



ArcheoSciences
Revue d'archéométrie

31 | 2007
Varia

Stratégies d'approvisionnement en eau dans l'agglomération gallo-romaine de Cassinomagus (Chassenon, Charente)

Water supply in the Gallo-roman town of Cassinomagus (Chassenon, Charente)

Cécilia Bobée, Eric Marmet et Alain Tabbagh



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/archeosciences/742>

DOI : 10.4000/archeosciences.742

ISBN : 978-2-7535-1596-3

ISSN : 2104-3728

Éditeur

Presses universitaires de Rennes

Édition imprimée

Date de publication : 31 décembre 2007

Pagination : 45-58

ISBN : 978-2-7535-0618-3

ISSN : 1960-1360

Référence électronique

Cécilia Bobée, Eric Marmet et Alain Tabbagh, « Stratégies d'approvisionnement en eau dans l'agglomération gallo-romaine de Cassinomagus (Chassenon, Charente) », *ArcheoSciences* [En ligne], 31 | 2007, mis en ligne le 31 décembre 2009, consulté le 19 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/archeosciences/742> ; DOI : 10.4000/archeosciences.742

Article L.111-1 du Code de la propriété intellectuelle.

Stratégies d’approvisionnement en eau dans l’agglomération gallo-romaine de Cassinomagus (Chassenon, Charente)

Water supply in the Gallo-roman town of Cassinomagus (Chassenon, Charente)

Cécilia BOBÉE *, Eric MARMET *, Alain TABBAGH *

Résumé : Le but de cette étude était de retrouver les ressources en eau en contexte de métamorphisme de choc (astroblème de Rochechouart-Chassenon), de reconstituer l’organisation spatiale des structures gallo-romaines de Cassinomagus, implantées à Chassenon, et de tenter de comprendre les relations entre les constructions gallo-romaines et les ressources en eau. Nous avons répondu à cette problématique par la réalisation de prospections géophysiques.

La réalisation de prospections électriques et magnétiques à maille fine, couplées à des mesures de susceptibilité magnétique, ont permis d’entrevoir l’extension du bâtiment thermal, l’agencement des quartiers privés à proximité du complexe monumental ainsi que l’extension du réseau hydraulique superficiel. Le traitement des sondages électromagnétiques à maille large a permis de produire des cartes de résistivité électrique pour différentes profondeurs de terrains ; ces cartes ont révélé la présence d’un aquifère dans les impactites et ont montré d’étroites relations entre la position du captage, des galeries drainantes et l’extension des formations aquifères.

Mots clés : Cratère de Rochechouart, Site gallo-romain, Aqueduc, Ressources en eau, Prospections géophysiques, Hydrogéologie.

Abstract: *The aim of this study was to determine water resources in a shock-metamorphism context (Rochechouart-Chassenon meteorite crater), to investigate the spatial extent of Gallo-roman buried structures of Cassinomagus and to try to understand relationships between various Gallo-roman buildings and water resources. We have conformed to this problematic by the realisation of geophysical surveys.*

The magnetic and electric surveys and measures of magnetic susceptibility highlight archaeological buried structures as extension of thermae, the organization of domestic dwellings near the monumental complex and the extent of hydraulic structures. Electromagnetic soundings indicate the presence of a subsurface aquifer and reveal connexions between its geometry and the water catchment area.

Key words: *Rochechouart crater, Gallo-roman site, Aqueduct, Water resources, Geophysical prospecting, Hydrogeology.*

Les vestiges gallo-romains de Cassinomagus sont localisés à Chassenon, commune implantée en bordure orientale du département de la Charente. Cassinomagus est positionné sur un plateau culminant à 250 m d’altitude, bordé au Nord par la Vienne et au Sud par l’un de ses affluents, la Graine (Fig. 1).

Deux particularités majeures caractérisent Cassinomagus. La première est la présence d’un complexe monumental démesuré, s’étendant sur une superficie de plus de 20 hectares, à l’intérieur duquel ont été retrouvées des structures atypiques liées au culte de l’eau, par exemple un réseau de 49 fosses disposées en damier au sud du temple gallo-romain.

* Laboratoire de Géophysique Appliquée, UMR Sisyphé 7619, CNRS – Université Pierre et Marie Curie, Tour 56-46, 3^e étage, case 105, 4, place Jussieu, 75252 Paris cedex 05. (cecilia.bobee@ccr.jussieu.fr) (eric.marmet@free.fr) (Alain.Tabbagh@ccr.jussieu.fr)

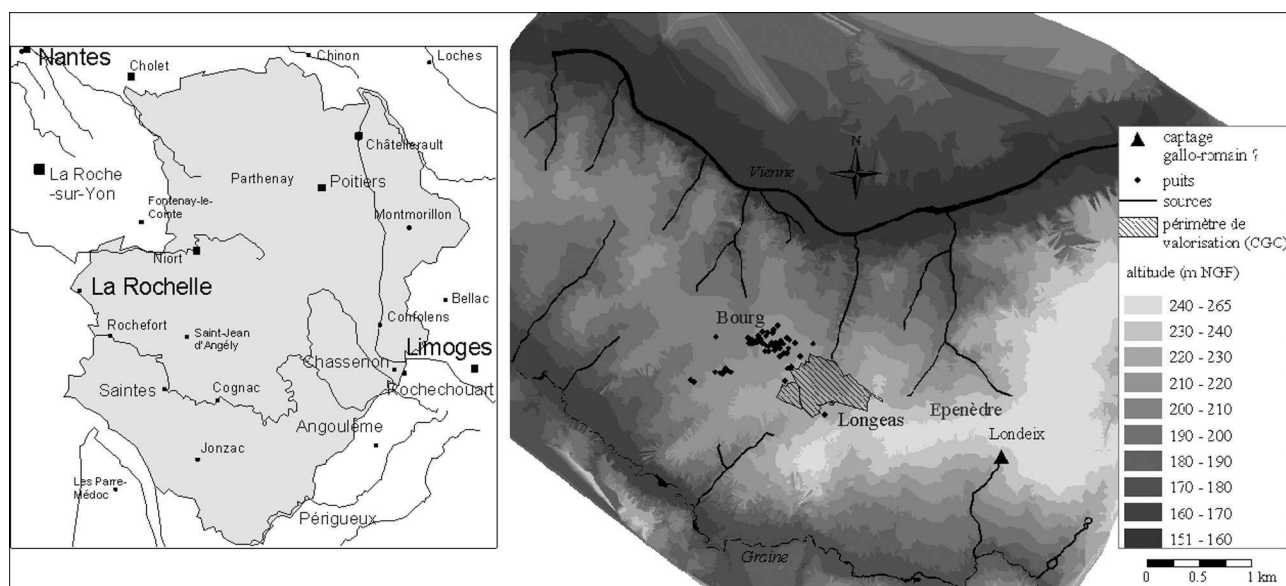


Figure 1 : Chassenon et localisation du périmètre de valorisation archéologique.

Figure 1: Chassenon and archaeological reserve's location.

Le contexte géologique constitue la seconde particularité du site : le substrat de Cassinomagus est constitué d'impactites. Ces formations géologiques sont affiliées à l'astroblème de Rochechouart-Chassenon (Kraut, 1969) et résultent d'un impact de météorite survenu à la fin du Trias, daté à 214 ± 8 Ma (Kelley et Spray, 1997).

Durant la période gallo-romaine, le fonctionnement du bâtiment thermal, les pratiques liées au culte de l'eau et, éventuellement, l'alimentation des quartiers privés de Cassinomagus, ont nécessité un apport régulier et important en eau. Cependant, les modalités d'approvisionnement en eau et les ressources hydrogéologiques du site restaient mal connues. En effet, seulement quelques tronçons de l'aqueduc ont été mis au jour et l'observation des galeries profondes sub-horizontales, ayant pour fonction de drainer la nappe phréatique, n'a été possible qu'en deux puits-regards. Par ailleurs, les estimations avancées sur les débits apportés par l'aqueduc paraissaient peu vraisemblables (Saumade, 1995) : 30 à 50 m³ auraient été acheminés quotidiennement via le réseau superficiel alors que le remplissage des piscines et des fosses nécessitait à elles seules plus de 700 m³ d'eau. À tout ceci s'ajoutent les inconnues sur le fonctionnement hydrogéologique des impactites, connaissance indispensable à la compréhension du fonctionnement hydrodynamique des galeries drainantes.

L'étude visait à identifier les stratégies d'approvisionnement en eau choisies pour alimenter l'agglomération de Cassinomagus (Bobée, 2007). Elle ambitionnait plus particulièrement de i) retrouver le réseau hydraulique gallo-

romain, ii) mettre en évidence les connexions entre ce réseau et la trame urbaine et, iii) localiser les ressources permettant l'alimentation en eau de Cassinomagus.

Pour répondre à cette problématique, archéologique et hydrogéologique, une étude couplant prospections géophysiques à maille large, à maille fine et mesures de susceptibilité magnétique a été menée entre 2003 et 2006. Ce travail a été réalisé dans le cadre d'un programme de valorisation du site archéologique de Chassenon, en réponse à un appel à projets de recherches lancé en 2003 par le Conseil Général de la Charente, appel qui a permis la création d'une réserve archéologique de 28 hectares englobant les édifices monumentaux (Fig. 1 et Fig. 3).

1. CASSINOMAGUS, SINGULARITÉS GÉOLOGIQUES ET CONTEXTE ARCHÉOLOGIQUE

L'astroblème de Rochechouart – Chassenon

Cassinomagus fut implantée sur le cratère de Rochechouart-Chassenon, à 5 km au nord-ouest du point d'impact, situé à Babaudus (Pohl *et al.*, 1978) (Fig. 2). Le socle de la région était constitué avant l'impact de formations plutoniques à sub-volcaniques (granites et granodiorites) et de roches métamorphiques (gneiss plagioclasiques), mises en place au cours du cycle orogénique hercynien, entre 420 et 280 Ma (Chèvremont *et al.*, 1996).

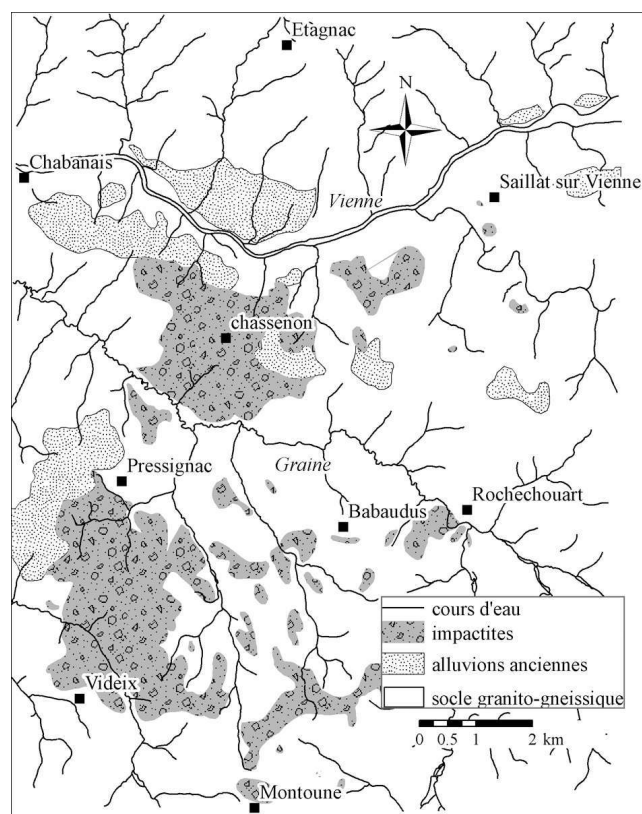


Figure 2 : Carte géologique simplifiée : l'astroblème de Rochechouart-Chassenon.

Figure 2 : Simplified geological map: meteorite crater of Rochechouart-Chassenon.

L'impact météoritique, daté à 214 ± 8 Ma (Kelley et Spray, 1997), a provoqué deux phénomènes majeurs. La propagation de l'onde de choc a d'une part engendré une intense fracturation du socle cristallin, appelé brèche monogénique de dislocation et, d'autre part, a causé l'éjection puis la retombée de fragments de socle; ces matériaux, liés par une fine matrice, sont appelés impactites ou bien encore brèches polygéniques de retombée. Kraut (1969) classa les impactites en fonction de leur éloignement par rapport au point d'impact. À Chassenon, deux types de brèches ont été identifiés : les impactites de type Chassenon et les impactites de type Rochechouart. La différence entre ces deux matériaux est pétrochimique : les impactites de Chassenon contiennent des inclusions vitreuses riches en fer et en nickel (résidus de fusion de la météorite) alors que les impactites de type Rochechouart en sont dépourvues. Des études récentes (Bobée, 2007) ont montré que les matériaux bréchiés, dépassant localement 100 m d'épaisseur, présentaient une stratification complexe.

L'agglomération de Cassinomagus, historique des recherches

Généralités

Son toponyme gaulois, composé des termes *cassino* et *magos*, a été traduit par « le marché du chêne » (Delage, 1935). Cassinomagus fut implantée au cours de la seconde moitié du 1^{er} siècle apr. J.-C., dans la partie occidentale de la cité des Lémovices, dans une zone de contact avec les peuples Angoumoisins, Pictons et Pétrucos. Le vicus se situait à 1 km au sud de la Vienne et au croisement des axes routiers Lyon-Saintes et Périgueux-Poitiers (Courraud, 1962). Si Gémon (1958) ne voyait en Cassinomagus qu'un simple relais routier rattaché à un sanctuaire rural, le vicus aurait été, à la vue des découvertes récentes, une agglomération secondaire de type urbain (Aupert *et al.*, 1998). En effet, la mise au jour de fondations d'habitats, datées entre le 1^{er} et le III^e siècle apr. J.-C., au Coutis (Delage, 1947), à Lachenaud (Eygun, 1961), à Chènevrière (Précigou, 1889) et à Longeas (Poirier *et al.*, 2005), et les traces d'occupations appréhendées en prospection géophysique (Aubry *et al.*, 1999 et 2000), en prospection pédestre (Sicard, 2001), phytologique (Ghestem *et al.*, 1999) et aérienne (Perrin et Vernou, 2001) ont permis d'évaluer la superficie de l'agglomération (Fig. 3a) : celle-ci serait de plus de 40 hectares (Bobée, 2007). L'agglomération est également composée d'un complexe monumental : thermes de Longeas, temple de Montélu, fana et édifice de spectacle sont disposés sur une superficie de plus de 20 hectares (Fig. 3a).

Connaissances sur le réseau hydraulique

Le réseau l'alimentation en eau se compose d'un aqueduc et de galeries profondes sub-horizontales (Fig. 3a et Fig. 3b).

L'aqueduc est visible en deux endroits. Le specus a été retrouvé sur 27 m au sud-est des fana (n° A1, Fig. 3b). Le second tronçon connu est situé au sud du complexe monumental (n° A2, Fig. 3b) : la conduite repose ici sur un mur de soutènement large de 2,15 m (Aupert et Hourcade, 1995). Les fouilles récentes de Rocque *et al.* (2005) ont pu mettre en évidence la connexion entre ces deux tronçons (n° A3, Fig. 3b). Par ailleurs, une anomalie résistante linéaire, détectée en prospection électrique (Aubry *et al.*, 1999) et se raccordant aux thermes et à l'aqueduc, laissait présager la présence d'une canalisation secondaire (n° A4, Fig. 3b). Sa fonction fut confirmée par Sicard *et al.* (2005) : au sud du temple de Montélu l'aqueduc pivote à angle droit vers le Nord, se prolonge alors sur quelques mètres pour aboutir à un premier bassin partiteur. De ce point, une première canalisation alimenterait les thermes de Longeas tandis que

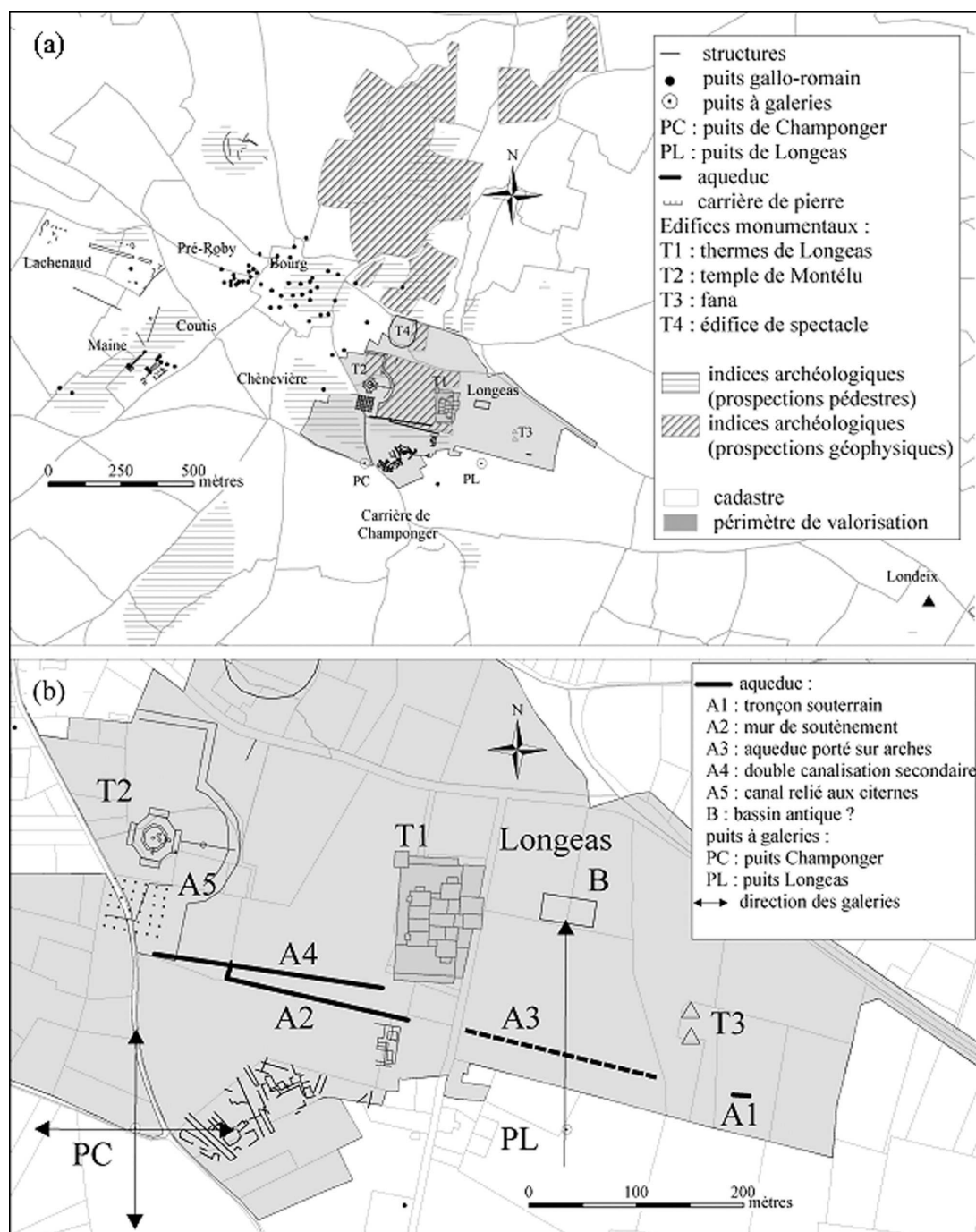


Figure 3 : Répartition des structures archéologiques de Cassinomagus; (b) détails montrant les structures hydrauliques.
 Figure 3: (a) Distribution of Cassinomagus's archaeological remains; (b) details showing hydraulic structures.

la seconde, d'extension encore inconnue, se dirigerait vers l'ouest (n° A4, Fig. 3b).

L'aqueduc canaliserait les sources de Londeix (Fig. 1), situées à 1,8 km au sud-est des thermes de Longeas et sourdant à 230 m d'altitude (Michon, 1848; Précigou, 1889; Saumade et Moreau, 1972). Cette hypothèse est cependant

en contradiction avec les études hydrologiques de Bobée (2007) : en général les sources de Chassenon ne présentent pas de forts débits, tout au plus quelques centaines de m³ par jour en période de hautes eaux, et les sources de Londeix ne présentent pas de débits particulièrement importants.

Des galeries drainantes, creusées dans le plateau au sud du complexe monumental, ont été observées lors de la fouille de deux puits-regards (Fig. 3a et Fig. 3b) : le puits de Longeas (Moreau, 1972) et le puits de Champonger (Masfrand, 1961). Larges de 0,7 m et hautes de 1,7 m, elles permettaient le passage d'un homme. La galerie de Longeas est orientée nord-sud (Fig. 3b) ; située à 8,5 m de profondeur, le fond du regard a été coté à 213,4 m NGF (Aupert et Hourcade, 1997). La galerie de Longeas approvisionnerait un bassin en contrebas des thermes de Longeas (B, Fig. 3b) (Aupert et Hourcade, 1997). Les galeries nord-sud et est-ouest de Champonger ont été retrouvées à 3 m de profondeur (Fig. 3b) ; le fond du regard, à 223 m NGF, pourrait approvisionner une partie du complexe monumental. Cependant, si selon Masfrand (1961) les galeries de Champonger s'étendent bien « au-delà des limites de la vue », leur extension reste inconnue et leur orientation approximative.

Par ailleurs, des structures singulières ont été retrouvées au sud du temple de Montélu (Masfrand, 1900 ; Perrin et Vernou, 2001 ; Aubry *et al.*, 1999) : sept rangées de sept fosses cylindriques sont disposées en damier. Profondes de 1,2 m, elles seraient reliées entre elles par de « petits aqueducs » (Masfrand, 1900) et raccordées à un canal collecteur (n° A5, Fig. 3b).

2. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

Retrouver les stratégies d'approvisionnement en eau nécessite de mettre en évidence d'une part les relations entre le réseau hydraulique et l'agglomération de Cassinomagus et, d'autre part, les relations entre le réseau hydraulique et les ressources en eau superficielles. Si les connaissances actuelles laissent présager une double alimentation en eau *via* un aqueduc et des galeries profondes, le lieu de captage et les modalités de redistribution de l'eau ne sont pas connus. Par ailleurs, on peut questionner sur le choix, stratégique ou non, de l'implantation de galeries profondes : interceptent-elles un aquifère dans les impactites ?

Pour retrouver l'agencement spatial des structures archéologiques enfouies à proximité et à l'intérieur du périmètre de valorisation archéologique, nous avons réalisé des prospections magnétiques, couplées localement avec des prospections électriques. L'interprétation des anomalies magnétiques n'est possible, dans ce contexte géologique singulier, qu'après avoir effectué des campagnes de mesures de susceptibilité magnétique sur les sols et formations géologiques présentes à Chassenon. En effet, les mesures de susceptibilité magnétique doivent permettre de caractériser les contrastes d'aimantation entre structures archéologiques maçonnées ou fossoyées

et les sols développés sur les impactites de type Chassenon et de type Rochechouart. Par ailleurs, le fonctionnement hydrogéologique n'ayant fait l'objet d'aucune étude, nous avons tenté de caractériser l'extension de l'aquifère superficiel dans les impactites par la réalisation de prospections électromagnétiques fréquentielles à maille large.

Mesures de susceptibilité magnétique

En général, les sols, produits d'altération enrichis en oxydes et hydroxydes de fer fortement magnétiques, présentent une intensité d'aimantation induite plus importante que leurs matériaux parentaux. Ce phénomène est généralement amplifié par l'activité bactérienne (Fassbinder, 1990) et l'activité humaine (Marmet, 2000). Les structures fossoyées se détectent alors souvent par une augmentation du signal magnétique alors que les structures empierrées sont moins magnétiques que le sol.

Afin de définir les signatures magnétiques des matériaux rencontrés à Chassenon, 80 mesures de susceptibilité magnétique au sol et 85 mesures sur un affleurement original, l'église de Chassenon (localisée au bourg, Fig. 1), ont été effectuées. Ce dernier présentait l'avantage d'offrir des surfaces planes de granite, de gneiss et d'impactites de type Rochechouart et de type Chassenon.

Au préalable, quarante mesures au sol ont été faites entre le temple de Montélu et le bâtiment thermal. Après chaque mesure, la couverture végétale a été ôtée et la mesure renouvelée afin de réaliser une correction liée à la présence du couvert végétal (Benech et Marmet, 1999).

L'appareil utilisé (MS2, Bartington) a une profondeur d'investigation de l'ordre de 10 cm et présente les caractéristiques suivantes : une bobine unique de 18,5 cm, une fréquence d'émission de 958 Hz.

Prospections géophysiques à maille fine

Des prospections électriques (3 ha) et magnétiques (13,6 ha) ont été effectuées à l'intérieur et à proximité de la réserve archéologique.

Les variations spatiales du champ magnétique terrestre ont été enregistrées à l'aide d'un magnétomètre à vapeur de césium (G858, Geometrics) en mode gradiométrique, par un balayage régulier des surfaces de prospection par profils en boustrophédon. La distance entre chaque profil a été fixée à 1 m et le pas d'enregistrement sur chaque profil a été défini à 0,2 seconde.

Les prospections électriques ont été faites avec un RM15 (Geoscan) ; ce résistivimètre, relié à un multiplexeur (MXP15, Geoscan), permet un enregistrement multi-pro-

fondeurs des résistivités électriques apparentes. Seules les cartes acquises en dispositif pôle-pôle et pour un écartement entre électrodes de 1 m (fixées sur le portique), seront présentées. La maille d'échantillonnage est de 1 m².

Étude de la ressource en eau : prospections géophysiques à maille large

Une campagne de prospections électromagnétiques fréquentielles à maille large a été menée sur l'ensemble de la commune de Chassenon.

L'appareil, de type slingram (EM34, Geonics), est composé d'une bobine émettrice (63 cm de diamètre) et d'une bobine réceptrice (100 cm de diamètre) reliées par un câble mesurant 10, 20 ou 40 m, selon la profondeur d'investigation que l'on cherche à atteindre. La fréquence d'émission, allant de 400 à 6400 Hz, dépend de la distance séparant les bobines. En jouant sur la position des bobines, verticale coplanaire ou horizontale coplanaire, et sur la distance séparant les parties émettrices et réceptrices, six mesures de conductivité électrique apparente ont été enregistrées par point de sondage. Après inversion, chaque sondage permet la description de la variation verticale de la résistivité électrique des terrains jusqu'à une profondeur de l'ordre de 40 m. Après interpolation des modèles, des cartes de résistivité électrique pour différentes profondeurs du sous-sol ont été effectuées. La carte de résistivité électrique pour une profondeur de terrain de 8 m sera présentée.

3. RÉSULTATS

Signatures magnétiques des impactites

Les valeurs de susceptibilité magnétique sont globalement plus fortes dans les impactites que dans les matériaux parentaux de type gneissique (tableau 1). Les impactites de Chassenon présentent une susceptibilité magnétique de l'ordre de $145 \cdot 10^{-5}$ uSI et, contrairement à ce que pourraient laisser présager les connaissances sur les caractéristiques magnétiques des matériaux pédogénésés, les arènes qui se développent à leurs dépens ont une susceptibilité magnétique plus faible, d'environ $55 \cdot 10^{-5}$ uSI en moyenne. A contrario, les sols se développant sur les impactites de type Rochechouart sont caractérisés par une légère augmentation de la susceptibilité magnétique. Enfin, les trois mesures de susceptibilité sur granite rose, localisés dans la partie sud-ouest de la commune et enregistrées sur l'affleurement, sont très variables : elles peuvent varier de plus d'un facteur 100.

Les fortes gammes de susceptibilité des impactites peuvent être causées par trois facteurs : i) les conditions thermiques très élevées lors de l'impact (Lambert, 1974), provoquant la fusion et/ou la décomposition des minéraux ferromagnésiens et la formation préférentielle de magnétite, ii) la présence de particules vitrifiées en proportion variable dans les impactites et iii) la nature des éléments clastiques (gneiss ou granite) et les proportions de clastes par rapport à la fraction matricielle.

À la vue des mesures de susceptibilité magnétique, l'interprétation des anomalies magnétiques est complexe. Cependant, nous avons remarqué que les structures gallo-romaines avaient été bâties essentiellement en impactites de Rochechouart, ce qui tend à simplifier l'analyse des anomalies magnétiques. En effet, les prospections magnétiques ont été réalisées au niveau des impactites de type Chassenon. Les sols qui s'y développent ont une susceptibilité magnétique de $55 \cdot 10^{-5}$ uSI en moyenne. Ainsi, les anomalies linéaires présentant une intensité d'aimantation moins importante que le sol seront dues à la présence de structures maçonnées enfouies (impactites type Rochechouart) tandis que les anomalies légèrement contrastées avec le sol marqueront la présence de structures fossoyées.

Prospections géophysiques à maille fine, relations entre Cassinomagus et le réseau hydraulique

Quatre zones ont été couvertes en prospections géophysiques ; celles-ci sont notées Z1 à Z4 (Fig. 4a et Fig. 4b).

Quartiers privés

La zone Z1, couverte en prospection magnétique, se localise au sud-ouest du complexe monumental (Fig. 4a et Fig. 5). Les parcelles sont parcourues de linéaments de plus faible intensité d'aimantation que le sol ; ceux-ci sont agencés en deux réseaux orthogonaux orientés NNE-SSO et ONO-ESE dans le secteur occidental (quartiers 1 et 2, Fig. 5) et NO-SE/NE-SO plus à l'est (quartiers 3 et 4, Fig. 5). Les anomalies longilignes, plus magnétiques que le sol, parfois en relation avec d'anciennes limites de parcelle, marqueraient la trace de fossés.

Les linéaments traduisent la présence de structures maçonnées ; en recoupant ces informations avec les découvertes faites en prospection aérienne (Perrin et Vernou, 2001) et lors de fouilles (Poirier *et al.*, 2005), ces anomalies linéaires soulignent l'agencement de quartiers d'habitations. Par ailleurs, les cartes magnétiques sont bruitées : les anomalies ponctuelles, fortement contrastées avec l'encaissant, traduisent ici la présence d'accumulations de terres cuites

	Nombre de mesures	Susceptibilité magnétique moyenne (10^{-5} uSI)	Susceptibilité magnétique minimale (10^{-5} uSI)	Susceptibilité magnétique maximale (10^{-5} uSI)
Impactites de Chassenon	73	145	95	256
Sols sur impactites de Chassenon	40	55	5	70
Impactites de Rochechouart	4	45	19	83
Sols sur impactites de Rochechouart	55	53	37	91
Gneiss plagioclasique	5	9	4	19
Granite rose	3	155	2	441

Tableau 1 : Mesures de susceptibilité magnétique au sol et sur l'affleurement de l'église.

Table 1: Magnetic susceptibility measures of soil and of church's outcrop.

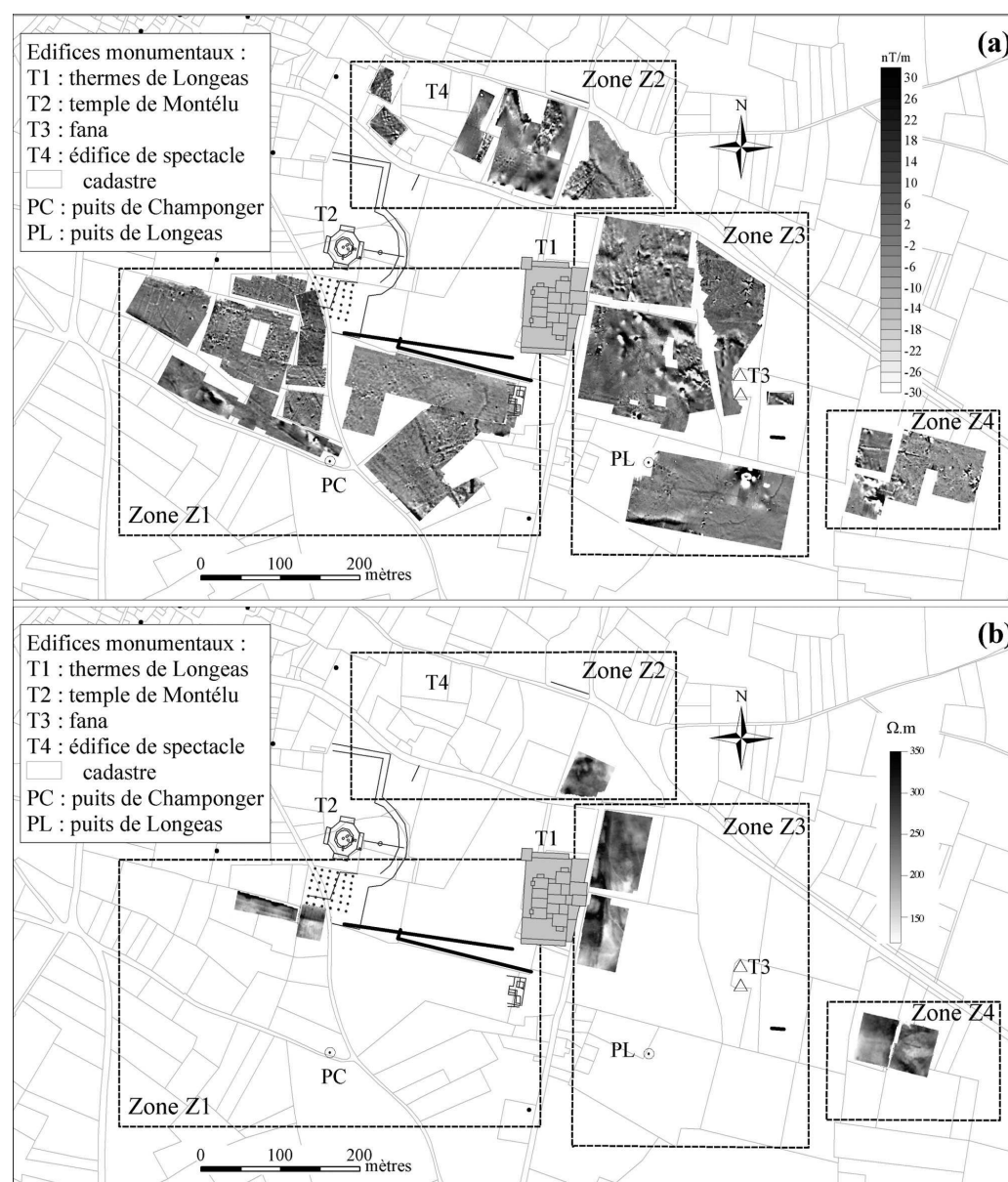


Figure 4 : Prospections magnétiques (a) et électriques (b).

Figure 4: Magnetic (a) and electrical (b) surveys.

(niveaux de destruction et/ou rejets d'activités artisanales) et de structures de combustion. Les prospections géophysiques montrent aussi la présence d'une structure linéaire maçonnée (structure A, Fig. 5) délimitant le quartier 2 au nord; possédant au moins trois exèdres sur son flanc sud, elle pourrait correspondre au prolongement du péribole du temple de Montélu vers l'ouest, sur une distance d'au moins 125 mètres.

Disposés dans un secteur excentré de l'agglomération, à proximité des édifices monumentaux et de la carrière gallo-romaine de Champonger (Fig. 3a), ces quartiers privés pourraient également être le siège d'une activité artisanale. Cette hypothèse est appuyée par la présence probable de structures de combustion, identifiées en prospection magnétique, ainsi que par les fouilles de Poirier *et al.* (2005) qui, effectuées dans la partie est du quartier 3, ont mis au jour six unités d'habitats à caractère artisanal (2^e moitié du 1^{er} siècle apr. J.-C.- III^e siècle. apr. J.-C.).

Bâtiments publics

Les prospections réalisées dans la zone Z2 (Fig. 4a et Fig. 4b) ont permis d'entrevoir en partie la géométrie de l'édifice de spectacle et de mettre en évidence la présence d'un autre bâtiment au nord des thermes de Longeas. En effet, d'une part, les deux anomalies magnétiques arquées, notées B et C (Fig. 5), visibles dans la partie ouest de l'édifice de spectacle et, d'autre part, les fouilles anciennes (Michon, 1848 ;

George et Guérin-boutaud, 1913) et l'analyse des anomalies microtopographiques (Bobée, 2007), suggèrent que l'édifice de spectacle est inscrit dans un cercle d'environ 80 mètres de diamètre. Par ailleurs, une structure faiblement magnétique et résistante, longue de 30 m et large de 22 m (Zone Z2, structure D, Fig. 5), revêt un caractère monumental. Des structures monumentales ont également été détectées au nord et à l'est des fana (structures E, zone Z3, Fig. 5). Enfin, les cartes électriques réalisées dans la zone Z3 (Fig. 4b) ont permis d'établir un plan du bâtiment thermal encore enfoui (structures F, Fig. 5) : nous avons pu mettre en évidence le prolongement des deux palestres à natatio (dimensions : 40 m x 30 m), et de l'entrée principale (dimensions : 40 m x 45 m). Une « salle » non appréhendée (structure G, Fig. 5) se situerait dans la partie nord-est du bâtiment (dimensions : 40 m x 15 m).

Le réseau hydraulique

Partie amont du réseau hydraulique

La zone Z4 est localisée à l'extérieur du périmètre de valorisation archéologique et des tronçons connus de l'aqueduc (Fig. 4a et Fig. 4b). Les contrastes d'aimantation observés dans cette zone sont généralement très faibles (hors pollutions métalliques).

Dans le prolongement théorique de l'aqueduc ont été retrouvées les anomalies géophysiques M1-E1 (Fig. 6a et Fig. 6b). L'anomalie linéaire M1, très nette, est moins

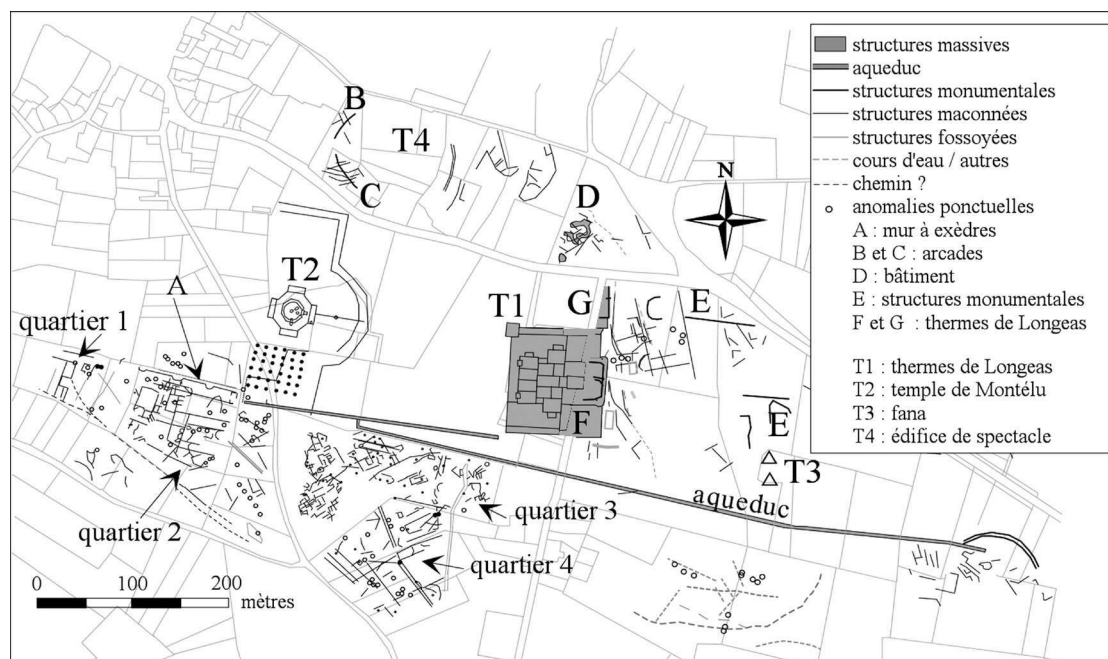


Figure 5 : Relevé des principales structures archéologiques à proximité de la réserve archéologique.

Figure 5: Drawing of main archaeological remains near the archaeological reserve.

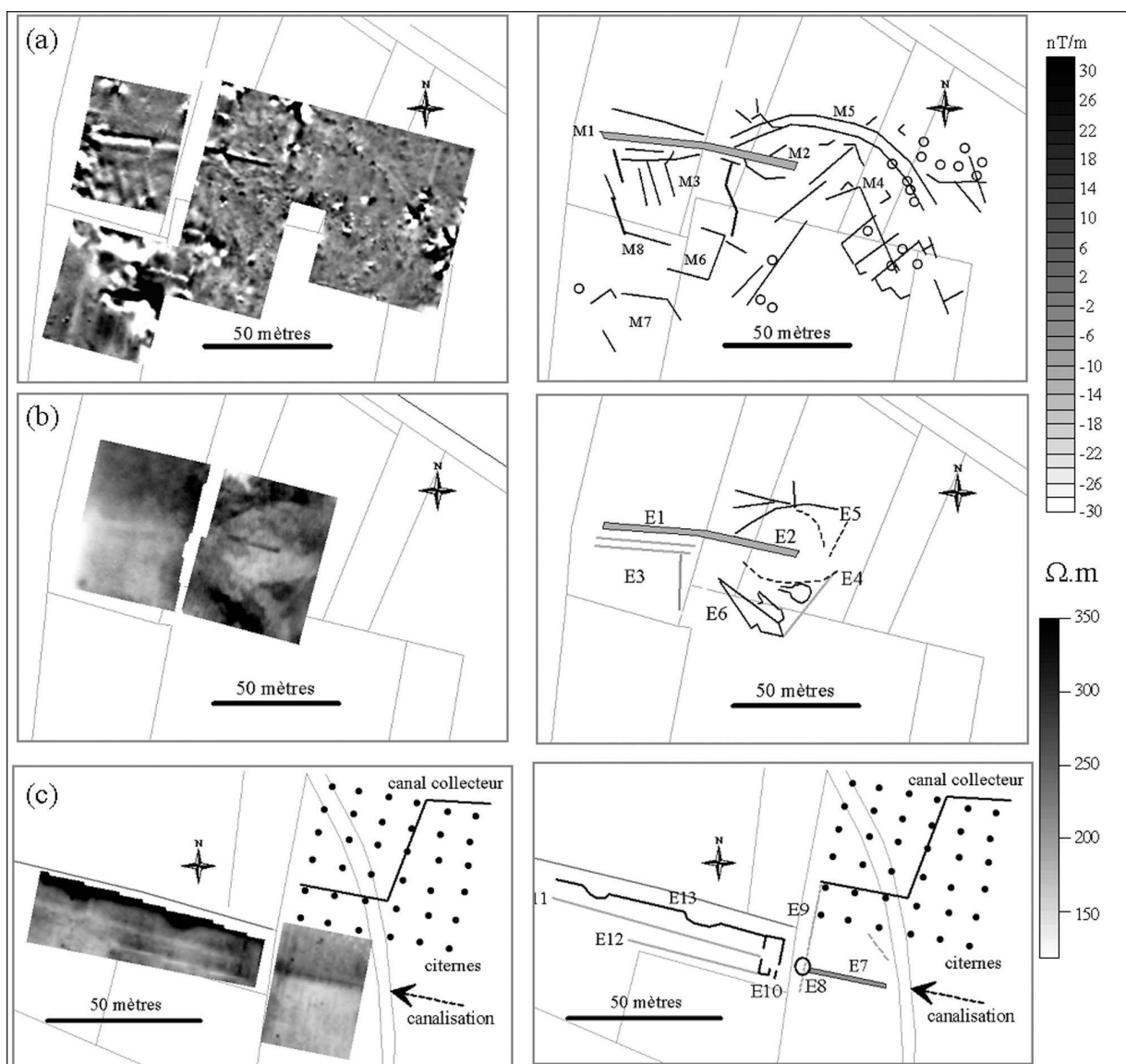


Figure 6 : Cartes magnétiques (a) et électriques (b) dans le prolongement hypothétique de l'aqueduc (zone 4) ; (c) cartes électriques à l'ouest de la canalisation secondaire (zone Z1).

Figure 6: Magnetic (a) and electric (b) maps carried out in the hypothetical extension of the aqueduct (zone 4); (c) electric map to the west of the secondary pipe (zone Z1).

magnétique que le sol (secteur M3, Fig. 6a). Elle s'observe également sur les cartes électriques : un linéament résistant E1 s'individualise dans une zone particulièrement conductrice (notée E3, Fig. 6b). Cette anomalie longiligne M1-E1, en déviant légèrement vers le sud, semble se prolonger en M2-E2; résistante, elle est cette fois-ci marquée par un contraste d'aimantation positif avec le sol, causé soit par l'emploi de matériaux de construction différents soit par le remplissage argileux d'une conduite. Les anomalies M1-E1 et M2-E2 mesurent au total près de 80 mètres de long et traduisent la présence d'un aqueduc.

Une grande anomalie en arc de cercle, notée M5-E5 (Fig. 6a et Fig. 6b), est définie par une intensité d'aimantation légèrement plus faible que le sol. Cette structure s'identifie également très nettement par une augmentation de la résistivité électrique. Elle est large de 4 mètres et mesure environ 80 mètres.

Ce secteur montre également de nombreux linéaments magnétiques faiblement contrastés avec le sol (anomalies M4, M6 à M8, Fig. 6a) et fortement résistants (anomalies E4 et E6, Fig. 6b); ils sont globalement orientés NE-SO et NO-SE.

Ainsi, l'aqueduc en amont a été retrouvé sur 800 m de long. Les prospections électriques et magnétiques ne montrent aucun prolongement de l'aqueduc vers les sources de Londeix, supposées captées.

Partie aval de l'aqueduc

Deux cartes électriques ont été réalisées dans la zone Z1 (Fig 4b et Fig. 6c). Cette zone d'étude est localisée dans le prolongement de la canalisation occidentale (cf. structure n° A4, Fig. 3b) mise au jour par Sicard *et al.* (2005).

Dans le prolongement vers l'ouest de la canalisation secondaire (cf. structure n° A4, Fig. 3b) s'observe une structure linéaire résistante notée E7 (Fig. 6c). Elle se dirige à l'ouest vers une structure sub-circulaire résistante E8 de 5 m de diamètre. Celle-ci est traversée par une anomalie linéaire conductrice (E9) se dirigeant vers les fosses du sanctuaire.

Un peu plus vers l'ouest se dessine une structure rectangulaire résistante E10 (dimensions : 7 m x 12 m). Elle possède deux petites « ouvertures » sur ses côtés ouest et sud. Deux anomalies linéaires conductrices, sub-parallèles, sont visibles en E11 et en E12. Enfin, notons également la présence du mur à exèdres en E13.

La structure linéaire résistante E7 correspond probablement à une canalisation secondaire. La canalisation s'interrompt en limite de parcelle. Sa terminaison montre un

évaselement des fortes résistivités, traduisant peut-être la présence d'un bassin partiteur en E8. De là partirait deux drains (E9 et E10) : l'un conduirait l'eau vers les fosses en se raccordant au canal collecteur (cf. structure n° A5, Fig. 3b), l'autre alimenterait les quartiers privés à l'ouest du complexe monumental. Notons que E10 recoupe une structure rectangulaire maçonnée qui lui est peut-être antérieure. L'anomalie E11 est par contre à mettre en relation avec un fossé actuel, confondu avec une ancienne limite de parcelle.

Ainsi, les prospections électriques effectuées dans la zone Z1 (Fig. 4b et Fig. 6c) ont permis de visualiser la présence d'un second bassin partiteur, acheminant l'eau vers les fosses du sanctuaire et vers les quartiers d'habitations.

Prospections géophysiques à maille large, relations entre ressources en eau et réseau hydraulique

Résultats cartographiques : mise en évidence de l'aquifère dans les impactites

Des cartes de résistivité électrique, couvrant la commune de Chassenon, ont été construites pour différentes profondeurs de sous-sol par interpolation des modèles de résistivité électrique. Nous montrons ici la carte de résistivité électrique pour une profondeur de sous-sol de 8 mètres (Fig. 7).

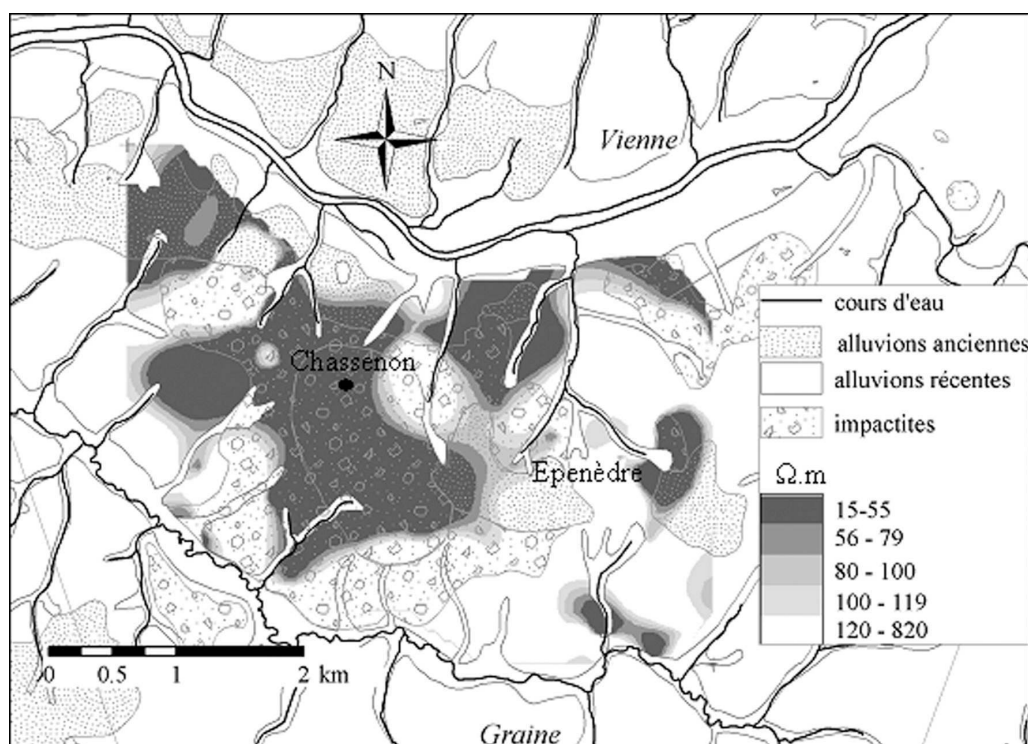


Figure 7 : Carte de résistivité électrique (profondeur de 8 mètres).

Figure 7: Electrical resistivity map (8 meters depth).

Les résistivités électriques des terrains oscillent entre 15 et 820 $\Omega.m$. Un grand lambeau conducteur (résistivité inférieure à 55 $\Omega.m$) se développe dans les zones de plateau, essentiellement au niveau des impactites. Quelques lambeaux conducteurs sont également présents au niveau des poches d'alluvions anciennes de la Vienne et des altérites. Le socle granito-gneissique est caractérisé par des résistivités électriques plus élevées, comprises entre 120 et 820 $\Omega.m$.

La zone conductrice peut-être interprétée comme étant une couche plus argileuse aussi bien saturée que non saturée en eau. Cependant, en superposant à la carte de résistivité électrique le réseau hydrographique, nous voyons qu'il existe une relation étroite entre la morphologie des cours d'eau et l'extension de la zone conductrice : les sources sourdent à la périphérie des zones conductrices. La carte de résistivité électrique pour une profondeur de terrain de 8 mètres (profondeur à laquelle l'extension du lambeau conducteur dans les impactites est maximale) révèle ainsi la géométrie de l'aquifère superficiel dans les impactites.

Relations entre aquifère, sources d'Epenèdre et réseau hydraulique

Les prospections géophysiques à maille fine ont montré que l'aqueduc s'arrêterait après 800 mètres de parcours, en amont des sources d'Epenèdre (Fig. 1). Contrairement aux hypothèses avancées dans la littérature, le captage ne se situerait pas à Londeix (Fig. 1). L'interruption de l'aqueduc traduit soit un arrêt du chantier de construction soit un captage. Pour lever cette indétermination, une confrontation entre données archéologiques et hydrogéologiques est nécessaire. Dans cette optique, un programme informatique a été conçu afin de visualiser en coupe les variations verticales de la résistivité électrique recalées par rapport à un modèle numérique de terrain (Bobée, 2007). Une coupe, allant du plateau au sud du complexe monumental aux sources d'Epenèdre a été construite (Fig. 8). Les terrains présentent une légère déclivité allant du OSO vers ENE. Dans la partie OSO de la coupe, sur près de 400 m de long s'observe un horizon superficiel défini par de faibles résistivités électriques, allant de 15 à 80 $\Omega.m$ (épaisseur

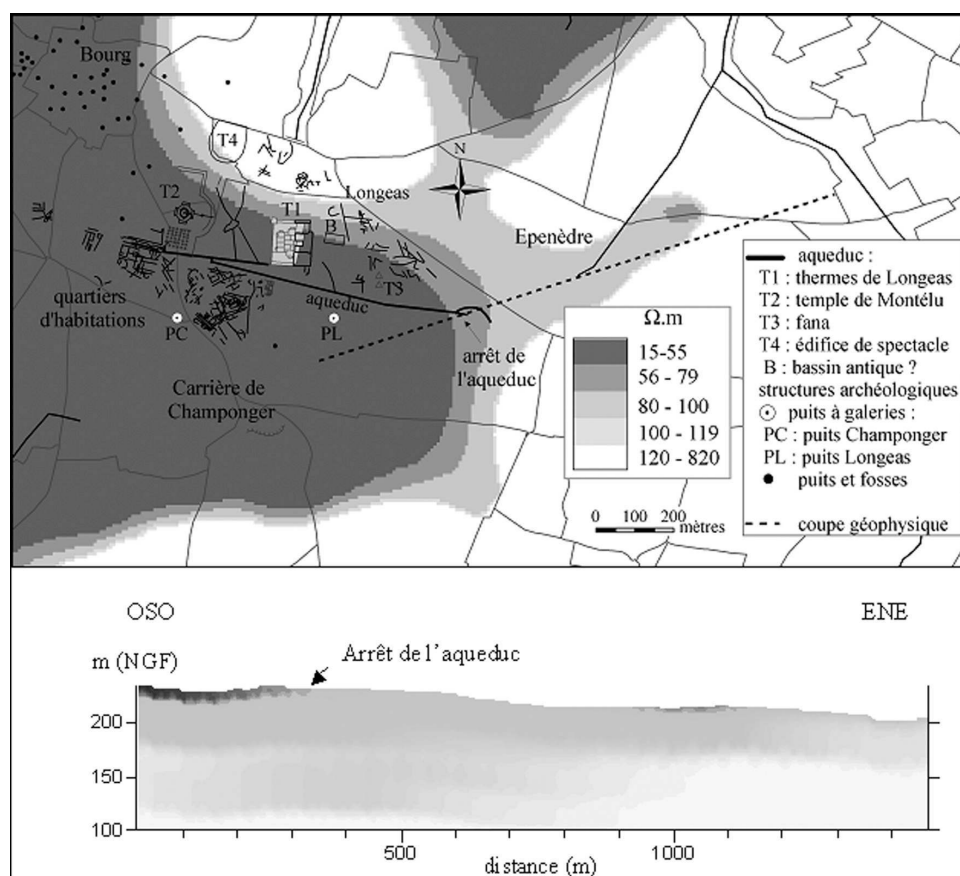


Figure 8 : Carte de résistivité électrique (profondeur 8 mètres) et coupe de résistivité électrique : relations entre réseau hydraulique et géométrie de l'aquifère.

Figure 8: Electrical resistivity map (8 meters depth) and vertical section of the electrical resistivity: relations between aqueduct and aquifer's extension.

de 10 m environ). Cet horizon caractérise l'aquifère dans les impactites. Les terrains bréchiques sous-jacents et les formations gneissiques possèdent des résistivités plus importantes, comprises entre 80 et 820 Ω .m. Ici, cette différence de résistivité électrique se traduit par une différence de perméabilité hydraulique. C'est en bordure de cette langue conductrice superficielle, où sourdent généralement les sources, qu'est positionné le point amont de l'aqueduc gallo-romain. Si les sources d'Epenèdre, actuellement captées, sourdent à plus faible altitude, cette coupe (Fig. 8) révèle que le point amont de l'aqueduc pouvait être le lieu de captage.

4. SYNTHÈSE

L'aqueduc gallo-romain de Cassinomagus a été retrouvé sur 800 mètres. À environ 500 m à l'est des thermes de Longeas, l'aqueduc s'interrompt brutalement. Aucune trace n'indique son prolongement vers le lieu présumé du captage, Londeix (cf. Fig. 1).

Plusieurs hypothèses peuvent *a priori* être émises pour expliquer cette interruption : i) l'aqueduc a été démoli ou récupéré plus à l'est, ii) L'aqueduc n'a pas été achevé ou iii) l'aqueduc capte une source ou draine un aquifère.

Les prospections géophysiques à maille fine nous livrent des indices permettant de plaider en faveur de la troisième hypothèse :

1) Des linéaments NE-SO (M4, Fig. 6a) recoupent le tracé théorique de l'aqueduc dans la partie est de la prospection.

2) Le démantèlement ou la destruction de l'aqueduc à l'est de M2-E2 (Fig. 6a et Fig. 6b) montrerait un contraste d'aimantation avec l'encaissant. Or, aucune anomalie géophysique traduisant sa présence n'a été repérée plus à l'est.

3) l'anomalie M5-E5 (Fig. 6a et Fig. 6b) définit une structure arquée maçonnée s'inscrivant dans un cercle de 80 mètres de diamètre. Elle se situe au nord de l'aqueduc et pourrait constituer une des clés pour expliquer le mode de captage des eaux, peut-être en servant de barrière aux écoulements superficiels venant du plateau de Champonger.

Par ailleurs, la carte de résistivité électrique pour une profondeur de 8 mètres (Fig. 7) montre également un écoulement souterrain certain allant du plateau sud de Champonger vers les sources d'Epenèdre, recoupant le lieu de captage gallo-romain. Les travaux de Bobée (2007) indiquent que ce sont les sources d'Epenèdre qui présentent les plus forts débits ; ils ont été estimés à environ 600 m³/jour en périodes de hautes eaux. Ces débits restent faibles et il est probable que, pour répondre aux besoins en eau de la population, des galeries souterraines aient été creusées. Nous noterons également que l'implantation des galeries résultent

d'un choix judicieux : elles sont situées dans le secteur le plus aquifère de Chassenon. Nous notons également que les modèles hydrogéologiques effectués par Bobée (2007) ont montré que l'apport en eau via les galeries drainantes constituent une ressource non négligeable : si les galeries traversent de part-en part l'aquifère, ce sont environ 3 000 m³ qui pourraient être apportés quotidiennement à Cassinomagus.

Au niveau du complexe monumental, les sondages archéologiques de Sicard *et al.* (2005) ont mis en évidence une bifurcation à angle droit de l'aqueduc : celui-ci dévie au nord sur quelques mètres au niveau du Temple de Montélu et aboutit à un premier bassin partiteur ; de là deux canalisations conduisent l'eau vers les thermes de Longeas et vers l'ouest. Les prospections géophysiques à maille fine ont montré que la conduite secondaire occidentale se poursuit sur 130 m et aboutit à un second bassin de forme ovoïde. De ce point, deux drains ont été mis en évidence : l'un se dirige vers le nord pour se raccorder au canal collecteur passant entre les fosses disposées en damier, l'autre permettrait l'alimentation des quartiers privés mis en évidence à l'ouest du complexe monumental.

L'étude hydrogéophysique menée sur le site gallo-romain de Chassenon visait à retrouver l'organisation spatiale et le réseau hydraulique de Cassinomagus. Les mesures de susceptibilité magnétique et les prospections géophysiques à maille fine et à maille large ont permis d'entrevoir les relations entre réseau hydraulique et ressources en eau.

Ainsi, bien que les ressources en eau soient faibles sur le site, les architectes de Cassinomagus ont fait le choix de puiser préférentiellement les ressources locales plutôt que de construire un aqueduc de grande dimension. L'alimentation en eau des thermes de Longeas, des fosses présentes dans le sanctuaire et des quartiers d'habitations à caractère artisanal (quartiers 1 à 4, Fig. 5), n'a pu être réalisée que par le choix d'associer le captage de sources (Epenèdre) et le drainage par galeries souterraines de l'aquifère superficiel dans les impactites.

Remerciements

Nous tenons à remercier le Conseil général de la Charente, le Service Régional de l'Archéologie Poitou-Charente, toute l'équipe de recherches TherMoNat, la Société des Amis de Chassenon et l'Association Pierre de Lune.

Bibliographie

- AUBRY, L., DABAS, M., DAVID, C., MONIMEAU, A. et VERNOU, Ch., 1999. Sanctuaire gallo-romain de Chassenon (Charente) : prospections géophysiques par les méthodes électriques et magnétiques, Rapport de prospections Terra Nova, Poitiers, SRA Poitou-Charente.
- AUBRY, L., DABAS, M., DAVID, C., MONIMEAU, A. et VERNOU, Ch., 2000. Sanctuaire gallo-romain de Chassenon, Prospection géophysique par la méthode électrique au nord du secteur des thermes et du Grand temple, Rapport de prospections Terra Nova, Poitiers, SRA Poitou-Charente.
- AUPERT, P. et HOURCADE, D., 1995. Les thermes de Chassenon, Rapport de fouilles, Poitiers, SRA Poitou-Charentes.
- AUPERT, P. et HOURCADE, D., 1997. L'alimentation en eau des thermes de Chassenon, *Bulletin de la Société Archéologique et Historique du Limousin*, 125, p. 419-426.
- AUPERT, P., FINCKER, M. et TASSAUX, F., 1998. Agglomérations secondaires de l'Aquitaine atlantique, in Gros, P. (dir.), *Villes et campagnes en Gaule romaine*, Actes du 120^e Congrès national des Sociétés historiques et scientifiques, 23-29 octobre 1995, Aix-en-Provence, 45-69.
- BENECH, C. et MARMET, E., 1999. Optimum depth of investigation and conductivity response rejection of the different electromagnetic devices measuring apparent magnetic susceptibility. *Archaeological Prospecting*, 6, p. 31-45.
- BOBÉE, C., 2007. Étude de la ressource en eau et de sa gestion dans l'agglomération gallo-romaine de Cassinomagus (Chassenon, Charente), Thèse de doctorat, Université Paris VI, France.
- CHEVREMONT, P., FLOCH, J.-P., MÉNILLET, F., STUSSI, J.M., DELBOS, R., SAURET, B., BLÈS, J.-L., COURBE, C., VUAILLAT, D., GRAVELAT, G., LEMIERE, B., DOMINIQUE, P. et HOTTIN, A.-M., 1996. Notice explicative, carte Géologique France (1/50000), feuille Rochechouart (687), Orléans, Éditions du BRGM.
- COURRAUD, R., 1962. Voies romaines de la Haute-Vienne. II : la voie de Limoges à Chassenon, *Bulletin de la Société Archéologique et Historique du Limousin*, 84, p. 11-28.
- DELAGE, F., 1935. Fouilles de puits gallo-romains à Chassenon (Charente), *Bulletin de la Société Archéologique et Historique du Limousin*, 76, p. 599-622.
- DELAGE, F., 1947. Notes d'archéologie gallo-romaine : fouilles à Chassenon, *Bulletin de la Société Archéologique et Historique du Limousin*, 82, p. 151-174.
- EYGUN, F., 1961. Informations archéologiques, *Gallia*, 19, (2), p. 422-423.
- FASSBINDER, J. W. E., 1990. Occurrence of magnetic bacteria in soil, *Nature*, 343, p. 161-162.
- GÉMON, J., 1958. La Charente et l'Aquitaine à l'époque gallo-romaine. Solutions d'énigmes archéologiques, historiques et toponymiques, Champniers.
- GEORGE, J. et GUÉRIN-BOUTAUD, A., 1913. L'amphithéâtre gallo-romain de Chassenon, *Bulletin de la Société Archéologique et Historique de la Charente*, p. 55-58.
- GHESTEM, A., FROISSARD, D., DESCUBES, C. et HOURDIN, Ph., 1999. Étude des relations entre le sol et végétation sur des sites gallo-romains du Haut-Limousin, *Travaux d'Archéologie Limousine*, 19, p. 7-16.
- KELLEY, S. P. et SPRAY, J. G., 1997. A late Triassic age for the Rochechouart impact structure, France, *Meteoritics and Planetary Science*, 32, p. 629-636.
- KRAUT, F., 1969. Quelques remarques relatives aux brèches de Rochechouart, Chassenon (Haute-Vienne, Charente) et aux suévites du Ries (région de Nördlingen, Allemagne), *Compte Rendu de l'Académie des Sciences*, série D, 269, p. 1163-1165.
- LAMBERT, P., 1974. La structure d'impact de météorite géante de Rochechouart. Thèse d'État, Université Paris XI, France.
- MARMET, E., 2000. Prospection à large maille par mesure de susceptibilité magnétique, Thèse de doctorat, Université Paris VI, France.
- MASFRAND, A., 1900. Compte rendu des fouilles faites dans les ruines gallo-romaines de Chassenon, *Bulletin de la Société des Amis des Sciences et des Arts de Rochechouart*, 10, (4), p. 50-153.
- MASFRAND, P., 1961. Fouille d'un puits gallo-romain à galeries à Chassenon, *Bulletin de la Société Archéologique et Historique du Limousin*, 88, p. 9-24.
- MICHON, J.-H., 1848. *La Statistique Monumentale de la Charente*, Angoulême, Derarche/Paris.
- MOREAU J.-H., 1972. Puits gallo-romain de Longeas. *Compte rendu des recherches effectuées en 1971 à Chassenon*, Rochechouart, p. 4-7.
- PERRIN, J.-R. et VERNOU C., 2001. Chassenon, bilan des prospections aériennes de J.-R. Perrin, 1981-1992, *Bulletin de liaison et d'information de l'AAPC*, 30, p. 67-71.
- POHL, J., ERNSTSON, K. et LAMBERT, P., 1978. Gravity measurements in the Rochechouart impact structure (France), *Meteoritics*, 13, p. 601-604.
- POIRIER, Ph., AUPERT, P., BUJARD, S., COUTELAS, A., MORIN, T., SICARD, S. et SOULAS, S., 2005. *Thermes de Longeas (Chassenon). Fouille programmée annuelle de la Zone 1 secteur 10 : Latrines, extrémité ouest de la galerie nord et mur de clôture*, DFS, Poitiers, SRA Poitou-Charentes.
- PRÉCIGOU, A., 1889. Les ruines romaines de Chassenon, *Bulletin de la Société des Amis Des Sciences et des Art de Rochechouart*, p. 38-42.
- ROCQUE, G., BÉBIEN, C., COUTELAS, A. et DRIARD, C., 2005. *Rapport de fouille programmée – Aqueduc Est Chassenon*, DFS, Poitiers, SRA Poitou-Charentes.
- SAUMADE, P. et MOREAU, J.-H., 1972. Chassenon grand centre thermal limousin. *Revue de Médecine de Limoges*, 3, (4), p. 203-206.

SAUMADE, P., 1995. Chassenon, problèmes hydrauliques, *Bulletin de la Société Archéologique et Historique du Limousin*, 123, p. 11-22.

SICARD, S., 2001. *L'occupation au sol de l'antique agglomération de Cassinomagus-Chassenon (Charente)*, Mémoire de Maîtrise, UFR Sciences humaines et Art, Poitiers.

SICARD, S., DOULAN, C., BOST, J.-P., COUTELAS, A., MORIN, T. et SOULAS, S., 2005. *Programme TherMoNat (2003-2006) : fouille programmée annuelle. Système hydraulique entre temple et thermes du complexe monumental*, DFS, Poitiers, SRA Poitou-Charentes.