Comparaisons et parallèles

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Bulletin de l'Association Pro Aventico**

Band (Jahr): **48 (2006)**

PDF erstellt am: **23.04.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

probablement le plus tardif, aurait ainsi été construit vers la fin du I^er^ siècle de notre ère.

Bien qu'on ne dispose que de peu d'éléments datables et que l'on fasse appel à des considérations historiques et archéologiques, il est vraisemblable que la construction des aqueducs alimentant *Aventicum* remonte à l'époque flavienne, en relation étroite avec le nouveau statut de colonie de la ville, comme le suggérait déjà J.-P. Aubert[188]. On ne peut toutefois pas exclure que l'une ou l'autre de ces conduites soit postérieure à cette période, ni même qu'elles aient toutes été en fonction en même temps. Quand à la durée d'utilisation de ces aqueducs, il faut admettre que l'on n'en connaît rien.

6. Comparaisons et parallèles

L'étude comparative et la recherche de parallèles concernent divers aspects des aqueducs d'*Aventicum*. Nous ne nous étendrons cependant pas trop sur ce sujet qui pourrait faire l'objet d'un article à lui seul. Après un survol général, nous essayerons toutefois d'étayer certaines hypothèses émises dans le présent travail, nous intéressant aux aspects techniques de certains tronçons, tout en limitant le champ des comparaisons à la partie occidentale de l'Empire romain et plus particulièrement à la Gaule.

6.1. Comparaisons générales

Nombre d'aqueducs

Aventicum avec ses six, voire sept conduites figure parmi les cités qui disposaient d'un réseau d'alimentation dense. Les villes et certaines agglomérations secondaires en comptaient en général une ou deux, plus rarement davantage. Parmi celles qui en sont le mieux dotées, on compte naturellement la Ville éternelle avec ses onze aqueducs, mais aussi Vienne/F, où l'on en dénombre autant. Aix-en-Provence et Lyon avec leurs quatre structures hydrauliques sont déjà moins bien loties qu'*Aventicum*, tandis que Poitiers et Périgueux en comptaient trois. Le nombre d'aqueducs ne reflète cependant pas la quantité d'eau disponible, puisque, nous l'avons vu ci-dessus, ce sont les sections et les pentes qui influencent les débits. Il faut néanmoins préciser que le nombre connu des aqueducs alimentant des agglomérations ou des *villae* n'est que le reflet de l'état de la recherche.

Sections et débits

Marcel Bailhache a tenté de classer les conduites de la Gaule en fonction de leurs sections[189]: dans les aqueducs de grande section, celle-ci est supérieure à 1 m^2, dans ceux de moyenne section, elle varie entre 1 m^2 et 0,5 m^2 et dans ceux de petite section elle est inférieure à 0,5 m^2. Les tronçons connus d'Avenches appartiennent tous à la dernière catégorie (fig. 35), loin derrière ceux à grande section de Vienne (F) et de Nîmes ou ceux à moyenne section de Lyon, de Sens ou de Poitiers. Précisons toutefois que nous ne connaissons pas les dimensions du canal de Bonne Fontaine après sa jonction avec la branche secondaire provenant de *Romanex*. Si sa largeur avait effectivement été d'un mètre, comme le suggère C. Mouraz (BF.25 et BF.27), on aurait donc affaire à un aqueduc de moyenne, voire de grande section.

La vitesse d'écoulement jouant aussi un rôle pour le calcul des débits, il est tout à fait possible qu'une conduite de moyenne section véhicule davantage d'eau qu'une autre de grande section. On notera, en se basant sur le tableau (fig. 39), qu'il existe de très grandes différences dans les débits estimés des aqueducs du monde romain. Le volume d'eau à acheminer dans une agglomération dépend évidemment du nombre d'habitants qui la peuplent. Il est naturel, par exemple, que l'*Urbs* dispose de ressources en eau nettement supérieures au camp légionnaire de *Vindonissa*. D'autres facteurs interviennent également, comme la présence d'artisanats grands consommateurs d'eau, plus ou moins représentés selon les agglomérations. Une ville suréquipée en thermes ou en monuments des eaux par rapport à d'autres consomme également davantage de liquide.

Longueurs des tracés

Le tableau (fig. 39) met également en évidence les longueurs des tracés des conduites. Bien que la majorité des parcours se situe dans la fourchette de 20 km à 40 km, il en existe qui mesurent nettement plus, ainsi l'aqueduc de Carthage (132 km en incluant la branche secondaire), celui de l'Eiffel à Cologne (94,4 km) et celui du Gier à Lyon (86 km avec la boucle de la vallée de la Durèze). A Avenches, seule la conduite de Bonne Fontaine avoisine la moyenne. Les agglomérations secondaires, les *villae* et certaines capitales de cité, comme Périgueux, ne sont généralement pas dotées d'aqueducs parcourant de longues distances. Les longueurs de parcours ne sont toutefois pas un critère de prestige. Si un centre urbain jouissait de sources de bonne qualité à proximité, il était inutile d'aller capter de l'eau ailleurs.

Pentes

En comparant les données relatives aux pentes des fig. 37 et 39, on remarque aussi que les conduites d'*Aventicum* se démarquent sensiblement des autres aqueducs des provinces occidentales. C'est à nouveau la structure de Bonne Fontaine qui présente des chiffres se rapprochant de la pente préconisée par les auteurs antiques[190], tandis que les autres conduites avenchoises, avec des pentes moyennes excédant les 20 m/km, sont de loin supérieures à cette valeur théorique. Comme nous l'avons déjà précisé plus haut, cela est dû à la grande différence existant entre le niveau des résurgences et celui des châteaux d'eau ou des citernes, combinée à la faible longueur des aqueducs. Nous retrouvons le même phénomène, mais moins prononcé, sur d'autres conduites, comme celle de l'Yzeron à Lyon (16,8

[188] Aubert 1968, p. 4-5.

[189] M. Bailhache, Etude de l'évolution du débit des aqueducs gallo-romains, *in*: Boucher 1983, p. 19-49.

[190] Cf. ci-dessus, note 178.

Aqueduc	*Longueur [km]*	*Pente moyenne [m/km]*	*Débit estimé [m3/jour]*	*Source*
Augst	6,5	1.5	24000	EWALD et. al. 1997
Genève	11	0,55	8640	BLONDEL 1928
Nyon	10	8,5		BUHATIER 1983
Windisch (Vindonissa)	2,5	3,8	1382 à 1555	MAIER-OSTERWALDER 1994
Antibes	16		5050	FABRE et al. 2000, p. 13-34
Arles	48	0,625	8000	HODGE 2002
Besançon, aq. d'Arcier	10,3	2	69000	BEDON 1997, p. 399-404
Bézier	37	2,62	2500 à 5000	ANDRIEU 1990
Cahors	33	1	3840	HOULES 1986
Carhaix	27	0,3	4000	BEDON 1997, p. 525-546
Fréjus	40	12	52531	GEBARA et al. 2002
Lyon, aq. de la Brévenne	70	1,3 puis 0,9	10000	BURDY 1993
Lyon, aq. du Gier	74,5 + 11,5	1,1	15000	BURDY 1996
Lyon, aq. du Mont d'Or	26	1,4	2000 à 6000	BURDY 1987
Lyon, aq. de l'Yzeron	27 (40)	16,8	13000	BURDY 1991
Metz	22	0,56	22000	BEDON 1997, p. 405-439
Narbonne, aq. de Cabezac	22	1,4	8500	VIOLLET 2000
Nîmes	50	0,34	20000	FABRE et al. 2000
Paris, aq. d'Arcueil	15.7	0,56	2400	GRENIER 1960
Périgeux, aq. de Grandfont	7	0.66	6200 (4200)	GRENIER 1960
Poitiers, aq. de Fleury	25	0.123	6700	VIOLLET 2000
Reims	44	0,5	22000	BEDON 1997, p. 333-351
Rodez	30	1,6	38000 (32000)	VIOLLET 2000
Saint-Bertrand-de-Comminges	2.7	1	13600 (18000)	BAILHACHE 1972
Saintes (1er canal)	5	0,85	4000	ADAM 1995
Saintes (2e canal)	7.5	0,87	22600	VIOLLET 2000
Sens	17	0,95	40760	ADAM 1995
Strasbourg, Kuttolsheim	20	3,13	2160	HODGE 2002
Toulouse, aq. de Lardenne	9.5	1	19000	VIOLLET 2000
Cologne, aq. de l'Eiffel	94.4	3.89	21600	GREWE 1986
Trieste	13	0,6	25450	WAS 1988
Rome, Alexandrina	22	1	21160	WAS 1982
Rome, Alsietina	33	6	15680	WAS 1982
Rome, Anio Novus	87	3,8	189520	WAS 1982
Rome, Anio Vetus	64	3,6	175920	WAS 1982
Rome, Appia	16	0,6	73000	WAS 1982
Rome, Claudia	69	3.8	184220	WAS 1982
Rome, Julia	23	12,4	48240	WAS 1982
Rome, Marcia	91	2,7	187600	WAS 1982
Rome, Tepula	18	5	17800	WAS 1982
Rome, Traiana	58	3,8	113920	WAS 1982
Rome, Virgo	21	0,2	100160	WAS 1982
Bologne	20	1	35000	WAS 1987
Ségovie	15	16,4	1728	HODGE 2002
Carthage	84	1,5	17280	HODGE 2002
Cherchel	45	2	40000	LEVEAU/PAILLET 1976

Fig. 39. Tableau présentant les données chiffrées de plusieurs aqueducs de la partie occidentale de l'Empire romain.

m/km), celle de Fréjus (12 m/km), celle de l'Aqua Julia à Rome (12,4 m/km) ou encore celle de Ségovie (16,4 m/km). Les pentes n'étaient pas aussi accentuées sur la totalité du parcours, car les ingénieurs romains avaient recours à un dispositif ingénieux : les escaliers hydrauliques. Quelques aqueducs, au contraire, présentent une pente très douce, parfois inférieure à 1 m/km. Les recommandations des auteurs antiques sont donc théoriques et n'ont que rarement été appliquées[191].

6.2. Eléments comparatifs

Escaliers hydrauliques et puits de chute

Les pentes considérables des aqueducs qui alimentaient *Aventicum* doivent impérativement être compensées par l'implantation d'escaliers hydrauliques, principalement au début des tracés. Ces escaliers sont généralement constitués de puits de chute disposés sur une certaine distance, ressemblant par définition à des puits conventionnels maçonnés. Ils sont toutefois enduits d'un revêtement de mortier de tuileau, parfois complété de solins en quart de rond au fond de la structure. L'eau provenant du canal amont se déverse ainsi dans le puits, d'une largeur plus importante, et tombe au fond. Puis, elle le quitte par la conduite aval qui se situe légèrement plus haut que le fond, un petit bassin de décantation étant ainsi créé, où les limons charriés peuvent se déposer.

Il faut donc régulièrement entretenir la partie basse du puits, raison pour laquelle on trouve souvent des regards associés à ces structures. Ils peuvent atteindre parfois presque 5 m de hauteur, la distance entre les puits oscillant entre 30 et 100 m. De tels aménagements ont été repérés sur différents aqueducs : la conduite de Montjeu, qui desservait Autun, ne compte pas moins de 24 puits de chute permettant une perte d'altitude de 160 m[192]. Celle de Beaulieu, qui alimentait Aix-en-Provence, ainsi que celle de Rusicade, en Algérie, en sont également pourvues[193]. Plus près de chez nous, l'aqueduc de l'Yzeron, qui rejoint la ville de Lyon, est l'un des exemples les mieux conservés d'escalier hydraulique (fig. 40) ; plusieurs puits de chute de cet escalier y ont été repérés au niveau de Recret et de Grézieu[194]. Jean Burdy y a estimé le nombre de puits, par déduction, à une cinquantaine. Signalons également la présence d'au moins huit escaliers hydrauliques sur la conduite de la Brévenne qui desservait la capitale des Trois Gaules[195].

Entailles dans le substrat rocheux

Les aqueducs sont généralement enfouis sous terre, implantés dans des tranchées. Quand ils suivent les collines à flanc de coteau et que la roche n'est ni trop dure ni trop profonde, les ingénieurs romains les installaient directement dans le substrat rocheux ; c'est d'ailleurs le cas en ce qui concerne les conduites avenchoises puisque la molasse, une roche tendre, est omniprésente dans la région broyarde. Cela devient plus problématique quand la structure hydraulique se situe à une profondeur importante, comme aux environs du *Creux de la Chetta.*

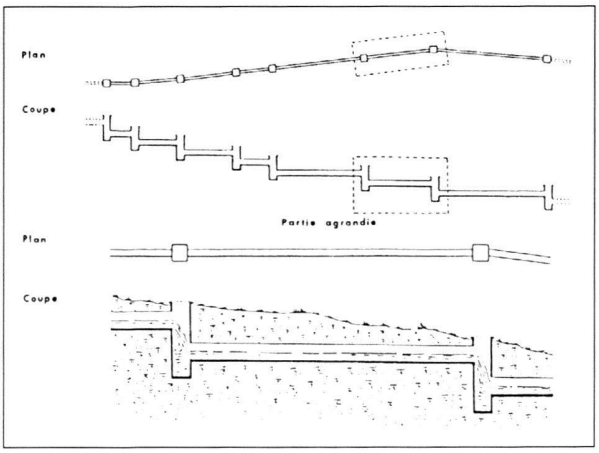

Fig. 40. Plan et coupe de l'escalier hydraulique de l'aqueduc lyonnais de l'Yzeron au niveau de Recret/Grézieu.

Certains tronçons de la conduite de Cahors nous fournissent un excellent parallèle[196] : les falaises y sont à plusieurs reprises profondément entaillées pour permettre à l'aqueduc de remonter les vallons au lieu de les traverser directement au moyen d'un pont. Ce type d'ouvrage existe souvent, mais bâti plus en amont, là où le ravin est plus étroit, évitant ainsi une construction trop coûteuse. Les saignées ouvertes dans la roche sont plus courtes que celles du *Creux de la Chetta*, mais elles sont ici creusées dans un substrat calcaire qui est plus dur que la molasse. Des tranchées profondes de 13 m ont tout de même été observées, dimension proche de celle de l'aqueduc de Bonne Fontaine à l'emplacement cité ci-dessus (fig. 41).

Franchissements de vallons

Les franchissements des rivières et des ruisseaux n'ont jamais pu être observés sur les parcours des aqueducs d'*Aventicum.* Le moyen de franchissement le plus usuel consiste à construire des ponts ou des ponceaux. Les ingénieurs romains ont préféré remonter les vallons en suivant les courbes de niveau pour franchir les obstacles plus en amont, où la construction d'un ouvrage d'art impliquait un investissement moins important.

A défaut d'avoir un pont entièrement conservé, on peut généralement observer dans l'environnement au moins ses culées ou ses ancrages dans la roche. Nous n'avons relevé aucun de ces éléments dans la région broyarde, ce qui nous conduit à chercher une autre manière de traverser les cours d'eau. Ainsi, il ne reste guère que deux possibilités : l'une consistant à construire la conduite directement dans le lit du ruisseau, sans agencement particulier, l'autre, à la faire

[191] Les œuvres de Pline l'Ancien et de Vitruve ne sont en aucun cas des manuels d'architecture, mais doivent plutôt être perçues comme des descriptions basées sur des observations locales.

[192] Hodge 2002, p. 161.

[193] Hodge 2002, p. 161.

[194] Burdy 1991, p. 118-119.

[195] Burdy 1993, p. 161-165.

[196] Houlès 1998, p. 86-101.

Fig. 41. Photo de l'entaille de 13 m dans la roche calcaire à Savanac-Cuzoul, sur le tracé de l'aqueduc de Cahors.

passer sous le cours d'eau[197]. Au vu des débits assez importants des ruisseaux du bassin de la Broye, nous donnons la préférence à l'option souterraine en ce qui concerne les aqueducs d'Avenches

Siphons

Nous avons évoqué la présence, à Avenches, d'éléments de canalisation en pierre évidée, provenant éventuellement d'un siphon. Ce type de conduite a été adopté au cours de l'époque hellénistique et son aire de diffusion se situe plutôt dans la moitié orientale de l'Empire (fig. 42). Les Occidentaux semblent avoir préféré des canalisations en plomb, allant jusqu'à onze unités disposées en batterie[198]. On retrouve cependant aussi des canalisations en pierre dans les provinces occidentales, à une période plus tardive, comme en témoignent les blocs de l'aqueduc alimentant le camp légionnaire de Bonn[199]. Il s'agit généralement de pierres de forme cubique présentant une perforation cylindrique, contrairement aux pierres trouvées à Avenches qui sont, elles, complètement circulaires. Ce dernier cas de figure existe bel et bien, notamment à Sidè en Turquie, mais se révèle très rare[200].

Les dimensions des canalisations avenchoises sont de l'ordre de 32 cm pour le diamètre intérieur et de 56 cm pour le diamètre extérieur. Cela nous donnerait une section de 804 cm^2, ce qui est peu pour un aqueduc, car on ne connaît pas d'exemple de siphon en pierre à tubes multiples.

Un autre élément pourrait nous faire douter de la présence d'un siphon aux portes d'Avenches: les Romains, en principe, n'envisageaient en effet pas la construction d'un tel ouvrage s'il n'y avait pas au moins 50 m de dénivellation à franchir[201]. A Avenches, nous devrions donc plus raisonnablement compter avec la présence d'un pont plutôt que d'un siphon. Les pierres évidées pourraient alors être interprétées comme des manchons de jonction entre deux canalisations en bois, même si ces éléments de jonction sont habituellement de forme carrée avec une perforation cylindrique.

Regards

Les aqueducs sont généralement pourvus de regards pour l'entretien du canal. Les accumulations de limons et de dépôts calcaires pouvaient en effet perturber le bon fonctionnement d'une conduite. S'y ajoutent les réparations locales qu'il fallait entreprendre de temps à autre. Vitruve et Pline l'Ancien recommandent un intervalle d'environ 77 m entre les regards[202], espacement qui peut être observé sur certaines conduites[203].

Ces puits de contrôle se retrouvent sur quasiment tous les aqueducs répertoriés. Notons en outre que les regards construits sur la conduite de Cologne et ceux des aqueducs lyonnais sont particulièrement bien étudiés. La conduite du Gier devait en comporter un peu plus de mille, dont 73 ont été localisés jusqu'en 1999[204]. On y constate d'ailleurs que les préceptes sur les intervalles émis par les auteurs antiques ne sont qu'approximativement respectés et qu'on retrouve ces regards sur tout le parcours, que se soit sur un tronçon enterré, aérien, en tunnel ou sur des réservoirs de siphon.

On peut ainsi établir une typologie des différents puits de visite, non seulement selon l'emplacement du tronçon, mais aussi en fonction de la taille des regards, de grand ou de petit module, pour les conduites enterrées (fig. 43). La différence entre ces derniers réside dans le fait que ceux de grand module débordent de l'emprise de l'aqueduc, alors

[197] P. Garczynski, J. Foucras et M. Dubar, L'aqueduc d'*Antipolis* dit de la Bouillide (Alpes-Maritimies), *in*: Fabre et al. 2005, p. 13-34 (p. 15).

[198] C'est le cas pour le réservoir de chasse du siphon de Chaponost qui fait partie de l'aqueduc lyonnais du Gier; Burdy 2002, p. 141-143.

[199] Grewe 2002, p. 168-170 et 172.

[200] Hodge 2002, p. 110 et fig. 62.

[201] Hodge 2002, p. 39-40.

[202] Pline l'Ancien, *Hist. nat.*, XXXI, 31; Vitruve, *De arch.*, VIII, 6; la lecture latine de ce dernier passage a récemment été réinterprétée, cf. Burdy 1999, p. 65-66.

[203] Intervalles réguliers: aqueduc lyonnais du Gier, cf. Burdy 1999; intervalles irréguliers: aqueduc de *Vindonissa,* cf. Maier-Osterwalder 1994.

[204] Burdy 1999.

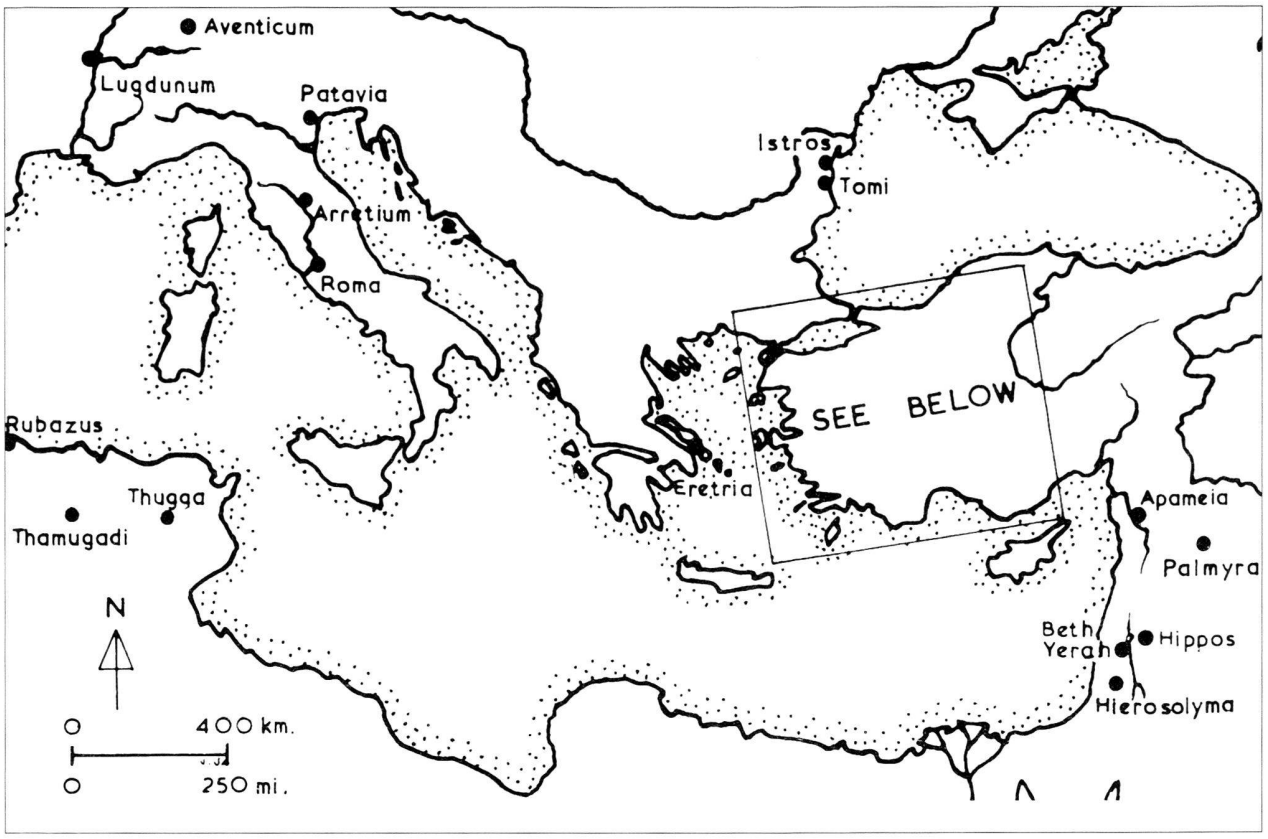

Fig. 42. Carte de répartition des canalisations en pierre dans le monde romain, à l'exception de celles provenant d'Asie Mineure où elles sont particulièrement nombreuses.

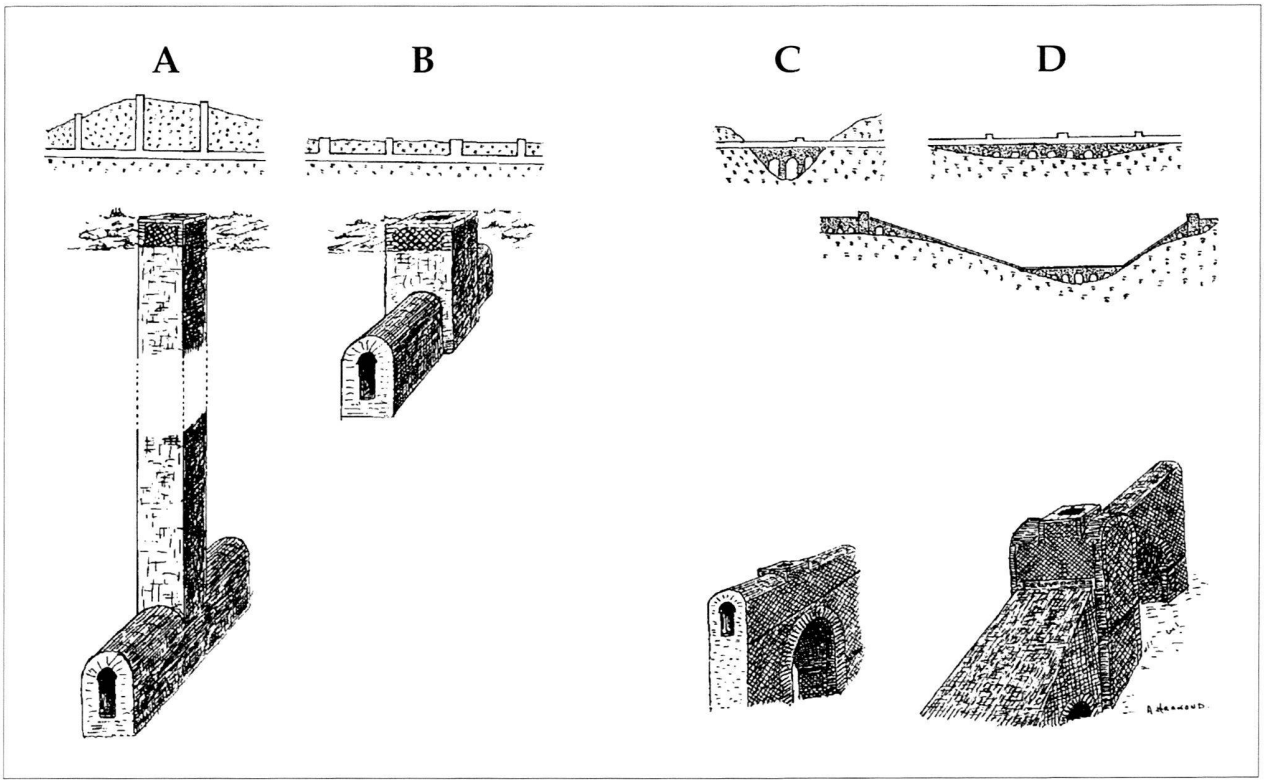

Fig. 43. Typologie des regards. A: puits sur tunnel, B: regard (de grand module) sur la tranchée, C: regard sur le canal aérien, D: regard sur un réservoir de siphon.

que ceux de petit module s'appuient directement sur les piédroits.

Parmi tous les tronçons observés des conduites avenchoises, on ne compte qu'un seul regard, du type en tranchée et de petit module. Avant sa découverte en 1987, on pensait que les aqueducs en étaient totalement dépourvus, notamment à cause des petites dimensions du *specus*. Cet argument doit être réfuté, car pas moins de 24 regards ont été mis au jour sur l'aqueduc de *Vindonissa* qui présente un canal de même largeur, mais d'une hauteur sous flèche inférieure[205]. Il faut donc admettre que la présence d'un seul exemplaire à Avenches n'est que le reflet de l'état de la recherche. L'entretien de ces conduites pouvait d'ailleurs être confié à de très jeunes esclaves.

On peut aussi se poser la question de savoir si les regards n'existaient qu'à proximité de la ville antique: mais alors, pourquoi n'entretenir un aqueduc qu'aux abords de l'agglomération, sachant qu'en amont il ne serait pas possible d'intervenir en cas de problème? Ce serait aberrant: l'écoulement de l'eau doit être impérativement assuré sur toute la longueur de ces structures hydrauliques.

Mortier de tuileau sur l'imposte de la voûte

Le fait de retrouver du mortier de tuileau sur toute la hauteur du canal n'est pas extraordinaire pour les aqueducs de petite et de moyenne section. Par contre, il est plus rare que cet enduit hydraulique recouvre l'imposte de la voûte, comme on peut l'observer sur tous les tronçons avenchois, à une exception près.

I. Riera a tenté d'en chercher une explication dans une étude récente[206]. Il y met en cause l'ancienne théorie des aqueducs à canal ouvert en citant les exemples de certaines branches des conduites lyonnaises de Brévenne, du Mont d'Or et de l'Yzeron, ainsi que celles de Vérone, de Windisch et de Karystos en Eubée qui ont toutes conservé leur couverture. Il a, dans un premier temps, remarqué que les conduites présentant un tel aménagement sont construites en tranchée et sont dotées d'une couverture constituée de dalles et non d'une voûte comme à Avenches. Selon lui, le mortier de tuileau qui recouvre l'arase des piédroits sert à la fois de niveau de réglage pour la pose des dalles de couverture et de joint entre les piédroits et ces dernières, afin d'éviter des infiltrations de terre lors du remblayage de la tranchée. En ce qui concerne le cas avenchois, il émet la thèse que, compte tenu de la faible largeur du canal, il est plus aisé de positionner des claveaux standardisés sur ce lit de mortier.

Après une discussion avec Philippe Bridel, nous pouvons avancer une nouvelle théorie: il se peut que les ingénieurs des aqueducs d'*Aventicum* aient voulu tester le fonctionnement du canal avant d'achever la construction avec la voûte et le remblayage des tranchées. De la sorte, il était possible de corriger d'éventuelles erreurs en perdant moins de temps. Le mortier de tuileau reposant sur les piédroits aurait ainsi protégé l'enduit pariétal des infiltrations d'eau qui auraient détérioré la structure hydraulique avant même sa mise en service.

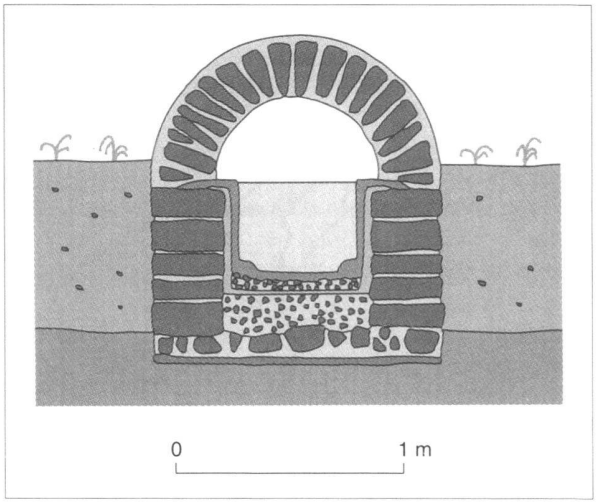

Fig. 44. Coupe partiellement restituée de l'aqueduc de Balaruc-les-Bains à la hauteur du lieu-dit La Fiau. *Sans échelle.*

Il apparaît que les adductions d'eau comportant un enduit de tuileau qui recouvre l'arase des piédroits sont finalement assez fréquentes, mais qu'elles sont quasiment toutes dotées d'une couverture de dalles. Le plus souvent, il s'agit de petites ou de très petites conduites qui alimentent des *villae*, comme sur le territoire des communes de Carcassonne, de Paulhan et de Villedieu-sur-Indre[207]. Mais il existe aussi des aqueducs de plus grandes dimensions, alimentant des agglomérations secondaires ou des villes, qui sont pareillement enduits, ainsi que le démontrent les exemples des branches secondaires de Lyon. Les aqueducs de certains camps légionnaires, comme ceux de Windisch et de Bonn, peuvent aussi témoigner d'une telle technique de construction. Celui de Bonn était peut-être même voûté, comme le suggère la présence de blocs de tuf en démolition dans la partie supérieure du canal[208]. Le meilleur parallèle avec Avenches est constitué par un tronçon de l'aqueduc de l'agglomération antique de Balaruc-les-Bains (fig. 44)[209]. Outre l'enduit hydraulique recouvrant l'arase des piédroits, on y retrouve plusieurs éléments similaires, tels la présence d'une voûte ainsi qu'un radier constitué de gros blocs noyés dans du mortier de chaux sur lequel reposent les piédroits. La comparaison s'arrête là, car le canal de ce tronçon est pourvu de plusieurs couches d'enduit et comporte des solins en quart de rond. Ces derniers sont en fait très répandus dans les structures hydrauliques romaines, bien qu'absents des aqueducs d'Avenches. Cette

[205] Maier-Osterwalder 1994, p. 140-143.

[206] Riera 1997.

[207] Aqueduc de Sur Fontorbe (Carcassonne): M. Passelac, Trois vestiges d'aqueducs ruraux gallo-romains dans la partie occidentale de la cité de Carcassonne (Aude), *in*: Fabre *et al.* 2005, p. 107-118; aqueduc haut de la villa de Vareilles: S. Mauné, J.-L. Paillet et Z. Sekhari, Les aqueducs de la villa de Vareilles à Paulhan (Hérault): 1er s. av. J.-C – IIIe s. apr. J.-C., *in*: Fabre *et al.* 2005, p. 131-145; aqueduc de Villedieu-sur-Indre: Coulon/Girault 1977, p. 24.

[208] Grewe 2002, p. 165.

[209] I. Bermond, L'aqueduc de l'agglomération antique de Balaruc-les-Bains (Hérault), *in:* Fabre *et al.* 2002, p. 35-48.

absence de solin en quart de rond peut éventuellement trouver une explication dans le fait que les conduites avenchoises sont en forte pente, comme on peut le constater sur l'aqueduc d'Antibes qui en est dépourvu uniquement aux endroits présentant une telle spécificité[210].

7. Conclusions et perspectives de recherches

De récentes découvertes archéologiques et le recours à une méthodologie renouvelée ont permis de rouvrir le dossier des aqueducs desservant *Aventicum*. En plus d'une grande quantité d'eau disponible sur place, les habitants de la capitale des Helvètes bénéficiaient d'eau courante provenant de six, voire de sept aqueducs. Et c'est justement le nombre élevé de ces structures qui caractérise le réseau d'adduction avenchois.

Pour une ville digne de ce nom, il était nécessaire de disposer d'eau courante distribuée dans toute l'agglomération depuis des châteaux d'eau. Ceux-ci ont été localisés à l'intérieur du rempart d'*Aventicum* grâce à la prospection menée en compagnie d'un sourcier. La profusion d'eau et surtout sa visibilité dans les thermes, les nymphées et autres fontaines contribuaient au prestige d'Avenches au même titre que son enceinte. Ce n'est sans doute pas un hasard si les conduites semblent construites à l'époque flavienne, alors même que la cité accédait au statut de colonie. Le seul indice chronologique fiable qui puisse étayer cette thèse se situe dans les thermes d'*En Perruet,* thermes qui sont traversés par une conduite captant des sources dans un versant du Bois de Châtel.

Les aqueducs avenchois ne sont pas les plus spectaculaires que nous puissions admirer à travers le monde romain. De longueur plutôt modeste, ils ne présentent que de petites sections comparées à celles des grandes conduites des cités les plus peuplées de l'Empire.

Aventicum ne possède pas d'ouvrages d'art aussi monumentaux et esthétiques que le pont du Gard ou les innombrables kilomètres d'arches du *Latium*. Bien au contraire, les ingénieurs avenchois ont opté pour la solution la plus économique, c'est-à-dire l'enfouissement des structures hydrauliques dans des tranchées taillées dans le substrat molassique. Ce n'est qu'à proximité de la ville même qu'un ou deux ponts-aqueducs ont été nécessaires pour que la conduite puisse amener l'eau dans le secteur dominant la théâtre. Il n'en demeure cependant aucune trace, les vestiges ayant sans doute été remployés dans la construction du bourg médiéval.

Plusieurs thèses émises dans de cet article doivent être encore confirmées par l'archéologie. Bien que nous ayons défini les tracés grâce à la prospection menée en collaboration avec un sourcier, seuls des sondages pourront lever le doute sur diverses questions, notamment sur les parcours finaux de nombreuses conduites.

Pour terminer, ouvrons la discussion sur les perspectives de recherches. Plusieurs sujets d'étude ont certes été traités, notamment la technique de construction ainsi que les calculs de pente et de débit. Mais nous pourrions facilement étendre nos recherches à d'autres domaines, comme celui des dépôts calcaires. Avec des analyses précises de concrétions nous pourrions retrouver les sources à l'origine des aqueducs, ou du moins différencier un tronçon d'un autre, par exemple après une jonction avec une conduite secondaire. Nous disposerions aussi d'éventuelles réponses quant à la durée d'utilisation des différents aqueducs.

D'autres sujets de recherches sont envisageables : parfois, on peut mettre en évidence des lots de construction comme à Cologne[211]. Il serait intéressant d'effectuer une approche sociologique des aqueducs et de l'eau en général. Un autre sujet pourrait traiter de la relation entre l'eau et la religion, particulièrement dans les régions qui se trouvent dans d'anciens territoires celtiques. Enfin, dans la continuité des adductions, il serait logique d'étudier la distribution d'eau *intra muros*, même si cela s'avère difficile dans le cas d'Avenches, en raison du manque d'informations. De même, il serait pertinent de s'intéresser à l'évacuation des eaux usées, d'autant plus que là, les données sont nombreuses.

Un approfondissement des comparaisons et des parallèles est tout à fait envisageable. Nous nous sommes restreint aux conduites de la partie occidentale de l'Empire, particulièrement de celles de Gaule. Un champ d'étude plus vaste pourrait éventuellement déboucher sur des résultats probants.

Nous avons utilisé le plus de méthodes possibles afin de croiser les données ; mais il en reste cependant une, parfois fort utile, que nous n'avons pas exploitée : la prospection géophysique. L'Université de Berne est d'ailleurs en train de mettre sur pied un vaste programme de prospection en collaboration avec la Fondation Pro Aventico. Il serait intéressant de réaliser des sondages géophysiques sur les conduites avenchoises, particulièrement à proximité de la ville. On pourrait ainsi également confirmer, peu ou prou, les tracés des aqueducs provenant du versant ouest du Bois de Châtel.

Nous laissons le mot de la fin à Hubert Monteilhet qui a parfaitement décrit la relation existant entre les Romains et l'eau : « Ces paysans de Romains adoraient l'eau à condition d'en boire et d'y naviguer le moins possible.[212] »

[210] P. Garczynski, J. Foucras et M. Dubar, L'aqueduc d'Antipolis dit de la Bouillide (Alpes-Maritimies), *in :* Gabre *et al.* 2005, p. 13-34 (p. 32).

[211] K. Grewe a pu démontrer que l'aqueduc de l'Eiffel a été construit par tronçon, car il a retrouvé des raccords entre ces unités qui présentaient une légère différence de niveau qui a dû être compensée (Grewe 1998).

[212] Citation tirée d'un roman historique ; H. Monteilhet, *Neropolis*, Paris, 1984, p. 180.