *De Ponderibus et Mensuris*, Oxford, 1688.
- BERRIMAN, A. E. *Historical Metrology [...]*, Londres et New York, 1953.
- BETTES, F. « The Anglo-Saxon Foot: A Computerized Assessment », in *Medieval Archaeology*, vol. 35 (1991), p. 44-50.
- BEVERINI, B. *Syntagma de Ponderibus et Mensuris*, Lucques, 1711.
- Bi-Lexicon – Alte Maße, Münzen und Gewichte*, H. KAHNT et B. KNORR, dir., Leipzig, 1986.
- BIGOURDAN, G. *Le système métrique des poids et mesures [...]*, Paris, 1901.
- BINDING, G. *Baubetrieb im Mittelalter*, in Zusammenarbeit mit GABRIELE ANNAS, BETTINA JOST und ANNE SCHUNICHT, Darmstadt, 1993.
- BINDING, G. « Die karolingische Königshalle », in *Die Reichsabtei Lorsch. Festschrift zum Gedenken an ihre Stiftung 764*, Darmstadt, 1977, II. Teil, p. 273-297.
- BINDING, G. « Pfalz Gelnhausen. Eine Bauuntersuchung », in *Abhandlungen zur Kunst-, Musik- und Literaturwissenschaft* 30 (1965), p. 3-122.
- BIRD, J. *The Method of Constructing Mural Quadrants [...]*, Londres, 1768.
- BLOCH, M. *Les caractères originaux de l'histoire rurale française*, Paris, 1931 [rééd. Paris, 1998].
- BLOCH, M. *Les caractères originaux de l'histoire rurale française* (1956), Tome deuxième, Supplément établi d'après les travaux de l'auteur (1931-1944) par Robert DAUVERGNE, Paris, 1961.
- BLOCH, M. « Le témoignage des mesures agraires », *Annales d'histoire économique et sociale*, n° 27 (1934), p. 280-282.
- BLOCH, M. « Mr Ludmil Hauptmann, Hufengrößen im bayrischen Stammes- und Kolonialgebiete dans Vierteljahrschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte, t. XXI. Mr Heinrich von Loesch, Zur Grösse der deutschen Königshufen dans Vierteljahrschrift zur Sozial- und Wirtschafts-geschichte », in *Annales d'histoire économique et sociale*, vol. 3, n° 11 (1931), p. 63-64.
- BÖCKH, Ph.-A. *Metrologische Untersuchungen über Gewichte, Münzfüsse, und Masse des Alterthums*, Berlin, 1838.
- BOEHLER, J.-M. *La paysannerie de la Plaine d'Alsace (1648-1789)*, Strasbourg, 1995.
- BOELCKE, W. A. « Die frühmittelalterlichen Wurzeln der Südwestdeutschen Gewannflur », in *Zeitschrift für Agrar-soziologie* (1964, cahier 2), rééd. par H.-J. NITZ dans *Historisch-genetische Siedlungs-forschung [...]*, coll. « Wege der Forschung » vol. CCC, Darmstadt, 1974, p. 131-163.

- BONIN, B. « Les anciennes mesures de l'Isère », dans *Les anciennes mesures locales du Centre-Est d'après les Tables de conversion*, P. CHARBONNIER, dir., Clermont-Ferrand, 2006.
- BÖNISCH, F. « Genauigkeitsuntersuchungen am Öderschen Kartenwerk von Kursachsen », in *Abhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig*, vol. 61, cahier 3 (1970), p. [?].
- BÖNISCH, F. « Zusammenführung einiger alten Fussmasse nach geographisch- massanalytischen Methoden », in *Bericht zur deutschen Landeskunde*, cahier 2 (1960), p. [?].
- BOSCOVICH, R. J., voir MAIRE, C.
- BOURIN, M., ZADORA-RIO, E. « La mesure au Moyen Âge et les mesures des médiévistes : remarques en forme de conclusion », in *Mesure et histoire médiévale*, XLIII^e Congrès de la SHMESP (Tours, 31 mai-2 juin 2012), Paris, 2013, p. 375-396.
- BOURIN, M., ZADORA-RIO, E. « Analyses de l'espace », in *Les tendances actuelles de l'histoire du Moyen Âge en France et en Allemagne [...]*, J.-Cl. SCHMITT et O. G. OEXLE, dir., Paris, 2002, p. 493-509.
- BOURIN, M. « Délimitation de parcelles et perception de l'espace en Bas-Languedoc aux X^e et XI^e siècles », in *Campagnes médiévales : L'Homme et son espace : Études offertes à Robert Fossier*, travaux réunis par E. MORNET, Paris, 1995, p. 73-85.
- BOURIN-DERRUAU, M. *Villages médiévaux en Bas-Languedoc : genèse d'une sociabilité (X^e - XIV^e siècle)*, Paris, 1987.
- BRAUDEL, F. *Civilisation matérielle, économie et capitalisme, XI^e-XVIII^e siècle*, 3 vol., Paris, 1979.
- BRIGAND, R. « Archaeogeography and planimetric landscapes », in *Detecting and understanding historic landscapes*, A. Chavarría Arnau et A Reynolds, dir., Mantoue, 2015, p. 173-208.
- BRIGAND, R. *Les paysages agraires de la plaine vénitienne [...]*, 2007, www.archeogeographie.org/bibli/colloques/pre-actes/brigand/brigand.pdf
- Britton (1 xxxi, 5), éd. F. M. NICHOLS, Oxford, 1865.
- BRUAND, O. *Voyageurs et marchandises aux temps carolingiens [...]*, Bruxelles, 2002.
- BRUCHET, M. *Le château de Ripaille*, Paris, 1907, rééd. Chambéry, 1979.
- BRUCHET, M. *Notice sur l'ancien cadastre de Savoie*, nlle éd. par J.-Y. MARIOTTE et R. GABION, précédée d'une étude de Paul GUICHONNET, Annecy, 1977.
- BRUTAILS, J.-A. *Recherches sur l'équivalence des anciennes mesures de la Gironde*, Bordeaux, 1912.
- BUBNOV, N. *Gerberti [...] Opera Mathematica*, Berlin, 1899.
- BURGUBURU, P. *Essai de bibliographie métrologique universelle*, Paris, 1932.
- BUDÉ, G. *De Asse. Épitomé* (édition de 1522), DE LA GARANDERIE, M.-M. et SANCHI, L.-A., éd., Paris, 2008.
- BÜSING, H. « Metrologische Beiträge », in *Kurt Bittel zum 75. Geburtstag am 5. Juli 1982 in Dankbarkeit Gewidmet*, coll. « Jahrbuch des Deutschen Archäologischen Instituts » 97, Berlin, 1982, p. 1-45.
- CAGNAZZI, S. *Su i valori delle misure et dei pesi degli antichi Romani [...]*, Naples, 1825.
- Cadastrés et espace rural : Approches et réalités antiques*, M. CLAVEL-LÉVÈQUE, dir., Paris, 1983.
- Cahiers d'archéologie romande* [devenus *Cahiers du GREAT*, le Groupe romand d'études d'archéologie du territoire], Lausanne, 1974 -
- Cahiers de métrologie*, B. GARNIER, J.-Cl. HOCQUET, P. PORTET, dir., Caen, 1983 -
- CAILLEUX, Ph., et LARDIN, Ph. « Les mesures dans les bâtiments en Normandie à la fin du Moyen Âge », in *Histoire&Mesure XVI/3-4*, 2001, p. 245-260.
- Campagnes médiévales : L'Homme et son espace : Études offertes à Robert Fossier*, travaux réunis par E. MORNET, Paris, 1995.
- CAMPBELL, B. *The Writings of the Roman Land Surveyors [...]*, Londres, 2000.
- CANADA. Codification. *Lois sur les poids et mesures*, L. R. C. 1985, ch. W-6. À jour au 14 décembre 2011, <http://lois-laws.justice.gc.ca/>
- CANINA, L. *La prima parte della Via Appia dalla Porta Capena a Boville*, vol. 1, Rome, 1853.
- CANTOR, M. *Die römische Agrimensoren [...]*, Leipzig, 1875.
- CANTOR, M. *Mathematische Beiträge [...]*, Halle, 1863.
- CARO, G. *Neue Beiträge zur Deutschen Wirtschafts- und Verfassungsgeschichte*, Leipzig, 1911.
- CARRIER, N. et M. DE LA CORBIÈRE, *Entre Genève et Mont-Blanc [...]*, Genève, 2005.

- CARRIER, N. et MOUTHON, F. « Extentes et reconnaissances de la principauté savoyarde [...] », in *Terriers et plans-terriers [...]*, *Bibliothèque d'histoire rurale*, 5 / *Mémoires et documents de l'École des chartes*, 62, 2002, p. 217-242.
- CARRIER, N. *La vie montagnarde en Faucigny à la fin du Moyen Âge [...]*, Paris, 2002.
- CASSINI, J. *De la grandeur et de la figure de la terre*, coll. « Suite des mémoires de l'Académie royale des sciences », Année 1718, Paris, 1720.
- CHAMBERLAYNE, J. *Magnae Britanniae Notitia or The Present State of Great-Britain with Divers Remarks upon the Ancient State Thereof*, Londres, 1708.
- CHAMPIER, L. « Étude métrologique des terroirs du Haut-Rhône français (de Genève à Lyon) », in *Évocations – Bulletin [...]* Bas-Dauphiné, 8^e série, n° 73-74 (1952), p. 1005-1009.
- CHANEY, H. J. *Our Weights and Measures [...]*, Londres, 1897.
- CHARBONNIER, P. et POITRINEAU, A. *Les anciennes mesures locales du Centre-Ouest d'après les Tables de conversion*, Clermont-Ferrand, 2001. (Voir aussi *Anciennes mesures locales [...]*)
- CHAVANNES, E. « Notice sur quelques poids et mesures du Pays de Vaud », in *Dictionnaire historique [...]* Vaud, par D. MARTIGNIER et A. DE CROUSAZ, Lausanne, 1867, p. 1021-1025.
- CHEVALLAZ, G.-A. *Aspects de l'agriculture vaudoise à la fin de l'ancien régime*, Lausanne, 1949.
- CHOUQUER, G. *Les parcelles médiévales en Émilie et en Romagne. Centuriations et trames coaxiales. Morphologie et droit agraires* (livre électronique édité par France Internationale pour l'Expertise Foncière), Paris, 2015, 330 p.
- CHOUQUER, G. *Cadastres et fiscalité dans l'Antiquité tardive*, Tours, 2014.
- CHOUQUER, G. « Ce que le temps fait aux formes planimétriques. Du péché originel de l'analyse de morphologie agraire à sa réhabilitation », in *Géocarrefour* [en ligne], vol. 84/4 (2009), p. 217-226.
- CHOUQUER, G., FAVORY, F., ROTH CONGÈS, A. *L'arpentage romain : histoire des textes, droit, techniques*, Paris, 2001.
- CHOUQUER, G. *L'étude des paysages. Essais sur leurs formes et leur histoire*, Paris, 2000.
- CHOUQUER, G., et FAVORY, F. « Contribution à l'évaluation du legs antique dans la morphologie agraire des campagnes françaises [...] », in *La diversité locale des poids et mesures dans l'ancienne France*, J.-Cl. HOCQUET, dir., *Cahiers de métrologie* t. 14-15 (1996-1997), p. 13-45.
- CHOUQUER, G., avec la collab. de F. FAVORY. « Aux origines antiques et médiévales des parcelles », in *Histoire et Sociétés Rurales* 4, (1995), p. 11-46.
- CHOUQUER, G., et FAVORY, F. « *De arte mensoria*, "Du métier d'arpenteur". Arpentage et arpenteurs au service de Rome », in *Histoire et mesure* VIII 3/4, (1993), p. 249-284.
- CHOUQUER, G., et FAVORY, F. *Les arpenteurs romains. Théorie et pratique*, Paris, 1992.
- CHOUQUER, G., FAVORY, F., POUPET, P. collab. *Les paysages de l'Antiquité. Terres et cadastres de l'Occident romain [...]*, Paris, 1991.
- CHOUQUER, G. et al. *Structures agraires en Italie centro-méridionale [...]*, Rome, 1987.
- CHOUQUER, G. « Localisation et extension géographique des cadastres affichés à Orange », in *Cadastres et espace rural, approches et réalités antiques*, table ronde de Besançon, mai 1980, M. CLAVEL-LÉVÊQUE, dir., Paris, 1983.
- CLADE, J.-L. et CHAPUIS, C. « Les anciennes mesures de la Comté de Bourgogne ou Franche-Comté (Doubs, Jura, Haute-Saône) », in CHARBONNIER, P. [dir.], *Les anciennes mesures locales du Centre-Est d'après les Tables de conversion*, Clermont-Ferrand, 2006.
- COLE, RORY, ELY [?]. *Commerce Standards (Common Weights & Measures for Traffic)*. Leather Sealer's Office, Town of Londonderry, Commonwealth of Vermont, United States of America, Saturday, April 8th, 1826. [Difficile à localiser, p. ex. <http://web.archive.org/web/20040317164356/http://weights-and-measures.com/>]
- Colloque international sur la cartographie archéologique et historique*, R. CHEVALLIER, dir., contributions de P. BROISE et de P. DUFURNET, Tours, 1972.
- COLUMELLE. *De l'agriculture*, trad. SABOUREUX DE LA BONNETTERIE revue par NISARD, Paris, 1864, rééd. Paris, 2002.
- COMPATANGELO-SOUSSIGNAN, R. *Sur les routes d'Hannibal : paysages de Campanie et d'Apulie*, Besançon, 2009.

- COMPATANGELO-SOUSSIGNAN, R. « Systèmes métrologiques prémétriques et cadastres romains en Italie centro-méridionale », in *Métrologie agraire antique et médiévale*, textes réunis par F. FAVORY, Besançon, 2003, p. 115-140.
- COMPATANGELO, R. « Unités de mesure agraires et cadastres romains : stabilité et variabilité des mesures en Italie méridionale », in *Histoire & Mesure*, vol. V, n° 3/4 (1990), p. 221-270.
- CONESA, M., ABBÉ, J.-L., HAUTEFEUILLE, F. « Compte rendu du chantier-histoire 2008. Compoix et terriers d'Odars (Haute-Garonne) », in *Terrae* (<http://terrae.univ-tlse2.fr/servlet/com>).
- CONNOR, R. D., CUMMING SIMPSON, A. D., MORRISON-LOW, A. D. *Weights and Measures in Scotland: A European Perspective*, Édimbourg, 2004.
- CONNOR, R. D. *The Weights and Measures of England*, Londres, 1987.
- Construction de l'espace au Moyen Âge : pratiques et représentations*, Actes du XXXVII^e Congrès de la SHMESP (Mulhouse, 2-4 juin 2006), Paris, 2007.
- CORNEILLE, T., *Dictionnaire universel géographique et historique*, Paris, 1708.
- CORNEILLE, T., *Dictionnaire des termes d'arts et de science*, réimpr. Genève, 1970.
- COTGRAVE, R. *Dictionarie of the French and English Tongues*, Londres, 1611.
- CRISTIANI, G. *Delle misure d'ogni genere [...]*, Brescia, 1760.
- CROSBY, A. W. *The Measure of Reality: Quantification and Western Society, 1250-1600*, Cambridge, 1996.
- CURSENTE, B. *Des maisons et des hommes. La Gascogne médiévale*, Toulouse, 1998.
- D'ALEMBERT, J. LE ROND. « Mesure longue » in *L'Encyclopédie [...]*, vol. 28, Yverdon, 1773, p. 422 sqq.
- D'ANVILLE, J. B. BOURGUIGNON. *Traité et mémoires sur les mesures anciennes et modernes*, coll. « Œuvres de d'Anville publiées par M. de Manne », Paris, 1834 (1769).
- D'ANVILLE, J. B. BOURGUIGNON. *Éclaircissements géographiques sur l'ancienne Gaule, précédés d'un traité sur les mesures itinéraires des romains [...]*, Paris, 1741.
- D'ARANDEL DE CONDÉ, G. « Les anciennes mesures agraires de Haute-Normandie », in *Annales de Normandie*, 18^e année, n° 1 (1968), p. 3-60.
- DAUMAS, M. *Histoire générale des Techniques*, Paris, P.U.F., 1962.
- De l'estime au cadastre en Europe [...]*, M. TOUZERY, dir., Paris, 2007.
- De necessariis observantiis Scaccarii Dialogus, commonly called Dialogus de Scaccario, by Richard, Son of Nigel, Treasurer of England and Bishop of London*, A. HUGHES, C. G. CRUMP et C. JOHNSON, éd., Oxford, 1902.
- DÉBARBAT, S. « Newton, Halley et l'Observatoire de Paris », in *Revue d'histoire des sciences*, vol. 39, n° 2 (1986), p. 127-154.
- DECOURDEMANCHE, J.-A. *Traité pratique des poids et mesures des peuples anciens et des Arabes*, Paris, 1909.
- DECRAMER, L. R., ELHAJ, R., HILTON, R., PLAS, A. « Approche géométrique des centuriations romaines [...], in *Histoire & Mesure*, vol. XVII, n° 1/2 (2002), p. 109-162.
- DELATOUCHE, R. « Regards sur l'agriculture aux temps carolingiens », in *Journal des Savants* (1977), p. 73-100.
- DELÉAGE, A. *La vie économique et sociale en Bourgogne dans le Haut Moyen Âge*, Mâcon, 1946, en part. chap. VIII, « L'exploitation paysanne », p. 253-360.
- DELÉAGE, A. *La capitation du Bas-Empire*, Mâcon, 1945.
- DELISLE, L. *Études sur la condition de la classe agricole et l'état de l'agriculture en Normandie au Moyen Âge*, Évreux, 1851, rééd. Paris, 1903.
- DELL'ACQUA, C. « Del piede Liutprando detto anche Aliprando [...], in *Miscellanea di storia italiana*, 2^e série, t. XXI (6), Turin, 1883, p. 1-47.
- DEL LUNGO, S. *La pratica agrimensoria nella tarda Antichità e nell'alto Medioevo*, Spolète, Pérouge, 2004.
- DÉPREZ-MASSON, M.-C. *Technique, mot et image. Le « De re metallica » d'Agricola*, Turnhout, Brepols, 2006.
- DERVILLE, A. *L'agriculture du Nord au Moyen Âge [...]*, Paris, 1999.
- DERVILLE, A. « Les mesures agraires de la région Nord - Pas-de-Calais avant 1800 », in *Genèse et diffusion du système métrique*, GARNIER, B. et HOCQUET, J.-Cl., dir., Caen, 1989, p. 45-62.
- DES MAREZ, G. « Note sur le manse brabançon au Moyen Âge », in *Mélanges offerts à Henri Pirenne [...]*, Bruxelles, 1926, p. 131-138.
- DEVROEY, J.-P. et LAUWERS, M. « L'«espace» des historiens médiévistes. Quelques remarques en guise de conclusion », in *Construction de l'espace au Moyen Âge : pratiques et représentations*, XXXVII^e Congrès de la SHMESP, Mulhouse, 2-4 juin 2006, 2007, p. 435-453.

- DEVROEY, J.-P. *Puissants et misérables. Système social et monde paysan dans l'Europe des Francs (VI^e-IX^e siècles)*, Bruxelles, 2006.
- DEVROEY, J.-P. *Économie rurale et société dans l'Europe franque (VI^e-IX^e siècles) [...]*, Paris, 2003.
- DE WAELE, J. « Planänderung oder Korrektur am Parthenon [...] », in *Belgian Archaeology in a European Setting I*, M. LODEWIJCKX, dir., Louvain, 2001, p. 99-112.
- DHÉLENS, A. *Les anciens poids et mesures des provinces de la Haute-Savoie*, Annecy, 1996.
- Dictionnaire universel français et latin [dit de Trévoux]*, édition « lorraine », Nancy, 1738-1742.
- DIEULAFOY, M. « Le rythme modulaire du temple de Salomon », in *Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, vol. 57 (1913), p. 332-347.
- DILKE, O. A. W. *The Roman Land Surveyors*, 1971.
- DILKE, O. A. W. *Mathematics and Measurements*, Londres, 1987.
- DILLEY, R. S. « The Customary Acre: An Indeterminate Measure », in *The Agricultural History Review*, vol. 23, n° 2 (1975), p. 173-177.
- DION, R. *Essai sur la formation du paysage rural français*, Tours, 1934, rééd. Paris, 1991.
- DIVORNE, F. *Berne et les villes fondées par les ducs de Zähringen au XII^e siècle*, Paris, 1991.
- DIVORNE, F., GENDRE, B., LAVERGNE, B., PANERAI, P. *Les bastides d'Aquitaine, du Bas-Languedoc et du Béarn : essai sur la régularité*, Bruxelles, 1985.
- DOLLINGER, Ph. *L'évolution des classes rurales en Bavière [...]*, Paris, 1949.
- DONINI, D. *Metrologia europea comparata con quella di Roma, di Bologna e di Parigi, e viceversa*, Terni, 1833.
- DOPSCH, A. *Die Wirtschaftsentwicklung der Karolingerzeit, vornehmlich in Deutschland*, 2 vol., Weimar, 1921.
- DOPSCH, A. *Wirtschaftliche und soziale Grundlagen der europäischen Kulturentwicklung von Cäsar bis auf Karl den Großen*, Berlin, 1918.
- DÖRPFELD, W. « Metrologische Beiträge V, VI », in *Mittheilungen des ksr. Deutschen Archaeologischen Instituts, Athenische Abtheilung*, vol. 15 (1890), p. 167-187.
- DÖRPFELD, W. « Beiträge zur antiken Metrologie », in *Mittheilungen des ksr. Deutschen Archaeologischen Instituts, Athenische Abtheilung*, vol. 7 (1881), p. 277-312.
- DOURSTHER, H. *Dictionnaire universel des poids et mesures anciens et modernes [...]*, Bruxelles, 1840, rééd. Amsterdam, 1965.
- DOVRING, F. « Études sur le cadastre médiéval en Suisse romande », in *Zeitschrift für Schweizerische Geschichte*, n° 30, 2^e cahier (1950), p. 198-243.
- DU CANGE [Charles DU FRESNE, sieur du]. *Glossarium mediae et infimae latinitatis*, éd. L. Favre, Paris, 1887, réimpr. Graz, 1954.
- DUBLER, A.-M. *Masse und Gewichte im Staat Luzern und in der alten Eidgenossenschaft*, Lucerne, 1978.
- DUBOIS, S., voir BARTHÉLEMY, D. et DUBOIS, S.
- DUBY, G. *Hommes et structures du Moyen Âge*, Paris, 1973.
- DUBY, G. *L'économie rurale et la vie des campagnes dans l'Occident médiéval*, 2 vol., Paris, 1962.
- DUBY, G. *La société aux XI^e et XII^e siècles dans la région mâconnaise*, Paris, 1953.
- DUFOURNET, P. *Pour une archéologie du paysage [...]*, Paris, 1978.
- DUGDALE, W. *Monasticon Anglicanum [...]*, (vol. 6, partie 2), Londres, 1846.
- DUNCAN, E. E. ; BAFFOE, P. E. ; BILSON-DARKU, F. « The Evolution of the Two Standards of Measure to the Present Day [...] », in *FIG XXII International Congress, Washington, 2002*, TS5.10, p. 1-8.
- DUNIN-WASOWICZ, A. « Die Gemeinsame Vermessungsformel der Teutonischen und der Culmer Hufe am Beispiel der Stadt Katscher (Kitrz) in Schlesien », in *Acta Metrologiae Historicae III*, J.-Cl. HOCQUET, dir., St. Katharinen, 1992, p. 73-83.
- DURLIAT, J. *Les finances publiques de Dioclétien aux Carolingiens (284-889)*, Sigmaringen, 1990.
- DURLIAT, J. « Le manse dans le polyptyque d'Irminon : nouvel essai d'histoire quantitative », in *La Neustrie : les pays du Nord de la Loire de 650 à 850 [...]*, H. ATSMAN et K. F. WERNER, dir., Sigmaringen, 1989.
- DURLIAT, J. « Du caput antique au manse médiéval », in *Pallas* (« La terre et les paysans [...] »), vol. 29 (1982), p. 67-76.
- Écrire, compter, mesurer : vers une histoire des rationalités pratiques*, N. COQUERY, F. MENANT, F. WEBER, dir., Paris, 2006.
- EISENSCHMIED, J. C. *De Ponderibus et Mensuris veterum Romanorum [...]*, Strasbourg, 1737.

- ELLIS, H. *A General Introduction to the Domesday Book* [...], 2 vol., Londres, 1833.
- ÉPIPHANE. *Epiphanius' Treatise on Weights and Measures. The Syriac Version*, éd. et trad. J. E. DEAN, Chicago, 1935.
- Expertise et valeur des choses au Moyen Âge. I: Le besoin d'expertise*, DENJEAN, C., FELLER, L., dir., [Paris], 2014.
- Expertise et valeur des choses au Moyen Âge. II: Savoirs, écritures, pratiques*, RODRIGUEZ, A., FELLER, L., dir., [Paris], 2016.
- Exploiter la terre* [...] [Actes du colloque de Caen 1997], M. ARNOUX, G. BÉAUR, A. VARET-VITU, dir., Rennes, 2003.
- Exposition (L') Charlemagne : Œuvre, Rayonnement et Survivance*, BRAUNFELS, W., dir., Aix-la-Chapelle, 1966.
- FABRETTI, R. *De Aquis et Aquae-ductibus veteris Romae*, Rome, 1680.
- FALQUE-VERT, H. *L'homme et la montagne en Dauphiné* [...], Grenoble, 1997.
- FAVIER, J. *Les Plantagenêts. Origine et destin d'un empire*, Paris, 2004.
- FAVORY, F. « Propositions pour une modélisation des cadastres ruraux antiques », in *Cadastres et espace rural, approches et réalités antiques*, table ronde de Besançon, mai 1980, M. CLAVEL-LÉVÊQUE, dir., Paris, 1983, p. 51-136.
- FAVORY, F. [Voir aussi CHOUQUER, G. et FAVORY, F.]
- FELLER, L. « Décrire la terre en Italie centrale au Haut Moyen Âge », in *Le village médiéval et son environnement : études offertes à Jean-Marie Pesez*, L. FELLER, P. MANE et F. PIPONNIER, dir., Paris, 1998, p. 491-507.
- FELLER, L. *Les Abruzzes médiévales* [...], en part. « Note sur la valeur du muid », p. xii-xiii], Rome, 1998.
- FELLER, L. « Achats de terres [...] », in *Campagnes médiévales : L'Homme et son espace : Études offertes à Robert Fossier*, travaux réunis par E. MORNET, Paris, 1995, p. 425-438.
- FERNIE, E. C. « Systems of Length in the Eastern Mediterranean in the Hellenistic and Roman Periods », in *Architecture, Liturgy and Identity: Liber Amicorum Paul Crossley*, Turnhout, 2011, p. 17-23.
- FERNIE, E. C. *The Architecture of Norman England*, Oxford, 2000.
- FERNIE, E. C. « Continental Affiliations of the Major Anglo-Saxon Units of Length », in *Ordo et Mensura V* (1999), p. 405-411.
- FERNIE, E. C. « A Beginner's Guide to the Study of Architectural Proportions and Systems of Length », in *Medieval Architecture and its Intellectual Context : Studies in Honour of Peter Kidson*, E. C. FERNIE et P. CROSSLEY, dir., Londres, 1990, p. 229-338, réimpr. dans *Romanesque Architecture : Design, Meaning and Metrology* [recueil], Londres, 1995, p. 363-371.
- FERNIE, E. C. « Pegolotti's Cloth Lengths », réimpr. dans *Romanesque Architecture : Design, Meaning and Metrology* [recueil], Londres, 1995, p. 397-412.
- FERNIE, E. C. « Anglo-Saxon Lengths and the Evidence of the Buildings », in *Medieval Archaeology*, vol. 35 (1991), p. 1-6.
- FERNIE, E. C. « Anglo-Saxon Lengths: The "Northern" System, the Perch and the Foot », in *Cambridge Archeological Journal* (1985), p. 246-254.
- FERNIE, E. C. « Historical Metrology and Architectural History », in *Art History*, vol. 1, n° 4 (déc. 1978), p. 383-399.
- FERNIE, E. C. *Romanesque architecture: design, meaning and metrology* [recueil], Londres, 1995.
- FEUGÈRE, M. « Une mesure d'un demi-pied romain à Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire) », in *Revue archéologique de l'Est* 46.1 (1995), p. 151-153.
- FILARETE, Antonio AVERLINO detto Il. *Trattato di Architettura*, A. M. FINOLI et L. GRASSI, éd., 2 vol., Milan, 1972.
- FLINDERS PETRIE, W. *Inductive Metrology or, the recovery of ancient measures from the monuments*, Londres, 1877.
- FLINDERS PETRIE, W. « Weights and Measures » (II. « Ancient Historical »), *Encyclopedia Britannica*, vol. 28 de l'édition de 1911.
- Flur und Flurformen ; types of fieldpatterns ; le finage agricole et sa structure parcellaire*, H. UHLIG et C. LIENAU, dir., Giessen, 1967-

- FOLKES, M. « An Account of the Standard Measures preserved in the Capitol at Rome », in *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 1735-1736, p. 262-266.
- FOSSATI, S. « De ratione nummorum, ponderum, mensurarum etc. », en part. « Liber III. De mensuris intervallorum et superficialium », in *Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino*, 2^e série, t. V (1843), section *Scienze morali*, p. 110-149.
- FOSSIER, R., et CHAPELOT, J. *Le village et la maison au Moyen Âge*, Paris, 1980.
- FOSSIER, R. *Polyptyques et censiers*, coll. « Typologie des sources du Moyen Âge occidental », fasc. 28, Turhout, 1978.
- FOSSIER, R. *La terre et les hommes de Picardie*, Paris, 1968.
- FOURNIER, P. « Expertise juridique et expertise technique : la mutation du regard sur l'espace rural en Languedoc, Provence et Comtat (XV^e-début du XIX^e siècle), in *Annales du Midi*, t. 122, n^o 272, (2010), p. 535-552.
- FOURQUIN, G. *Les campagnes de la région parisienne à la fin du Moyen Âge [...]*, Paris, 1964.
- FOURQUIN, G. *Le domaine royal en Gâtinais d'après la prisée de 1332*, Paris, 1963.
- FRANGIONI, L. *Milano e le sue misure. Appunti di metrologia lombarda fra Tre e Quattrocento*, Naples, 1992.
- FRANK, R. M. « An Essay in European Ethnomathematics: The Social and Cultural Bases of the vara de Burgos and its Relation to the Basque Septuagesimal System », in *ZDM : The International Journal on Mathematics Education*, vol. 31, n^o 2 (1999), p. 59-65.
- FRÉCHETTE, A. *Étude sur les livres cadastraux dans la province de Québec [...]*, (thèse), Montréal, 1966.
- FRÉRET, N. « Essai sur les mesures longues des anciens », in *Mémoires [...] de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.*, t. 24, p. 432-568, Paris, 1756. Cf. aussi *Œuvres complètes*, vo. 15 et 16 (Géographie, t. 1 et 2), Paris, 1796.
- FURETIÈRE, A. *Essais d'un dictionnaire universel [...]*, Amsterdam, 1687, 1727, ..., rééd. Genève, 1966.
- FUSTEL DE COULANGES, N. D. *Recherches sur quelques problèmes d'histoire*, Paris, 1885.
- GANTER, E. *Compesières au temps des commandeurs*, Genève, 1971.
- GARNIER, B., LECOUTURIER, Y., DÉSERT, G., LEMÉNOREL, A., DUPRÉ, P., DESJARDIN, M. *Atlas historique et statistique de la Normandie occidentale à l'époque contemporaine*, Caen ; Paris, 2000.
- GATTEY, F. *Tables des rapports des anciennes mesures agraires avec les nouvelles*, Paris, 1812.
- GAULIN, J.- F. et MENANT, F. « Crédit rural et endettement paysan dans l'Italie communale », in *Endettement rural et crédit rural dans l'Europe médiévale et moderne*, Actes de Flaran XVII, M. BERTHE, dir., Toulouse, 1998, p. 35-67.
- GAUTIER DI CONFINGO, E. « Nota sul valore di alcune dimensioni dell'architettura paleocristiana », in *Liber Annuus* n^o 45 (1995), p. 451-479.
- GAUTIER DALCHÉ, P., et QUERRIEN, A. « Mesure du sol et géométrie au Moyen Âge », in *Archives d'histoire doctrinale et littéraire du Moyen Âge* 82 (2015/1), p. 97-139.
- Genèse et diffusion du système métrique*, B. GARNIER et J.-Cl. HOCQUET, dir., Paris, 1989.
- GENICOT, L. « Sur le domaine de Saint-Bertin », in *Revue d'histoire ecclésiastique*, vol. LXXI, no 1-2 (1976), p. 69-78.
- Géographie et histoire agraires [...]*, contributions de D. HANNERBERG, Chs. HIGOUNET, R. LIVET, A. LOPEZ GOMEZ, J.-P. MOREAU, X. DE PLANHOL, P. DE SAINT-JACOB, Nancy, 1959.
- GERKAN, A. V. « Der Tempel von Didyma und sein antikes Baumaß », réimpr. dans *Von antiker Architektur und Topographie*, H. BOEHRINGER, dir., Stuttgart, 1959, p. 204.
- GILOMEN, H.-J. *Die Grundherrschaft des Basler Cluniazenser-Priorates St. Alban im Mittelalter*, Bâle, 1977, Beilage 1 : Über die Massbegriffe, p. 345-354.
- GIRARD, P.-S. « Mémoire sur les mesures agraires des anciens Egyptiens », in *Description de l'Égypte [...]*, JOMARD, E. F. (dir.), Paris, 1809, p. 325-356.
- GIRARD, P.-S. « Mémoire sur le nilomètre de l'île d'Éléphantine et les mesures égyptiennes », in *Description de l'Égypte [...]*, Paris, 1809, p. 1-48.
- GIRARDOT, A. *Le droit et la terre : le Verdunois à la fin du Moyen Âge*, Nancy, 1992.
- GOFFART, W. *Rome's Fall and After* [recueil], Londres, 1989, en part. chap. 7, « From Roman Taxation to Medieval Seigneurie : Three notes » [*> Speculum*, vol. XLVII, n^o 2 (avril 1972), p. 165-187, et n^o 3 (juillet 1972), p. 373-394].

- GOFFART, W. *Barbarians and Romans, A.D. 418-584: The Techniques of Accommodation*, Princeton, 1980.
- GONZÁLEZ VILLAESCUSA, R. « Histoire de l'art, histoire des représentations et archéologie » in *Histara les comptes rendus*, 2015, <http://histara.sorbonne.fr/cr.php?cr=1573> [À propos des Actes du colloque Sistemi centuriali e opere di assetto agrario tra età romana e primo Medioevo, Dall'Aglio, P. L. et Rosada, G., dir., Pise, Rome, 2011.
- GONZÁLEZ VILLAESCUSA, R. « Face à la crise épistémologique, davantage d'épistémologie », in *Etudes Rurales* 118 (2011), p. 9-18.
- GOSSELIN, X. « Recherche sur les principes, les bases et l'évaluation des différents systèmes métriques linéaires de l'Antiquité », in *Mémoires de l'Institut royal de France, Académie des inscriptions et Belles-Lettres*, t. 6, Paris, 1822, p. 44-159 et suppl. p. 150-220.
- GRAND, R. et R. DELATOUCHE, collab., *L'agriculture au Moyen Âge [...]*, Paris, 1950.
- Grand Domaine (Le) aux époques mérovingienne et carolingienne. Die Grundherrschaft im frühen Mittelalter* [Actes du colloque international, Gand, 8-10 septembre 1983], A. VERHULST, dir., Gand, 1985.
- GREAVES, J. *Miscellaneous Works of Mr. John Greaves, Professor of Astronomy in the University of Oxford*, 2 vol. publiés (posth.) à Londres en 1737 par Thomas Birch.
- GREAVES, J. *Discourse of the Romane Foot and Denarius*, Londres, 1647.
- GRESSER, P. « Un problème métrologique franc-comtois : le pied et la toise d'Orgelet [...] », in *99^e Congrès des sociétés savantes, Besançon, 1974, Section de philologie et d'histoire*, Paris, 1977, t. 2, p. 85-97.
- GRIERSON, Ph. *English Linear Measures, an Essay in Origin. The Stenton Lecture 1971*, University of Reading, 1972.
- GROSJEAN, G. « De la centuriation romaine au paysage d'openfield », in *Geographica Helvetica*, n° 5 (1980), p. 109-116.
- GRUTER, E. « Observations sur la notion de mesure au XVIII^e siècle », in *Les anciens systèmes de mesures : projet d'enquête métrologique*, Table ronde du 17 octobre 1981 (Caen), *Cahiers de Métrologie* t. 1 (1983), p. 74-.
- GUÉRARD, B. *Polyptyque de Saint-Rémi de Reims ou dénombrement des manses, des serfs et des revenus de cette abbaye vers le milieu du neuvième siècle de notre ère*, Paris, 1853.
- GUÉRARD, B. « Explication du capitulaire de Villis » [trois articles], in *Bibliothèque de l'École des Chartes* 14 (1853).
- GUÉRARD, B. *Polyptyque de l'abbé Irminon, ou, Dénombrement des manses, des serfs et des revenus de l'abbaye de Saint-Germain-des-Prés sous le règne de Charlemagne*, Paris, 1844.
- GUÉRARD, B. *Cartulaire de l'abbaye de Saint-Père de Chartres*, Paris, 1840.
- GUÉRAULT, S. « Le vocabulaire économique et technique des polyptyques », in *Histoire & Mesure*, vol. XVIII, n° 3/4 (2003), p. 313-333.
- GUERREAU, A. « "La mesure" au Moyen Âge : quelques directions de recherche », in *Mesure et histoire médiévale*, XLIII^e Congrès de la SHMESP (Tours, 31 mai-2 juin 2012), Paris, 2013, p. 17-38.
- GUERREAU, A. « Mesures des églises médiévales de Lyon », in *Was zählt. Ordnungsangebote, Gebrauchsformen und Erfahrungsmodalitäten des « numerus » im Mittelalter*, M. WEDELL, dir., Cologne, Weimar, Vienne, 2012, p. 119-153.
- GUERREAU, A. *Statistique pour historiens* [canevas du cours intitulé « Méthodes pratiques de statistique et de cartographie » professé devant les élèves de première année de l'École des chartes durant l'année 2003-2004], Paris, 2004, en part. chap. 12, « Calculs et mesures avant le système métrique » – Publications en ligne de l'École des chartes.
- GUERREAU, A. « Structure et évolution des représentations de l'espace dans le haut Moyen Âge occidental », in *Uomo e spazio nell'alto medioevo*, « Settimane di studio della fondazione Centro italiano di studi sull'alto medioevo » 50, Spolète, 2003, p. 91-115.
- GUERREAU, A. « Post-scriptum. Mensura, Représentation du monde, structures sociales », in *Histoire & Mesure*, vol. XVI, n° 3/4 (2001), p. 405-414.
- GUERREAU, A. « L'analyse des dimensions des édifices médiévaux. Notes de méthode provisoires », in *Paray-le-Monial, Brionnais-Charolais, le renouveau des études romanes*, N. REVEYRON, dir., Paray-le-Monial, 2000, p. 327-335.
- GUERREAU, A. « L'évolution du parcellaire en Mâconnais [...] », in *Le village médiéval et son environnement : études offertes à Jean-Marie Pesez*, L. FELLER, P. MANE et F. PIPONNIER, dir., Paris, 1998, p. 509-535.

- GUERREAU, A. « Vingt et une petites églises romanes du Mâconnais : irrégularités et métrologie », in *L'innovation technique au Moyen Âge*, P. BECK, dir., Paris, 1998, p. 186-210.
- GUERREAU, A. « Quelques caractères spécifiques de l'espace féodal européen », in *L'État ou le Roi. Les fondements de la modernité monarchique en France (XIV^e-XVII^e siècles)*, N. BULST, R. DESCIMON et A. GUERREAU, dir., Paris, 1996, p. 85-101.
- GUERREAU, A. « Remarques sur l'arpentage selon Bertrand Boysset (Arles, v. 1400-1410) », in *Campagnes médiévales : L'Homme et son espace : Études offertes à Robert Fossier*, textes réunis par E. MORNET, Paris, 1995, p. 87-102.
- GUERREAU, A. « Édifices médiévaux, métrologie, organisation de l'espace, à propos de la cathédrale de Beauvais », in *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations*, vol. 47, n° 1 (1992), p. 87-106.
- GUICHONNET, P. « Le cadastre savoyard de 1738 », in *Revue de géographie alpine* (1955), p. 255-298.
- GUICHONNET, P. « Les cadastres genevois du XVIII^e siècle et de la période française », in *Genava*, nlle série, t. XI, *Mélanges Blondel* (1963), p. 519-540.
- GUICHONNET, P., « Les anciennes mesures de la province du Faucigny », in *Mémoires et documents publiés par l'Académie du Faucigny*, t. IV (1942), p. 21-23.
- GUILHIERMOZ, P. « Remarques diverses sur les poids et mesures du Moyen Âge », in *Bibliothèque de l'École des Chartes* (1919), p. 5-100.
- GUILHIERMOZ, P. « De l'équivalence des anciennes mesures – À propos d'une publication récente », in *Bibliothèque de l'École des Chartes* (1913), p. 287-326.
- GUILHIERMOZ, P. « Notes sur les poids du Moyen Âge », in *Bibliothèque de l'École des Chartes* (1906), p. 161-233 et 402-450.
- GUILLAUMIN, J.-Y. *Les arpenteurs romains* [texte établi, présenté et traduit par], Paris, 3 vol., 2005-2014.
- GUILLAUMIN, J.-Y. « Pourquoi la bande-limite de cinq pieds entre les propriétés n'en a pas six chez Hygin », in *Dialogues d'histoire ancienne* 36, n° 2 (2010), p. 137-152.
- GUILLAUMIN, J.-Y. « Le *modus jugerationis* dans les textes gromatiques », in *Dialogues d'histoire ancienne* 33, n° 1 (2007), p. 99-113.
- GUILLAUMIN, J.-Y. « Questions de métrologie chez Hygin », in *De la terre au ciel. XII^e stage international de Besançon, 29-31 mars 1993*, vol. II. M. CLAVEL-LÉVÊQUE, I. JOUFFROY, A. VIGNOT, dir., Besançon, 2004.
- HÄGERMANN, D. « Einige Aspekte der Grundherrschaft in den fränkischen *Formulae* [...] », in *Le grand domaine aux époques mérovingienne et carolingienne [...]*, A. VERHULST, dir., Gand, 1985, p. 51-77.
- HAHN, N. L. *Medieval Mensuration : Quadrans Vetus and Geometrie Due Sunt Partes Principales...*, coll. « Transactions of The American Philosophical Society », vol. 72, 8^e partie, Philadelphie, 1982.
- HALL, H. et NICHOLAS, F. J. *Select Tracts and Table Books Relating to English Weights and Measures, 1100-1742*, in « Miscellany », vol. XV, 1929 (vol. XLI de la « Camden Third Series » 1900-1963).
- HALLIER, G. « Métrologie et plans régulateurs », in *Les fouilles de l'École française de Rome à Bolsena (Poggio Moscini)*, t. II, *Les Architectures (1962-1967)*, A. BALLAND, A. BARBET, P. GROS, G. HALLIER, Rome, 1971, p. 151-200.
- HALLEUX, R. *Le savoir de la main. Savants et artisans dans l'Europe pré-industrielle*, Paris, 2009.
- HALLEUX, R. et BERNÈS, A.-C. « Formules d'architectes dans les réceptaires et les manuscrits d'arpentage de l'Antiquité et du haut Moyen Âge », in *Entre mécanique et architecture*, P. RADELET-DE-GRAVE, Edoardo BENVENUTO (dir.), Bâle, 1995.
- HALPHEN, L. « L'agriculture et la propriété rurale dans l'Empire carolingien », chap. III. de *Études critiques sur l'histoire de Charlemagne*, Paris, 1921.
- HANAUER, abbé A. H. *Les paysans de l'Alsace au Moyen Âge [...]*, Paris, 1865.
- Handbuch der historischen Metrologie*, WITTHÖFT, H. et al., dir., St. Katharinen, Scripta Mercaturae Verlag, 1991- (concerne les pays allemands – 8 volumes parus, dont deux consacrés à une réédition de NELKENBRECHER).
- HANNERBERG, D. *Die älteren skandinavischen Ackermasse [...]*, Lund, 1955.
- HARKNESS, W. « The Progress of Science as Exemplified in the Art of Weighing and Measuring », « Miscellaneous Papers », in *Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution*, 1888, p. 597-633.
- HAUPTMANN, L. « Hufengrößen im bayrischen Stammes- und Kolonialgebiete », in *Vierteljahrschrift für Sozial-*

- und *Wirtschaftsgeschichte*, t. XXI (1928/29), p. 386-413.
- HAUSTEIN, D. *Quellen der Meßkunst* [...], Berlin et New York, 2004.
- HAUSTEIN, H.-D. *Weltchronik des Messens*, Berlin et New York, 2001.
- HAUTEFEUILLE, F. « Territoire textuel, visuel, virtuel », in *Les territoires du médiéviste*, B. CURSENTE et M. MOUSNIER, dir., Rennes, 2005, p. 401-415.
- HÉBERT, M. *Tarascon au XII^e siècle*, Aix-en-Provence, 1979.
- HECHT, K. « Zum römischen Fuß », in *Abhandlungen der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft* Nr. 30 (1979), p. 107-137.
- HECHT, K. « Die Sylvesterkapelle zu Goldbach. Ein Schlüsselbau für Maß und Zahl in der Baukunst des frühen Mittelalters », in *Abhandlungen der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft* 28 (1977), p. 137-186.
- HEINICH, W. « Königshufen, Waldhufen und sächsische Acker », in *Neues Archiv für sächsische Geschichte* n° 51 (1930), p. 1-10.
- HEINZ, W. « A history of medieval metrology », in *Handbook of medieval culture*, vol. 2, De Gruyter Reference, Berlin, 2015, p. 1057-1093.
- HEINZ, W. « Der Vindonissa-Fuss : Zu den römischen Fussmassen des Vindonissa-Museums », in *Jahresbericht Gesellschaft Pro Vindonissa* (1991), p. 65-79.
- HENNING, J. « Germanisch-romanische Agrarkontinuität und –diskontinuität [...], in *Akkulturation - Probleme einer germanisch-romanischen Kultursynthese in Spätantike und frühem Mittelalter*, D. HÄGERMANN, W. HAUBRICH, J. JARNUT, dir., Berlin, New York, 2004, p. 396-435.
- HERMON, E. « Le concept d'ager publicus et l'équivalence ager occupatorius / ager arcifinius chez les Gromatici », in *Les vocabulaires technique des arpenteurs romains : actes du Colloque international (Besançon, 19-21 septembre 2002)*, D. CONSO, A. GONZALÈS, J.-Y. GUILLAUMIN, dir., Besançon, 2005, p. 183-192.
- HERMON, E. *Habiter et partager les terres avant les Gracques* (CEFR 286), Paris, 2004.
- HERMON, E. « Les Gromatici entre fictions et faits », in *Histoire, espaces et marges de l'Antiquité. Hommages à M. Clavel-Lévêque*, M. GARRIDO-HORY et A. GONZALÈS, dir., t. I, Besançon, 2003.
- HÉRON DE VILLEFOSSE, A. *Outils d'artisans romains*, coll. « Mémoires de la Société des Antiquaires de France » 63, Nogent-le-Rotrou, 1902.
- HIGOUNET, Chs. *Les Allemands en Europe centrale et orientale au Moyen Âge*, Paris, 1989.
- HIGOUNET, Chs. « Observations sur la seigneurie rurale et l'habitat en Rouergue [...] », in *Paysages et villages neufs* (recueil), Bordeaux, 1975.
- HIGOUNET, Chs. *Paysages et villages neufs* [...], Paris, 1975.
- HIGOUNET, Chs. « Notes sur carruca chez Suger », in *Miscellanea mediaevalia in memoriam Jan Frederik Niermeyer*, Groningue, 1967, p. 241-244.
- HINRICHS, F. T. *Histoire des institutions gromatiques*, Paris, 1989.
- HINZ, W. *Islamische Masse und Gewichte : Umgerechnet ins metrische System*, coll. « Handbuch der Orientalistik », t. 1, fasc. 1, Leyde, 1955.
- HISCOCK, N. *The Wise Master Builder. Platonic Geometry in Plans of Medieval Abbeys and Cathedrals*, Aldershot, G.-B., Brookfield, VT, 2000.
- Histoire & Mesure*, Paris, 1986-
- Histoire et sociétés rurales*, Paris, 1993-
- Histoire, espaces et marges de l'Antiquité. Hommage à Monique Clavel-Lévêque*, M. GARRIDO-HORY et A. GONZALÈS, dir., Besançon, 2003.
- HOCQUET, J.-Cl. *Venise et le monopole du sel. Production, commerce et finances d'une république marchande*, 2 vol., Venise et Paris, 2012.
- HOCQUET, J.-Cl., dir. *Diversité régionale et locale des poids et mesures de l'ancienne France*, « Cahiers de métrologie », t. 14-15 (1996-1997).
- HOCQUET, J.-Cl. *Systèmes économiques et finances publiques (Les origines de l'État moderne en Europe)*, Paris, 1996.
- HOCQUET, J.-Cl. *La métrologie historique*, Paris, 1995.
- HOCQUET, J.-Cl., dir. *Une activité universelle. Peser et mesurer à travers les âges*, coll. « Cahiers de métrologie », t. 11-12 (1993-1994).

- HOCQUET, J.-Cl. *Anciens systèmes de poids et mesures en Occident*, Paris, 1992.
- HOCQUET, J.-Cl. « Le roi et la réglementation des poids et mesures en France », in *Anciens systèmes de poids et mesures en Occident* [recueil], 1992, p. 23-33.
- HOCQUET, J.-Cl. « La métrologie, voie nouvelle de la recherche historique », in *Comptes rendus des séances de l'Académie des inscriptions et belles-lettres*, vol. 134, n° 1 (1990), p. 59-77.
- HOCQUET, J.-Cl. *Metrologische Strukturen und die Entwicklung der alten Mass-Systeme*, St. Katharinen, 1988.
- HOCQUET, J.-Cl. Voir aussi *Acta Metrologiae Historicae [...]* ; *Activité universelle (Une) [...]* ; *Cahiers de Métrologie ; Genèse et diffusion [...]*.
- HODGSON, B. R. « Coups d'œil à saveur historique sur l'extraction de racine carrée », in *Bulletin de l'Association mathématique du Québec*, vol. XLVI, n° 2 (mai 2006), p. 18-49.
- HOFMANN, C. « Metrologisches und Geographisches aus dem Wessobrunner Codex », in *Germania [...]*, 2^e année (1857), p. 88-97.
- HOWELLS, B. E. « Pembrokeshire Farming circa 1580-1620 », in *National Library of Wales Journal*, vol. IX, no. 3 (1956), p. 313-333.
- HØYRUP, J. « The rare traces of constructional procedures in "practical geometries" », [Contribution to the workshop *Creating Shapes*, Max-Planck Institut für Wissenschafts-geschichte, Berlin, December 7-9, 2006], Roskilde, 2006.
- HUGGINS, P. « A medieval dock at Waltham Abbey, and a consideration of medieval measurements », in *London Archaeologist*, n° 11-2 (2005), p. 47-51.
- HUGGINS, P. J. « Timber Building Measurements : Recent Results », in *Medieval Archaeology*, vol. 35 (1991), p. 6-27.
- HUGOT, L. *La cathédrale d'Aix-la Chapelle*, Aix-la-Chapelle, 1990.
- HUGOT, L. « La maquette du palais d'Aix-la-Chapelle », in *Exposition (L') Charlemagne : Œuvre, Rayonnement et Survivance*, BRAUNFELS, W., dir., Aix-la-Chapelle, 1966, p. 385-390.
- HULTSCH, F. *Griechische und Römische Metrologie*, 2^e éd., Berlin, 1882.
- HULTSCH, F. *Metrologicorum scriptorum reliquiae [...]*, 2 vol., Berlin, 1864, 1866.
- HUNTER DUPREE, A. « The Link Between Carolingian, English and American Length and Area Measurement », in *Travaux du 1^{er} Congrès de la métrologie historique* [dactyl.], Zagreb, 1975, vol. 1, p. 27-32.
- HUNTER DUPREE, A. « The English System for Measuring Fields », in *Agricultural History*, vol. 45, n° 2 (avril 1971), p. 121-129.
- HUTTON, Chs. *A Philosophical and Mathematical Dictionary*, 2 vol., Londres, 1815.
- IDELER, C. L. « Über die Längen- und Flächenmasse der Alten », in *Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften in Berlin* [Histor.-Philol. Abh.] : (1812), p. 121-200 ; (1825), p. 169-189 ; (1826), p. 1-18 ; (1827), p. 111-128.
- INAMA-STERNEGG, K. T. VON. *Deutsche Wirtschaftsgeschichte*, Leipzig, 1879.
- Introduction à la métrologie historique*, B. GARNIER, J.-Cl. HOCQUET et D. WORONOFF, dir., Paris, 1989.
- JANVIER, Y. « Les problèmes de métrologie dans la cartographie antique », in *Latomus* 52 (janv.-mars 1993), p. 3-22.
- JARRY, T. et OGIER, B. « Système d'information géographique et espace rural médiéval [...] », in *Le Médiéviste et l'ordinateur*, n° 44 (2006), <http://lemo.irht.cnrs.fr/44/terriers.htm>
- JEDRZEJEWSKI, F. *Histoire universelle de la mesure*, Paris, 2002 [abondante bibliographie].
- JOMARD, E. F. « Mémoire sur le système métrique des anciens Égyptiens [...] », in *Description de l'Égypte [...]*, [ID., dir.], Paris, 1809, p. 495-786.
- JOMARD, E. F. et WALCKENAER, C. A. « Rapport fait au sujet du pied romain trouvé dans la forêt de Maulevrier », in *Mémoires de l'Institut royal de France. Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, t. 12, vol. 4 (1839), p. 182-208 ; ou tiré à part, Paris, 1839.
- JONES, A. « Land Measurement in England, 1150-1350 », *Agricultural History Review* (1979), p. 10-18.
- JUILLARD, E. *Problèmes alsaciens vus par un géographe*, Strasbourg, 1968.
- Juste mesure (La) : Quantifier, évaluer, mesurer [...]*, L. MOULINIER, L. SALLMANN, C. VERNA, N. WEILL-PAROT, dir., Saint-Denis, 2005.
- KAPLAN, M. *Les hommes et la terre à Byzance du VI^e au XI^e siècle. Propriété et exploitation du sol*, Paris, 1992.

- KELLAWAY, F. W. « British and Metric Systems of Weights and Measures », *The Mathematical Gazette*, vol. 28, n° 280 (juillet 1944), p. 104-106.
- KELLY, P. *Metrology or, An Exposition of Weights and Measures [...]*, Londres, 1816.
- KELLY, P. *The Universal Cambist [...]*, Londres, 1811.
- KERSUZAN, A. « La mesure standardisée des toises de construction [...] Savoie », *Cahiers de métrologie*, n° 24-25 (2006-2007), p. 21-28.
- KIDSON, P. « A Metrological Investigation », *Journal of the Warburg and Courtauld Institute*, vol. 53 (1990), p. 71-97.
- KLEIN, H. A., *The Science of Measurement: A Historical Survey*, New York, 1988.
- KÖTZSCHKE, R. *Grundzüge der deutschen Wirtschaftsgeschichte bis zum 17. Jahrhundert*, Leipzig, Berlin, 1921.
- KUCHENBUCH, L. « Probleme der Rentenentwicklung der klosterlichen Grundherrschaften des frühen Mittelalters » in *Benedictine Culture 750-1050*, W. LOURDAUX, D. VERHELST, Dani L. VERHELST, dir., Louvain, 1983.
- KUHN, W. « Flämische und fränkische Hufe als Leitformen der mittelalterlichen Ostsiedlung », dans son recueil *Vergleichende Untersuchungen [...]*, Cologne et Vienne, 1973, p. 1-51.
- KULA, W., *Les mesures et les hommes*, Paris, 1984, trad. française par Joanna RITT de l'ouvrage en polonais de 1970.
- L'HUILLIER, G. *Le Quadripartitum Numerorum de Jean de Murs*, Genève, 1990.
- LACOMBLET, Th. J. *Urkundenbuch für die Geschichte des Niederrheins [...]*, rééd. Aalen, 1966.
- LA CORBIÈRE, M. DE. *L'invention de la défense des frontières dans le diocèse de Genève. Étude des principautés et de l'habitat fortifié (XI^e-XIV^e siècle)*, Annecy, 2002.
- LA CORBIÈRE, M. DE, M. PIGUET et C. SANTSCHI. *Terres et châteaux des évêques de Genève [...]*, « Mémoires et documents de l'académie salésienne », t. 105 (2001).
- LA CORBIÈRE, M. DE. Voir CARRIER, N. et LA CORBIÈRE, M. DE.
- LAMPRECHT, K. *Deutsches Wirtschaftsleben im Mittelalter*, Leipzig, 1885-1886, rééd. Aalen, 1960.
- LAND, J. P. N. *Anecdota Syriaca*, Leyde, 1862.
- LANDAU, G. *Die Territorien in Bezug auf ihre Bildung und Entwicklung*, Hambourg, Gotha, 1854.
- LACHIVER, M. *Dictionnaire du monde rural. Les mots du passé*, Paris, 1997.
- LATOUCHE, R. *Les origines de l'économie occidentale*, Paris, 1956.
- LAUWERS, M. « *Circuitus et figura*. Exégèse, images et structuration des complexes monastiques dans l'Occident médiéval (IX^e-XII^e siècles), in *Monastères et espace social. Genèse et transformation d'un système de lieux dans l'Occident médiéval*, M. LAUWERS, dir., « Collection d'études médiévales de Nice », Turnhout, 2014, p. 43-109.
- LAUWERS, M. et L. RIPART. « Représentation et gestion de l'espace dans l'Occident médiéval », in *Rome et l'État moderne européen*, GENËT, J.-Ph. (dir.), « Collection de l'Ecole française de Rome » 377, Rome, 2007, p. 115-171.
- LAUWERS, M. Voir aussi DEVROEY, J.-P. et LAUWERS, M.
- LAVAGNE, F. « Étalons bisontins de poids et de mesure », in *Revue d'histoire des sciences*, t. XXIV (1971), p. 223-232.
- LAVIGNE, C. « Une "centuriation anormale" à Villafranca di Verona (Italie) », *Ager*, 14 (2005), p. 10-17.
- LAVIGNE, C. « Assigner et fiscaliser les terres au Moyen Âge. », in *Études rurales*, n° 175-176 (2005), p. 81-108.
- LAVIGNE, C. « De nouveaux objets d'histoire agraire [...] », in *Études rurales*, n° 167/168 (2003), p. 133-183.
- LAVIGNE, C. « L'arpent et le journal, en Gascogne, au Moyen Âge [...] », in *Métrologie agraire antique et médiévale*, textes réunis par F. FAVORY, Besançon, 2003, p. 115-140.
- LAVIGNE, C. *Essai sur la planification agraire au Moyen Âge [...]*, Pessac, 2002.
- LEBLOND, H. « Recherche métrologique sur les plans des bastides médiévales », in *Histoire & Mesure*, vol. II, n° 3/4 (1987), p. 55-88.
- LEFORT, J., BONDOUX, R., CHEYNET, J.-Cl., GRÉLOIS, J.-P., KRAVARI, V., MARTIN, J.-M. collab. *Géométries du fisc byzantin*, Paris, 1991.
- LEFORT, J. « Le cadastre de Radolibos (1103), les géomètres et leurs mathématiques », in *Travaux et Mémoires 8, Hommage à M. Paul Lemerle*, Paris, 1981, p. 269-314.
- LEHMANN-HAUPT, C. F. « Altbabylonisches Mass- und Gewichtssystem als Grundlage der antiken Gewichts-, Münz- und Masssysteme » in *Actes du huitième congrès international des orientalistes*, 2^e partie, Section

- sémitique b., Leyde, 1893, p. 167-249.
- LEHMANN-HAUPT, C. F. « Nachwort zu Nowotnys Metrologischen Nova », in *Klio* 24 (1931) p. 295-305.
- LEICHT, P. S. *Studi sulla Proprietà Fondiaria nel Medio Evo*, Vérone-Padoue, 1903-1907.
- LELGEMANN, D. *Die Erfindung der Messkunst- Angewandte Mathematik im antiken Griechenland*, Darmstadt, 2011.
- LELGEMANN, D. « Recovery of the Ancient System of Foot/Cubic/Stadion – Length Units », in *FIG Working Week 2004*, Athènes, 2004.
- LELGEMANN, D. *Eratosthenes von Kyrene und die Messtechnik der alten Kulturen*, Wiesbaden, 2001.
- LEMERLE, F. *Les annotations de Guillaume Philandrier sur le De Architectura de Vitruve [...]*, Paris, 2000.
- LE POTTIER, J. « Mesures agraires du Tarn », <http://archivescompoix.tarn.fr/index.php?id=1261>
- LEPSIUS, R. *Die alt-ägyptische Elle und ihre Eintheilung*, Berlin, 1865.
- LESCAN, J. F. *Tables de réduction des mesures et poids anciens en usage dans le département de la Gironde [...]*, Paris, 1803.
- LESPARAT, J. F. *Métrologies constitutionnelle et primitive [...]*, Paris, 1801.
- LETRONNE, A. J. *Recherches [...] sur les fragments d'Héron d'Alexandrie [...]*, posth., éd. A. H. J. VINCENT, Paris, 1851.
- LETRONNE, A. J. *Géographie de Strabon [...]*, Paris, 1819. Voir aussi MARTIN, T. H.
- LETURCO, S. *Un village, la terre et ses hommes. Toury en Beauce, XII^e-XVII^e siècle*, Paris, 2007.
- LETURCO, S. « À la découverte de la dimension spatiale des terriers... Le SIG [...] », in *Le Médiéviste et l'ordinateur*, n° 44 (2006), <http://lemo.irht.cnrs.fr/44/terriers.htm>
- Lex Baiuvariorum*. I, 13, in *Monumenta Germaniae Historica - Leges II*, MERKEL (1863) et E. VON SCHWIND (1926) éd., <http://www.dmgh.de>
- LOESCH, H. VON. « Zur Größe der deutschen Königshufen », in *Vierteljahrschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte*, vol. 22 (1929), p. 64-77.
- LOMBARD-JOURDAN, A. « Les mesures étalons de l'abbaye de Saint-Denis », in *Bulletin Monumental* (1979), p. 141-154.
- LONGNON, A. *Le polyptyque de Saint-Germain-des-Prés rédigé au temps de l'abbé Irminon*, 3 vol., Paris, 1886-1895.
- LORCIN, M.-Th. *Les campagnes de la région lyonnaise aux XIV^e et XV^e siècles* (Mesures d'après E. VIAL) Lyon, 1974.
- LOT, F. « De l'étendue et de la valeur du "caput" fiscal sous le Bas-Empire », in *Revue historique de droit français et étranger* (1925) (a), p. 5-59.
- LOT, F. « Le jugum, le manse et les exploitations agricoles de la France moderne », in *Mélanges offerts à Henri Pirenne*, Paris, 1925 (b), p. 307-326.
- LOT, F. « La grandeur des fisci à l'époque carolingienne », in *Revue belge de philologie et d'histoire*, t. 3, fasc. 1 (1924) (a), p. 51-57.
- LOT, F. « Les tributs aux Normands et l'Église de France au IX^e siècle », in *Bibliothèque de l'École des chartes*, t. LXXXV (1924) (b), p. 58-78.
- LUGLI, E. « The Ribbon Files: The Medici Project to chart the measurements of the entire world », in [University of Chicago Journals] *I Tatti, Studies in the Italian Renaissance* 22-1 (2019), p. 143-181.
- LUGLI, E. *Unità di misura. Breve storia del metro in Italia*, Bologne, 2014.
- LUGLI, E. « A Mathematical Land: measurements in twelfth-century Modena and the Po valley », in *Was zählt. Ordnungsangebote, Gebrauchsformen und Erfahrungsmodalitäten des « numerus » im Mittelalter*, M. WEDELL, dir., Cologne, Weimar et Vienne, 2012, p. 273-293.
- LUGLI, E. « Hidden in plain sight: the pietre di paragone and the preeminence of Medieval measurements in communal Italy », in *Gesta* 49/2 (2011), p. 77-95.
- LÜTGE, F. *Die Agrarverfassung des frühen Mittelalters*, Stuttgart, 1966.
- MABILLON. *Annales ordinis S. Benedicti*, t. 6, Paris, 1745.
- MACHABEY, A. « L'unification du système des mesures et les débuts de la mécanique de précision », chap. V de *Histoire générale des techniques*, M. DAUMAS, dir., tome 3, Paris, 1969.
- MACHABEY, A. « Les techniques de mesure », chap. III de *Histoire générale des techniques*, M. DAUMAS, dir., tome 2, Paris, 1965.

- MACHABEY, A. *La Métrologie dans les musées de province* [...], Paris, 1962.
- MAGNOU-NORTIER, E. « Trois approches de la question [...] » suivi de « Remarques générales à propos du manse », in *Aux sources de la gestion publique* [...], E. MAGNOU-NORTIER, dir., Lille, 1993, p. 123-207.
- MAILLOUX, A. « Perception de l'espace chez les notaires de Lucques (VIII^e-IX^e siècle) », in *Mélanges de l'École française de Rome*, t. 109, n^o 1 (1997), p. 21-57.
- MAIRE, Chr., et BOSCOVICH, R. J., *Voyage astronomique et géographique* [...], (trad. fr.) Paris, 1770.
- MAITLAND, F. W. *Domesday Book and Beyond. Three essays in the Early History of England*, Londres et Boston, 1897 [nombreuses réimpressions], 3^e essai, « The Hide », introd. de B. LYON, rééd. New York et Toronto, 1966, p. 357-520.
- MAJOCCHI, R. « Le osse di re Liutprando scoperte in S. Pietro in Ciel d'Oro di Pavia », in *Archivio storico Lombardo* vol. 23, no 2 (1896), p. 5-76, avec un appendice du Dr RODOLFI, p. 77 sqq.
- MARIANA, J. DE. *De ponderibus et Mensuris*, Tolède, 1599.
- MARSHALL, A., MARSHALL, G. « A Survey and Analysis of the Buildings of Early and Middle Anglo-Saxon England » », in *Medieval Archaeology*, vol. 35 (1991), p. 29-43.
- MARTIN, J.-M. « L'espace cultivé », dans *Uomo e spazio nell'alto Medioevo* (« Settimane di studio del Centro Italiano di Studi sull'alto Medioevo L »), Spolète, 2003, vol. I, p. 239-297.
- MARTIN, J.-M. *La Pouille du VI^e au XII^e siècle*, Rome, 1993.
- MARTIN, J.-M. « La mesure de la terre en Italie méridionale (VIII^e-XII^e siècle) », in *Histoire et mesure*, vol. VIII, n^o 3/4 (1993), p. 285-293.
- MARTIN, J.-M. et GRÉLOIS, J.-P. « Le traité *De jugeribus metiundis* », in J. LEFORT et al., *Géométrie du fisc byzantin*, Paris, 1991, p. 267-274.
- MARTIN, T. H. *Recherches sur la vie et les ouvrages d'Héron d'Alexandrie*, in « Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des inscriptions et Belles-Lettres », 1^{re} série, t. IV, Paris, 1854. [P. 1-484]
- MARTIN, T. H. « Examen d'un mémoire posthume de M. Letronne », in *Revue archéologique*, vol. 10 (1854), p. 1-144.
- MARTINI, A. *Manuale di metrologia ossia misure, pesi e monete in uso attualmente e anticamente presso tutti i popoli*, Turin, 1883, rééd. Rome, 1976.
- MASSONIE, J.-Ph. « Introduction à la théorie de la mesure », in *Histoire & Mesure*, vol. III, n^o 1 (1988), p. 7-18.
- MAZZI, A. *Il Piede Liprando e Le Misure di Garlenda*, Bergame, 1885.
- Mathématiques dans l'Antiquité*, J.-Y. GUILLAUMIN, dir., Saint-Étienne, 1992.
- MCCAGUE, H. G. « Le don des métiers : les rencontres avec la théologie dans le *De Diversis Artibus* du prêtre Théophile », trad. D. HÜE, in *Encyclopédies médiévales. Discours et savoirs*, B. BAILLAUD, J. DE GRAMONT et D. HÜE, dir., Rennes, 2004. p. 45-66.
- MCCAGUE, H. G. « A mathematical Look at a Medieval cathedral », in *Horizons* (2003), p. 11-15 et 31- .
- MCCAGUE, H. G. « Geometry and Measure in the Piers of Durham Cathedral » [non publié ?]
- MÉHU, D. *Paix et communautés autour de l'abbaye de Cluny, X^e-XV^e siècle*, Lyon, 2001.
- MÉHU, D. « *Locus, transitus, peregrinatio*. Remarques sur la spatialité des rapports sociaux dans l'occident médiéval (X^e-XIII^e siècle) », in *Construction de l'espace au Moyen Âge : pratiques et représentations*, Actes du XXXVII^e Congrès de la SHMESP (Mulhouse, 2-4 juin 2006), Paris, 2007, p. 275-294.
- MEITZEN, A. *Siedlung und Agrarwesen der Westgermanen und Ostgermanen, der Kelten, Römer, Finnen und Slawen*, 3 vol., Berlin, 1895, réimpr. Aalen, 1963.
- MEITZEN, A. « Volkshufe und Königshufe in ihren alten Massverhältnissen », in *Festgabe für Georg Hanssen* [...], Tübingen, 1889, p. 1-60.
- MENANT, F. « Pour une histoire de l'historiographie économique du Moyen Âge, particulièrement en France », Séminaire *Éléments d'économie médiévale* ENS 2006-2007 et 2007-2008, révision janvier 2009.
- MERSENNE, M. « De Gallicis, Romanis et aliis mensuris ponderibus et nummis », in *Cogitata physico-mathematica* Livre 1, Paris, 1644.
- Mesure et histoire médiévale*, XLIII^e Congrès de la SHMESP (Tours, 31 mai-2 juin 2012), Paris, 2013.
- Mesures et l'Histoire (Les)*, *Cahiers de Métrologie*, numéro spécial, Table ronde Witolt Kula, 2 mai 1984, B. GARNIER, dir., Paris, 1984.
- Métrologie agraire antique et médiévale*, F. FAVORY, dir., Besançon, 2003.
- Metrology – in short*, EUROMET Project no. 595, 2000.

- MEYER, P. « Les manuscrits de Bertrand Boysset. III. Traité d'arpentage (ms. de Carpentras n° 323) », in *Romania*, vol. XXII (1893), p. 96-126.
- MEYNIER, A. « La genèse du parcellaire breton », in *Norwis*, n° 52 (1966), p. 595-610.
- MICHEL, J. « Essai sur les diverses mesures de longueur et de superficie employées en France avant l'adoption du système métrique », *Mémoires de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Lyon*, 1879 [classe des sciences], p. 117-172.
- MISKIMIN, H. A. « Two Reforms of Charlemagne? Weights and Measures in the Middle Ages », in *The Economic History Review*, nlle série, vol. 20, n° 1 (1967), p. 35-52.
- Misura (La)*, A. PARAVICINI BAGLIANI, dir., A. GUERREAU *et al.*, contrib., Florence, 2011.
- Misurare la terra: centuriazione e coloni nel mondo romano. Città, agricoltura, commercio; materiali da Roma e dal suburbio*, R. BUSSI, V. VANDELLI, contrib., Modène, 1985 [précédé de 4 vol. portant le même titre].
- MOMMSEN, Th. « Der Römische oder Italische Fuss », in *Hermes*, t. XXI (1886), p. 411-419. Voir la réponse de W. DÖRPFELD, « Der Römische und Italische Fuss. Schreiben an Herrn Professor Mommsen », in *Hermes*, vol. XXII (1887), p. 79 *sqq.*
- MOMMSEN, Th. « Syrisches Provinzialmass und Römischer Reichskataster », in *Hermes*, t. III, c. 3 (1869), p. 429-438.
- Montagnes médiévales*, XXXIV^e Congrès de la SHMESP (Chambéry, 23-25 mai 2003), Paris, 2004.
- Monumenta Boica VII*, en part. « Monumenta Wessofontana », éd. KRABINGER, J. G., Munich, 1766, p. 329-426.
- MORICEAU, J.-M. *La terre et les paysans aux XVII^e et XVIII^e siècles. Guide d'histoire agraire* [bibliographie d'histoire rurale], Rennes, 1999.
- MORIMOTO, Y. « Sur les manses surpeuplés ou fractionnaires dans le polyptyque de Prüm », in *Campagnes médiévales : L'Homme et son espace : Etudes offertes à Robert Fossier*, travaux réunis par E. MORNET, Paris, 1995, p. 409-423.
- MORIMOTO, Y. « Le commentaire de Césaire (1222) sur le polyptyque de Prüm (893). Données pour le IX^e ou le XIII^e siècle ? », in *Revue belge de philologie et d'histoire*, t. 68, fasc. 2 (1990), p. 261-290.
- MORINEAU, M. *Jauges et méthodes de jauge anciennes et modernes*, coll. « Cahiers de Annales » 24, Paris, 1966.
- MOTTAZ, E. *Dictionnaire historique [...] Vaud*, Lausanne, 1914.
- MOUSNIER, M. « Mesurer les terres au Moyen Âge. Le cas de la France méridionale », in *Histoire et Sociétés Rurales* n° 22 (2004), p. 29-63.
- MOUTHON, F. « La survie et la transformation du manse au bas Moyen Âge : un phénomène montagnard ? Savoie-Dauphiné, XII^e-XVI^e siècle », in *Relire l'altitude : la terre et ses usages. Suisse et espaces avoisinants, XII^e-XXI^e siècles*, L. Lorenzetti, Y. Decorzant, A.-L. Head-König, dir., Neuchâtel, 2019, p. 5-27.
- MOWAT, R. « Origine germanique du pied de roi et caractères de la réforme des poids et mesures opérée par Charlemagne », in *Mémoires de la Société nationale des Antiquaires de France*, 7^e série, t. VIII (1908), p. 130-159.
- MURATORI, L. A. *Antiquitates Italicae Medii Aevii [...]*, 6 vol., Milano, 1740- (rééd.)
- MUSSET, L. « Les domaines de l'époque franque et les destinées du régime domanial du IX^e au XI^e siècle », in *Bulletin de la Société des Antiquaires de Normandie*, t. 49 (1942-1945), p. 7-97.
- MUSSET, L. « Observations historiques sur une mesure agraire : le bonnier », in *Mélanges d'histoire du moyen âge dédiés à la mémoire de Louis Halphen*, Paris, 1951, p. 535-541.
- NAVEL, H. *Recherche sur les anciennes mesures agraires normandes [...]*, Caen, 1932.
- NELKENBRECHER, J. C. *Taschenbuch eines Banquiers und Kaufmanns*, 20 éd. de 1762 à 1890, réimpr. in *Handbuch der historischen Metrologie*, H. WITTHÖFT, dir., St. Katharinen, 1991- .
- Neustrie (La) : les pays du Nord de la Loire de 650 à 850 [...]*, H. ATSMAN et K. F. WERNER, dir., Sigmaringen, 1989.
- NEWTON, I. *Equitis Aurati Opuscula Mathematica, Philosophica et Philologica. [...]* Collegit Joh. CASTILLONEUS, t. III, Lausanne et Genève, 1744, p. 491-510.
- NEWTON, I. « A dissertation upon the Sacred Cubit of the Jews and other Nations », in *Miscellaneous Works of Mr. John Greaves, Professor of Astronomy in the University of Oxford*, 2 vol. publiés (posth.) à Londres en 1737 par Thomas Birch, vol. 2, p. 405 à 433.
- NEWTON, I. *Drafts concerning Solomon's Temple and the sacred cubit*, ms, n. d., dans le cadre du Newton's Project, Rob ILLIFE, dir. < <http://www.newtonproject.sussex.ac.uk/view/texts/diplomatic/THEM00267> >

- NICHOLSON, E. *Men and Measures: a history of weights and measures, ancient and modern*, Londres, 1912.
- NICOLAS, J. *La Savoie au XVIII^e siècle. Noblesse et bourgeoisie*, Paris, 1978.
- NIERMEYER, J. F. *Mediae latinitatis lexicon minus [...]* Leyde, 1954-1956.
- NISARD, D. *Les agronomes latins*, Paris, 1856.
- NISSEN, H. *Pompeianische Studien zur Städtekunde des Altertums*, Leipzig, 1877.
- NITZ, H. J. *Historisch-genetische Siedlungsforschung : Genese und Typen ländlicher Siedlungen und Flurformen*, coll. « Wege der Forschung » , Band CCC, Darmstadt, 1974.
- NOBACK, C. et NOBACK, F. *Taschenbuch der Münz-, Maass- und Gewichts-Verhältnisse [...]* 2 vol., Leipzig, 1851.
- NOWOTNY, M. « Metrologische Nova », in *Klio* 24 (1931), p. 247-294, avec une postface de C. F. LEHMANN-HAUPT, p. 295-305.
- OLLERIS, A. *Œuvres de Gerbert [...]*, Clermont-Ferrand, Paris, 1867.
- Ordo et Mensura I. Interdisziplinärer Kongreß für Historische Metrologie [...]*, D. AHRENS et R. C. A. ROTTLÄNDER, dir., St. Katharinen [Scripta Mercaturae Verlag], 1991. [La série s'est poursuivie au moins jusqu'à *Ordo et Mensura IX. Internationaler Interdisziplinärer Kongreß für Historische Metrologie vom 20. bis 23. Oktober 2005, München (...)*, F. HUBER et R. C. A. ROTTLÄNDER, dir., St. Katharinen, 2010, mais reste difficile d'accès.]
- Outils de représentation du paysage (Les)*, Cécile SOUCHON, dir., 135^e Congrès national des sociétés historiques et scientifiques, Neuchâtel, 2010. Coll. « Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques (édition électronique) », 2012.
- OXÉ, A. « Kor und Kab - Antike Hohlmaße und Gewichte in neuer Beleuchtung », in *Bonner Jahrbücher* n° 147 (1942), p. 91-216.
- PALAISEAU, J.-F.-G. *Métrologie universelle, ancienne et moderne ou rapport des poids et mesures des empires, royaumes, duchés et principautés des quatre parties du monde*, Bordeaux, 1816.
- PAUCTON, A. J.-P. *Métrologie ou Traité des mesures, poids et monnoies des anciens Peuples et des Modernes*, Paris, 1780.
- Paysages de mémoire, mémoire du paysage, actes du colloque international de Besançon Mémoire et devenir des paysages culturels d'Europe (1-4 décembre 2005)*, L. LÉVÊQUE, dir., Besançon, 2006.
- PEGOLOTTI, F. B. *La Practica della Mercatura* (milieu du XIV^e siècle), éd. A. EVANS, Cambridge, Mass., 1936.
- PÉLAGAUD, E. « Note sur la découverte d'un métrage en pieds romains dans un aqueduc, à Bologne », observations par E. DESJARDINS, in Académie des inscriptions et Belles-Lettres, *Comptes rendus des séances de l'année 1879* (4^e série, t. VII), Paris, 1880, p. 154-158.
- PELLEGRINI, G. B. « Terminologia agraria medievale in Italia », in *Settimane di studio [...]* Spoleto 13, Spolète, 1966.
- PELTRE, J. « Systèmes de mesures agraires : l'exemple de la Lorraine », in *Introduction à la métrologie historique*, B. GARNIER, J.-Cl. HOCQUET et D. WORONOFF, dir., Paris, 1989, p. 167-195.
- PELTRE, J. « Parcellaire et métrologie : l'exemple lorrain », in *Les anciens systèmes de mesures [...]*, *Cahiers de Métrologie*, numéro spécial (1982), p. 39-44.
- PELTRE, J. *Recherches métrologiques sur les finages lorrains*, Lille, Paris, 1975.
- PÉRILLAT, J.-Cl. « Les paysages agraires du Bas-Chablais [...], in *Mémoires et documents publiés par l'Académie chablaisienne*, t. LVII (1966), p. 67-89.
- PERRIN, C.-E. « Le manse dans le Polyptique de l'abbaye de Prüm à la fin du IX^e siècle », in *Études historiques à la mémoire de Noël Didier*, Grenoble, 1960, p. 245-258.
- PERRIN, C.-E. *La seigneurie rurale en France et en Allemagne*, cours photocopié, Paris, CDU, 1951-1953, en part. chap. III, « La villa carolingienne [...] les manses », p. 61-72.
- PERRIN, C.-E. « Observations sur le manse dans la région parisienne au début du IX^e siècle », in *Annales d'histoire sociale*, t. 2 (1945), p. 39-52 (se complète du photocopié de son cours, répandu, chap. III, p. 61-72).
- PERRIN, C.-E. « De la condition des terres dites "ancingae" », in *Mélanges offerts à M. Ferdinand Lot [...]*, Paris, 1925, p. 619-640.
- PERTILE, A. *Storia del diritto italiano, dalla caduta dell'Impero Romano alla codificazione* (en part. vol. 4, p. 268-278), Padoue, 1874.

- PETILLON, C. « Nord », « Pas-de-Calais », in *Les Anciennes mesures du Centre historique de la France*, dans P. CHARBONNIER (dir.), Paris, 2012, p. 205-266, p. 319-359.
- PETILLON, C., DERVILLE, A., GARNIER, B. *Atlas historique et statistique des mesures agraires (fin XVIII^e-début XIX^e siècle)*, t. 1, Nord – Pas-de-Calais, Caen, 1991.
- PETIT, P. *L'usage ou le moyen de pratiquer par une règle toutes les opérations du compas de proportion*, Paris, 1634.
- PETIT, Th. « Usage de la coudée dans l'architecture palatiale de Chypre au premier millénaire », in *Ktéma*, n° 25 (2000), p. 173-189.
- PETO, L. *De mensuris et ponderibus romanis, et graecis cum his quae hodie Romae sunt collatis*, Venise, 1573.
- PEYRAS, J. « Écrits d'arpenteurs et hauts fonctionnaires géomètres de l'Antiquité tardive », in *Dialogues d'histoire ancienne* 35 (2009/1), p. 161-175, et 36 (2010/1), p. 195-224.
- PEYRAS, J. *Arpentage et administration publique à la fin de l'Antiquité. Les écrits des hauts fonctionnaires équestres*, Besançon, 2008.
- PFEIFFER, E. « Zur Genese und Präzision der Baumaße Fuß und Zoll », in *Die Historische Metrologie in den Wissenschaften*, St. Katharinen, 1986a.
- PFEIFFER, E. *Die alten Längen- und Flächenmasse : ihr Ursprung, geometrische Darstellungen und arithmetische Werte*, St. Katharinen, 1986b.
- Philosophical Transactions (The – of the Royal Society of London [...])*, C. HUTTON, G. SHAW, R. PEARSON, dir., Londres, 1809- [il en existe une traduction française partielle].
- PICARD, abbé J. et AUZOUT, A. [« Monuments romains »], in *Mémoires de mathématiques de l'Académie royale des sciences* (1693), p. 366 et 370.
- PICARD, abbé J. *La Mesure de la Terre*, Paris, 1671.
- PICHARD SARDET, N. « Voies anciennes et Etraz : recherches sur le réseau routier de Nyon », in *Paysages découverts [...]*, E. VION et J.-F. TIERCY, dir., Lausanne, 1989.
- PICTET, R. « L'ancienne structure agraire de Faoug » [région de Morat], *Revue historique vaudoise* (1986), p. 51-62.
- PIGANIOL, A. *Les documents cadastraux de la colonie romaine d'Orange*, Paris, 1962.
- PIGANIOL, A. *L'impôt de capitation sous le bas-empire romain*, Chambéry, 1916.
- PINTO, G. « Gli spazi della campagna », in *Spazi, tempi, misure e percorsi nell'Europa del bassomedioevo : Atti del XXXII Convegno storico internazionale*, Todi, 8-11 ottobre 1995, Spolète, 1996, p. [?]
- PIRENNE, H. *Les villes du Moyen Âge, essai d'histoire économique et sociale*, Bruxelles, 1927.
- PIRENNE, H. *Mahomet et Charlemagne*, rééd. Paris, 2005.
- PITTE, J.-R. *Histoire du paysage français I Le sacré [...]*, Paris, rééd. 1994.
- PLINE, *Histoire naturelle*, livre XVIII.
- POIRIER, N. *Un espace rural en Berry dans la longue durée : expérience de micro-analyse des dynamiques spatio-temporelles du paysage et du peuplement dans la région de Sancergues*, [thèse], Tours, 2007.
- POITRINEAU, A. et collab. *Les anciennes mesures locales du Sud-Ouest d'après les Tables de conversion*, Clermont-Ferrand, 1996.
- PORTET, P. « La mesure de Paris », [manuscrit auteur, publié dans] *Les anciennes mesures locales du Bassin Parisien et du Nord, d'après les tables de conversion*, P. CHARBONNIER, dir., Paris, 2008, 40 p. – halshs.archives-ouvertes.fr <halshs-00135071v1>.
- PORTET, P. « L'image des champs au Moyen Âge : quelles représentations ? », in *Paysages de mémoire, mémoire du paysage, actes du colloque international de Besançon Mémoire et devenir des paysages culturels d'Europe (1-4 décembre 2005)*, L. LÉVÊQUE, dir., 2006, p. 183-208 – halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00134985/
- PORTET, P. « Les techniques du calcul élémentaire dans l'Occident médiéval : un choix de lectures », in *Écrire, compter, mesurer : vers une histoire des rationalités pratiques*, N. COQUERY, F. MENANT, F. WEBER, dir., Paris, 2006.
- PORTET, P. *Bertrand Boysset, la vie et les œuvres techniques d'un arpenteur médiéval (v. 1355 – v. 1416)*, Paris, 2004.
- PORTET, P. « Le règlement des conflits de bornage en Catalogne, Languedoc et Provence (IX^e-X^e siècles), in *Les sociétés méridionales à l'âge féodal [...]* *Hommage à Pierre Bonnassie*, H. DÉBAX, dir., Toulouse, 1999, p. 59-61.

PORTET, P. « La mesure géométrique des champs au Moyen Âge [...] », in *Terriers & plans-terriers du XIII^e au XVIII^e siècle - Actes du Colloque de Paris (23-25 septembre 1998)*, G. BRUNEL, O. GUYOTJEANNIN, J.-M. MORICEAU, dir., coll. « Mémoires et documents publiés par l'École des chartes », Paris, 1998, p. 243-266.

PORTET, P. « Remarques sur les systèmes métrologiques carolingiens », *Le Moyen Âge* (1991), fasc. I, p. 5-24.

POUCHET, Ls-E. *Métrologie terrestre ou Tables des nouveaux poids, mesures et monnoies de France* [...], Rouen, 1798.

Pour une archéologie agraire [...], J. GUILAINE, dir., Paris, 1991.

Pratique des documents anciens (La). DEVOS, R., GABION, R., MARIOTTE, J.-Y., NICOLAS, J., ABRY, C., Annecy, 1980.

PRÉVÔT, Ph., FAUDUET, I., ODENHARDT-DONVEZ, I. « Cinq mesures romaines graduées en bois de la colonie romaine d'Arausio/Orange (Vaucluse) : étude de leurs applications à l'artisanat du petit mobilier. », in *Gallia* 65 (2008), p. 327-353.

PREYSSOUYRE, F. « Les anciennes circonscriptions de poids et mesures dans le Quercy [...] », in *Actes du 88^e Congrès national des sociétés savantes*, Clermont-Ferrand 1963, p. 207-219.

PRIBETICH AZNAR, C. « La formulation des surfaces des bâtiments et des superficies de terrains aux XIV^e-XVI^e siècles dans le sud-est de la France », in *Histoire & Mesure*, vol. XVI, n° 3/4 (2001), p. 353-372.

PRIOR, W. H. « Notes on the Weights and Measures of Medieval England », in *Bulletin Du Cange*, vol. 1 (1924), p. 77-97 et 141-170.

PRONY, G. DE. *Description hydrographique et historique des Marais Pontins*, Paris, 1822.

Prospetto delle operazioni fatte in Roma per lo stabilimento del nuovo sistema metrico negli Stati Romani dalla Commissione de Pesi e Misure, Rome, 1811.

PROUST, C. « Mathématiques en Mésopotamie », Site CultureMath ENS Ulm DESCO, 2006.

PSEUDO-HYGIN. *Des fortifications du camp*, M. LENOIR, éd., Paris, 1979.

PUISSANT, L. *Traité de topographie, d'arpentage et de nivellement*, Paris, 1807.

QUERRIEN, A., voir GAUTIER DALCHÉ, P. et QUERRIEN, A.

QUERRIEN, A. « La mesure du sol à Avignon au XIV^e siècle : intervenants et procédés », in *Expertise et valeur des choses au Moyen Âge II. Savoirs, écritures, pratiques*, L. FELLER et A. RODRÍGUEZ, dir., Madrid, 2016, p. 215-235.

QUERRIEN, A. « Techniques et pratiques de la mesure du sol », in *La Terre : connaissance, représentations, mesure au Moyen Âge*, P. GAUTIER-DALCHÉ, dir., Turnhout, 2013.

QUERRIEN, A. « Parcellaires antiques et médiévaux du Berry », in *Journal des savants*, 1994, n° 2, p. 235-366.

QUERRIEN, A. « Les formes circulaires de l'espace bâti et agricole au Moyen Âge : racé, mesure et partage », in *Archéologie médiévale* 38 (2008), p. 123-158.

RAMEL, A. L., *Système métrique* [...], La Chaux-de-Fonds, 1808.

RAPER, M. « An Enquiry into the Measure of the Roman Foot », in *Philosophical Transactions*, vol. 51 (1759-1760), p. 774-823.

RAYMOND, G.-M. : « Notice sur les poids et mesures du duché de Savoie [...], *Mémoires de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Savoie*, t. IX (1838) [tiré à part, 1839], p. 1-100.

REGUIN, O. « Quelques mesures du Plan de Saint-Gall et de la Chapelle palatine (Aachen) examinées dans leur contexte métrologique », in *Zeitschrift für schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte = Revue suisse d'art et d'archéologie = Rivista svizzera d'arte e d'archeologia = Journal of Swiss archeology and art history* 77/4 (2020), p. 1-16.

REGUIN, O. « De l'abandon des mesures agraires romaines à l'établissement de modules géométriques médiévaux : les traces d'une étape byzantine en Italie », in *Histoire&Mesure* 33-1 (2018), p. 61-84.

REGUIN, O. « Les anciennes mesures agraires de Toulouse et de Bordeaux. Hommage critique à Paul Guilhaume », in *Annales du Midi*, n° 295 (juill.-sept. 2016), p. 411-426.

REGUIN, O. « Les Plantagenêt, relais des conceptions impériales en matière de mesures agraires ? », in *Des nains ou des géants ? Emprunter et créer au Moyen Âge*, Actes du colloque organisé par C. TREFFORT, CESC M Poitiers 2011, édités par C. ANDRAULT-SCHMITT, E. BOZOKY et S. MORRISON, Turnhout, 2015, p. 351-365.

REGUIN, O. « Résolution numérique d'un problème métrologique : le pied, la perche et l'acre d'Angleterre », in *Florilegium* 29 (2012a), p. 229-246. [Voir aussi « Resolving a metrological problem numerically : The foot, the perch, and the acre of England » : résumé accessible sur www.academia.edu/9609380/].

- REGUIN, O. « Une ancienne mesure d'arpentage dominante en Suisse romande et en Savoie : le jugère carolingien », in *Bulletin de la Société d'histoire et d'archéologie de Genève* 42 (2012b), p. 5-17.
- REGUIN, O. « La réforme des mesures d'Arles en 1406 : retour vers le chaos », in *Memini. Travaux et documents*, vol. 11 (2007), p. 151-166.
- REGUIN, O. « Avatars du jugère carolingien », in *Cahiers de métrologie*, t. 24-25 (2006-2007), p. 9-20.
- REGUIN, O. « Les étranges mesures agraires du Faucigny et monsieur de La Poix de Fréminville », in *Cahiers de métrologie*, t. 22-23 (2004-2005), p. 43-62. [Voir aussi « Mesures agraires du haut Faucigny », version remaniée en 2014, accessible sur www.academia.edu/5738239/].
- REGUIN, O. *Saint-George : village, prieuré et seigneurie à la fin du Moyen Âge*, Lausanne, 2000. Annexe II, « Mesures », p. 183-193.
- REUSS, J. D. *Repertorium Commentationum a Societatibus Litterariis Editarum*, t. VII [en part. « Arithmetica Practica. De Mensuris, Ponderibus et Nummis », p. 13-21], Göttingen, 1808.
- RICHESON, A. W. *English Land Measuring to 1800 : Instruments and Practices*, Cambridge, Mass., 1966.
- RIPART, L. Voir LAUWERS, M. et L. RIPART.
- ROBERTSON, E. W. *Historical Essays in Connexion with the Land, the Church & C.*, Édimbourg, 1872.
- ROCCA, P. *Sul sistema metrico e numismatico dei Merovingi riformato da Carlo Magno. Induzioni e deduzioni*, Crème, 1889.
- ROCCA, P. *Pesi e Misure antiche di Genova e del Genovesato*, Gênes, 1871.
- ROCCA, P. *Investigazione sulla vera origine del piede Liprando*, Gênes, 1842.
- RODENBACH, C. *La coudée, étalon linéaire des Égyptiens*, Bruxelles, 1883.
- ROMÉ DE L'ISLE, J. B. *Métrologie ou Tables pour servir à l'intelligence des poids et mesures des Anciens*, Paris, 1789.
- ROSS, L. A. *Métrologie archéologique*, Ottawa, 1983.
- ROTH CONGÈS, A. « La borne de Cantabrie », in *Histoire & Mesure*, vol. XIX, n° 1/2 (2004), p. 21-40. (Voir aussi CHOUQUER, G., FAVORY, F. ET ROTH CONGÈS, A.)
- ROSSLÄNDER, R. C. A. « Zur Datierung vormetrischen Längeneinheiten in Dekumatenland », in *Ordo et Mensura IX*, St. Katharinen, 2010, p. 275-295.
- ROSSLÄNDER, R. C. A. *Vormetrische Längeneinheiten* [1998], <http://vormetrischelaengeneinheiten.de/html/publikationen.html> – avec bibliographie de l'auteur.
- ROSSLÄNDER, R. C. A. *Antike Längenmasse. Untersuchung über ihre Zusammenhänge*, Braunschweig, Wiesbaden 1979.
- ROUND, J. H. *Feudal England: Historical Studies on the XIth and XIIth Centuries*, Londres, 1895, rééd. New York, 2010.
- SAIGEY, J. *Traité de métrologie ancienne et moderne*, Paris, 1834.
- SAINT-JACOB, P. DE. « La structure du manse », in *Annales de Bourgogne*, t. XV, n° 59 (1943), p. 173-184.
- SAINT-JACOB, P. DE. « Le village : les conditions juridiques de l'habitat », in *Annales de Bourgogne*, t. XIII, n° 51 (1941), p. 169-202.
- SALVATI, C. *Misure e Pesi nella documentazione storica dell'Italia del Mezzogiorno*, Naples, 1970.
- SALVATORI, M. *Manuale di metrologia per architetti studiosi di storia dell'architettura ed archeologi*, Naples, 2006.
- SAVARY DES BRUSLONS, J. *Le Parfait Négociant* [...], Paris, 1675 [2^{de} éd. 1679].
- SAVOY, S. *Cadastré, terroirs et fiscalité dans la province du Genevois au XVIII^e siècle. Les enseignements du cadastre sarde*, 2 vol., Chambéry-Annecy, 2014.
- SCHILBACH, E. *Byzantinische Metrologie*, Munich, 1970.
- SCHLESINGER, W. (a) « Die Hufe im Frankenreich », 1979, rééd. dans *Ausgewählte Aufsätze 1965-1979*, p. 587-614.
- SCHLESINGER, W. (b) « Hufe und Mansus im Liber donationum des Klosters Weissenburg », 1976, rééd. dans *Ausgewählte Aufsätze 1965-1979*, p. 543-586.
- SCHLESINGER, W. (c) « Vorstudien zu einer Untersuchung über die Hufe », 1974, rééd. dans *Ausgewählte Aufsätze 1965-1979*, p. 485-541.
- SCHLESINGER, W. *Ausgewählte Aufsätze 1965-1979*, textes choisis par H. PATZE et F. SCHWIND, Sigmaringen, 1987.

- SCLAFERT, Th. *Cultures en Haute-Provence, déboisements et pâturages au Moyen Âge*, Paris, 1959.
- SCLAFERT, Th. *Le Haut-Dauphiné au Moyen Âge*, Paris, 1926.
- SÉE, H. *Les classes rurales et le régime domanial en France au Moyen Âge*, Paris, 1901, rééd. Genève, 1980.
- SEEBOHM, F. *Customary Acres and Their Historical Importance. Being a series of unfinished essays by the late Frederic Seebohm*, Londres et New York, 1914.
- SEEBOHM, F. *The English Village Community Examined in its Relation to the Manorial and Tribal System and to the Common or Open Field System of Husbandry*, Londres, 1905.
- SEGRÈ, A. « A documentary analysis of ancient Palestinian units of measures », *Journal of Bibl. Liter.* 64 (1945), p. 357-375.
- SEGRÈ, A. *Metrologia e circolazione monetaria degli antichi*, Bologne, 1928.
- SERRES, O. de. *Le théâtre d'agriculture et mesnage des champs [...]* (livre I, chap. III), éd. Chouet, Genève, 1611.
- SICARD, G. « Sur l'organisation judiciaire carolingienne en Languedoc », in *Études historiques à la mémoire de Noël Didier*, rec. Fac. Droit, Grenoble, 1960, p. 293-299.
- SIEBENTHAL, J. DE. *Les mathématiques dans l'Occident médiéval*, Lausanne, 1993.
- SIMAAAN, A. « Sur l'expérience d'Ératosthène », in *Bulletin de l'Union des Physiciens* 846, vol. 96 (2002), p. 1193-1196.
- SIVÉRY, G. *Terroirs et communautés rurales dans l'Europe occidentale au Moyen Âge [...]*, Lille, 1990.
- SIVÉRY, G. *Structures agraires et vie rurale dans le Hainaut à la fin du Moyen-Âge* (Tome I), Lille, 1977, en part. p. 57 sqq.
- SKINNER, F. G. *Weights and Measures, their Ancient Origins and their Development in Great Britain up to AD 1855*, [Her Majesty's Stationery Office], Londres, 1967.
- SMITH, J. R. « The Development of Two Standards », *Survey Review*, vol. 20, n° 153 (1969), p. 133-146.
- Sources du droit du canton de Neuchâtel (Les)*, réunies par D. FAVARGER ; publ. par M. DE TRIBOLET, Aarau, 1982, coll. « Les sources du droit suisse » 21^e partie, t. 1, n° 33, p. 87-88.
- SPIESS, H. « Die Masse der Torhalle », in *Die Reichsabtei Lorsch, Festschrift zum Gedenken an ihre Stiftung 764*, F. KNÖPP, dir., Darmstadt, 1977, p. 319-330.
- STECCHINI, F. C. *A history of Measures*, <http://www.metrum.org/> Il n'est pas possible d'en référer précisément à cet auteur dont il faut lire l'œuvre foisonnante, non datée et non paginée sur ce site, avec patience et beaucoup de précaution. Textes rassemblés par ses disciples vers 1960.
- STONE, M. H. « The Cubit: A History and Measurement Commentary », in *Journal of Anthropology* (2014), article ID 489757, 11 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/489757>
- STOUFF, L. *Arlés à la fin du Moyen Âge [...]*, Aix-en-Provence, 1986.
- Table de réduction des mesures métriques en mesures locales [...]* Genève, Genève, 1844.
- TANNERY, P. *Mémoires scientifiques* – publiés par G. HEIBERG et H. G. ZEUTHEN, Toulouse et Paris, 1912 à 1931.
- TANNERY, P. et abbé A. CLERVAL. « Une correspondance d'écolâtres du XI^e siècle », *Compte rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, 41^e année, n° 2 (1897), p. 214-221.
- TANNERY, P. [Sur le *modius castrensis*], in *Revue archéologique*, 3^e série, t. I (1883), p. 56-67.
- TANNERY, P. « Les mesures des marbres et des divers bois de Didyme d'Alexandrie », in *Revue archéologique*, nlle série, XLI (janvier-juin 1881), p. 152-163.
- TARBÉ DES SABLONS, S. A. *Manuel pratique et élémentaire des poids et mesures [...]*, Paris, 1796.
- TATON, R. *Le calcul mental*, Paris, 1953.
- TATON, R. *Histoire du calcul*, Paris, 1946.
- Tavole di ragguaglio dei pesi e delle misure già in uso nelle varie provincie del regno col peso metrico decimale*, C. FERRATI, dir., [nb. collab.], Rome, 1877.
- TAYLOR, J. *An Atlas of Roman rural settlement in England*, Council for British Archaeology Research Report no. 151, 2007.
- TEDESCO, P. « Economia monetaria e fiscalità tardoantica: una sintesi », in *AIIIN* 62, (2016), p. 107-149.
- Terriers & plans-terriers du XIII^e au XVIII^e siècle - Actes du Colloque de Paris (23-25 septembre 1998)*, G. BRUNEL, O. GUYOTJEANNIN, J.-M. MORICEAU, dir., coll. « Mémoires et documents publiés par l'École des chartes », Paris, 2002.

- Terre : connaissance, représentations, mesure au Moyen Âge (La)*, P. GAUTIER-DALCHÉ, dir., Turnhout, 2013.
- Territoires du médiéviste (Les)*, B. CURSENTE et M. MOUSNIER, dir., Rennes, 2005.
- THALAMAS, A. *La géographie d'Eratosthène*, Versailles, 1921.
- THOMANN, M. « Recherches sur les monuments de l'art roman et le système carolingien des mesures et des monnaies », in *Revue d'Alsace*, t. 122, fasc. 600 (1996), p. 39-60.
- THOMSON, D. W. *L'homme et les méridiens. Histoire de l'arpentage et de la cartographie au Canada*, vol. I (avant 1867), Ottawa, 1966.
- THORN, A. *Megalithic Remains in Britain and Brittany*, Oxford, 1978.
- THROWER, N. J. W. *Original Survey and Land Subdivision [...]*, série « AAG », vol. 4, Chicago, 1966.
- TILLET et ABEILLE. *Observations de la Société royale d'agriculture sur l'uniformité des poids et mesures*, Paris, 1790 (rééd. 1880 dans les *Archives parlementaires*, séance du 6 février 1790, p. 477 sq.).
- TONNEATTO, L. *Codices artis mensoriae [...]*, 3 vol., Spolète, 1994-1995.
- Topography of Power in the Early Middle Age*, DE JONG, M. et F. THEUWS, dir., Leyde, 2001.
- TOUBERT, P. *Les structures du Latium médiéval [...]*, Paris, 1973.
- TOUBERT, P. « Histoire de l'occupation du sol et archéologie des terroirs médiévaux : la référence allemande », in *Journal des savants*, 1998, n° 1, p. 55-77. TOUBERT, P. *L'Europe dans sa première croissance. De Charlemagne à l'an mil*, Paris, 2004.
- TOUZERY, M. *Atlas statistique des mesures agraires, Île-de-France*, Caen, 1997.
- TOUZERY, M. « Contribution à la géographie des mesures agraires : le travail des arpenteurs de Bertier de Sauvigny, 1776-1790 », in *Genèse et diffusion du système métrique*, B. GARNIER et J.-Cl. HOCQUET, dir., Caen, 1989, p. 63-84.
- Travaux du 1^{er} Congrès de la métrologie historique*, 2 vol. dactyl., Zagreb, 1975.
- TUOR, R. *Mass und Gewicht im alten Bern, in der Waadt, im Aargau und im Jura*, Berne, Stuttgart, 1977.
- U. S. NATIONAL BUREAU OF STANDARDS. « Refinement of Values for the Yard and Pound », 1959.
- UNITED KINGDOM, HOUSE OF COMMONS [Carysfort Committee]. « Report from the Committee Appointed to Inquire into the Original Standards of Weights and Measures in this Kingdom, and to Consider the Laws Relating Thereto », in *Reports from Committees of the House of Commons*, 2, (1737-1765), p. 411-451.
- UNITED KINGDOM, HOUSE OF COMMONS. « Second Report of the Commissioners appointed by His Majesty to Consider the Subject of Weights and Measures », *English Parliamentary Papers, Reports from Commissioners*, vol. 7, no. 314, 1820, 40 p.
- UNITED KINGDOM. *Weights and Measures Act 1824*, 5° George IV. Cap. 74, « An Act for ascertaining and establishing Uniformity of Weights and Measures », Londres, His Majesty's Statute and Law printers, p. 339-354.
- Uomo e Spazio nell'Alto Medioevo*, (coll. « Settimane di Studio del Centro Italiano di Studi sull'Alto Medioevo » L), Spolète, 2003.
- Urkundenbuch zur Geschichte der mittelhheinischen Territorien*, H. BEYER, L. ELTESTER et A. GOERZ, 3 vol., 1860, 1865, 1874, rééd. Aalen, 1974 (2 autres vol. réédités en 2007).
- UZIELLI, G. *L'evoluzione delle misure lineari presso i vari popoli in tutti i tempi e specialmente nel medio evo in Firenze*, Florence, 1899.
- UZIELLI, G. *Le misure lineari medievali e l'effigie di Cristo*, Florence, 1899.
- VALIER, B., *Rapport des nouveaux poids et mesures [...]*, Lausanne, 1823.
- VAN DER LINDEN, H. « Die Königsrute. Eine Revision der "Cope-Untersuchung" bezüglich der mittelalterlichen Kultivierungssystematik », in *Siedlungsforschung. Archäologie – Geschichte – Geographie* 18, Bonn, 2000, p. 269-296.
- VARRON, *Agriculture*, livre I, in *Économie rurale*, trad. J. HEURGON et Ch. GUIRAUD, Paris, 1978.
- VAZQUEZ QUEIPO, V. *Essai sur les systèmes métriques et monétaires des anciens peuples*, 2 vol., Paris, 1859.
- VELTMAN, K. « Traités De ponderibus et mensuris » in *Histoire comparée des littératures de langues européennes*, vol. 4, Toronto, Maastricht, 2000, p. 407- .
- VERDENHALVEN, F. *Alte Mess- und Währungssysteme aus dem deutschen Sprachgebiet*, rééd., Neustadt an der Aisch, 1993.
- VERHULST, A. *Le paysage rural : les structures parcellaires de l'Europe du Nord-Ouest*, « Typologie des sources », n° 73, Turnhout, 1995.

- VERHULST, A. *Précis d'histoire rurale de la Belgique*, Bruxelles, 1990.
- Village (Le) médiéval et son environnement : études offertes à Jean-Marie Pesez, L. FELLER, P. MANE et F. PIPONNIER, dir., Paris, 1998.
- VILLANI, V. *Per una storia della metrologia agraria medievale. L'area umbro-marchigiana e la Marca d'Ancona*, Ancône, 1982.
- VINET, E. *L'Arpanterie* [...], Bordeaux, 1577.
- VISCONTI, F. *Del sistema metrico della città di Napoli* [...], Naples, 1838.
- WAITZ, G. *Deutsche Verfassungsgeschichte*, 8 vol., Kiel, 1844-1878.
- WALTHER, C. V. « Possible standard units of measurement in Roman military planning », *Britannia*, 12 (1981), p. 15-35.
- WANG, V. « Les structures des mesures agraires géométriques. Aspects quantitatifs et analyse historique dans le Bordelais », in *Cahiers de métrologie*, vol. 13 (1995), p. 5-52.
- WARREN, Gen. Sir C. *The Early Weights and Measures of Mankind*, Londres, 1913.
- WARTMANN, H. *Urkundenbuch der Abtei Sanct Gallen*, Teil II, Jahr 840-920, Zurich, 1866.
- Was zählt. Ordnungsangebote, Gebrauchsformen und Erfahrungsmodalitäten des « numerus » im Mittelalter*, M. WEDELL, dir., Cologne, Weimar et Vienne, 2012.
- WATSON, Col. Sir C. M. *British Weights and Measures* [...], Londres, 1910.
- WATTEAUX, Magali. « Archéogéographie de l'habitat et du parcellaire au haut Moyen Âge », in *L'Austrasie. Sociétés, économies, territoires, christianisation*, E. PEYTREMANN, dir., Nancy, 2009, p. 109-120.
- WATTEAUX, M. « Proposition de relecture archéogéographique des rapports entre pouvoir, territoire et formes du paysage au Moyen Âge », n. d. [2007], www.academia.edu/1118564
- WATTEAUX, M. « Sous le bocage, le parcellaire... », in *Études rurales*, n^{os} 175-176 (2005/3-4), p. 53-80.
- WATTEAUX, M. « Le plan radio-quadrillé des territoires non planifiés », in *Études rurales*, n^{os} 167-168 (2003/3-4), p. 187-214.
- WEDELL, M. « Numbers », in *Handbook of Medieval Culture. Fundamental Aspects and Conditions of the European Middle Ages*, A. CLASSEN (dir.), Berlin et Boston 2015, vol. 2, p. 1205-1260.
- WEDELL, M. « Actio – Loquela digitorum – Computatio. Zur Frage nach dem numerus zwischen Ordnungsangeboten, Gebrauchsformen und Erfahrungsmodalitäten », Introduction II in *Was zählt. Ordnungsangebote, Gebrauchsformen und Erfahrungsmodalitäten des « numerus » im Mittelalter*, M. WEDELL, dir., Cologne, Weimar, Vienne, 2012, p. 15-66.
- WEDELL, M. « Metrology », in *Handbook of Medieval Studies*, A. CLASSEN, dir., Berlin et New York, 2010, vol. 1, p. 897-919 [important passage en revue avec bibliographie].
- WEX, J. *Métrologie grecque et romaine*, [trad. de l'allemand par P. MONET], Paris, 1886.
- WILLOMMET, P. *Traité de la grandeur des mesures* [...], Payerne, 1698.
- WITTHÖFT, H. « Thesen zu einer Karolingischen Metrologie », in *Science in Western and Eastern Civilization in Carolingian Times*, P. L. BUTZER et D. LOHRMANN, dir., Bâle, 1993.
- WITTHÖFT, H. « Les ordonnances métrologiques carolingiennes, vérité et légende », in *Les Mesures et l'Histoire, Cahiers de Métrologie*, numéro spécial (1984), B. GARNIER, dir., p. 25-36.
- WITTHÖFT, H. « Massgebrauch und Messpraxis in Handel und Gewerbe des Mittelalters », in *Mensura, Mass, Zahlensymbolik im Mittelalter*, vol. 1, Berlin et New York, 1983, p. 234-260.
- WITTHÖFT, H. « Rute, Elle und Schuh in Preußen [...] », in *Scriptura Mercaturae*, 13^e année, cahier 1 (1981), p. 1-36.
- WITTHÖFT, H. *Umriss einer Historischen Metrologie* [...], 2 vol., Göttingen, 1979.
- WOLF, C. *Mémoires sur la pendule*, « Coll. de mémoires relatifs à la physique publiés par la Société française de physique », t. IV, Paris, 1889.
- ZADORA-RIO, E. Voir BOURIN, M.
- ZAGO, L. et al. *Bases de métrologie* [cours], Lausanne, 2011.
- ZERNER, M. *Le cadastre, le pouvoir et la terre. Le Comtat Venaissin* [...], Rome, 1993.
- ZERNER, M., LOZI, R., CANCELLIERI, J.-A. « Quelques réflexions inspirées par un document cadastral [...] », in *Histoire & Mesure*, vol. VIII, n^o 3/4 (1993), p. 295-312.
- ZUPKO, R. E. « Metrologia architettonica » [bibliographie], in *Enciclopedia dell'Arte Medievale*, vol. VIII, Rome, 1997, p. 354-357.

- ZUPKO, R. E. *Revolution in Measurement: Western European Weights and Measures Since the Age of Science*, Philadelphie, 1990.
- ZUPKO, R. E. *A Dictionary of Weights and Measures for the British Isles : The Middle Ages to the Twentieth Century*, « Memoirs of the American Philosophical Society », vol. 168, Philadelphie, 1985.
- ZUPKO, R. E. *Italian Weights and Measures: the Later Middle Ages to the Nineteenth Century*, Philadelphie, 1981.
- ZUPKO, R. E. *French Weights and Measures Before the Revolution. A Dictionary of Provincial and Local Units*, Bloomington et Londres, 1978.
- ZUPKO, R. E. « The Weights and Measures of Scotland Before the Union », *Scottish Historical Review*, n° 56 (1977), p. 119-145.
- ZUPKO, R. E. *British Weights & Measures. A History from Antiquity to the Seventeenth Century*, Madison et Londres, 1977.
- ZUPKO, R. E. *A dictionary of English Weights and Measures From Anglo-Saxon Times to the Nineteenth Century*, Madison, Milwaukee et Londres, 1968.