



HAL
open science

Étude archéologique diachronique de la carrière de l'Estel sud

Mireille Vacca-Goutoulli

► **To cite this version:**

Mireille Vacca-Goutoulli. Étude archéologique diachronique de la carrière de l'Estel sud. 2024. hal-04590049v1

HAL Id: hal-04590049

<https://hal.science/hal-04590049v1>

Preprint submitted on 28 May 2024 (v1), last revised 24 Jun 2024 (v2)

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Mireille Vacca Goutoulli
618, chemin de la Gardy – Auriol, 13390

mgoutoulli@gmail.com

Etude Archéologique diachronique de la carrière de l'Estel sud *La Bégude Reymond, Route du Pont du Gard, à Vers-Pont du Gard (30)*



Figure 1 : 2006, la carrière romaine et le Pont du Gard, vus depuis la maison de l'appareilleur. La digue, bien qu'affaiblie, s'est maintenue en place. Depuis 2002, des crues majeures en 2009 et 2014, ont déposé des épaisseurs de sables micacés qui aujourd'hui encore, colmatent les sols mis au jour par l'étude archéologique. (Cliché M. V-G, 2006).

Introduction

Au milieu du 1^{er} siècle, la décision d'alimenter en eau la cité de Nîmes par la construction d'un aqueduc depuis la Fontaine d'Eure à Uzès, impose le franchissement du Gardon par un pont aqueduc monumental. Le programme architectural de ce pont, implanté au débouché des gorges du Gardon dans la plaine de Remoulins où le lit mineur de la rivière est le plus étroit, impliquait la recherche de matériaux aux qualités mécaniques et physiques capables de répondre aux contraintes environnementales et techniques de cette construction. La formation miocène de Vers répond à ces exigences, dont la limite est de cet affleurement se trouve à 500 mètres environ à l'aval du lieu d'implantation du pont aqueduc dans un méandre concave de la rive gauche du Gardon (*Erreur ! Source du renvoi introuvable.*) au lieu-dit l'Estel, où deux carrières de pierre de taille, l'Estel sud et l'Estel nord (Figure 3), étaient en activité par le passé, ouvertes de part et d'autre de la route du Pont du Gard à des altitudes différentes. La carrière sud située en contre-bas de la route est comblée par les déchets d'extraction nivelés par les dépôts de crues de la rivière. Les fronts de taille de la carrière nord située au-dessus du niveau de la route du Pont du Gard et hors d'atteinte des crues banales, émergent d'un comblement formé de déchets d'extraction de dimensions hétérogènes et de la poussière de pierre, le brasier.

En 1985, le projet de restructuration du domaine du Pont du Gard, sa protection et sa mise en valeur, est lancé, intégrant la présentation de la carrière de l'Estel sud au public dont une étude archéologique devait reconnaître les traces techniques d'exploitation de la pierre de taille aux différentes époques.

Des sondages réalisés en 1992¹, ont localisé les sols de carrière dédiés aux approvisionnements propres aux chantiers du pont aqueduc antique et du pont routier moderne². Une fouille d'archéologie préventive d'une durée de trois mois s'ouvrait en octobre 1998³. L'ouverture de ce chantier en période automnale, prenait en compte l'exposition du site au risque fluvial. La rive gauche du Gardon recouverte d'une ripisylve⁴, s'élevait jusqu'à l'altitude du comblement de la carrière. La défense du chantier archéologique contre les crues coutumières du Gardon⁵ appelait le confortement de cette configuration par des apports de terre à la limite est/sud-est.

La structure complexe du comblement apparaissait rapidement dans les secteurs antiques reconnus en 1992. L'intrication des dépôts autochtones et allochtones⁶, que sont les déchets d'extraction et les dépôts de crues du Gardon, marquait l'évolution du paysage à l'époque antique, dans cet espace de travail auquel s'ajoutait un habitat de carriers contemporain de la construction de l'aqueduc de Nîmes, bâti au-delà de la limite nord de la carrière sur le comblement du thalweg de Font Grasse par les apports colluviaux (*Figure 3*).

Deux phases d'exploitations de la pierre de taille au premier siècle apparaissent : l'exploitation initiale pour l'approvisionnement du chantier de construction du pont, et la reprise d'une exploitation limitée en volume et dans le temps. Différenciées par le travail d'extraction de la pierre et par les espaces de circulation, ces deux séquences se révélaient chronologiquement proches l'une de l'autre. Un argument était apporté par la mise au jour de *busta*⁷, datées du premier quart du II^e siècle, apparaissant intercalées dans les dépôts de crues de sables micacés, à 2 mètres environ au-dessus des sols d'abandon de la reprise de l'exploitation.

Le comblement témoignait de la vie du site, et à l'étude archéologique, se greffait alors l'étude géomorphologique⁸ et stratigraphique de cette formation complexe. L'analyse de carottages effectués dans l'épaisseur des dépôts compris entre ces deux ensembles bien datés, *terminus ante quem* et *terminus post quem* représentés par les sols d'abandon de la reprise d'exploitation et les *busta*, devenait significative de la récurrence de l'aléa inondation, et de sa prise en compte par les carriers antiques dans un risque fluvial.

L'ampleur des résultats obtenus à la suite de la campagne justifiait la demande d'une fouille archéologique programmée triennale⁹, dont les interventions de terrain se sont déroulées pendant les mois d'été en 2000, 2001 et 2002¹⁰. Ces campagnes consacrées à l'étude de l'approvisionnement des chantiers de construction antiques et aux procédures d'exploitation de la pierre de taille, s'intéressaient aux données environnementales pour établir le schéma des stratégies mises en place pour assurer la maîtrise de l'approvisionnement du chantier de construction du pont aqueduc antique.

1 La campagne 1992 de sondages comme les quatre campagnes de la fouille archéologique qui ont suivi, se sont déroulées dans le cadre de l'Afan de 1992 à 2000 et de l'Inrap de 2001 à 2002. Campagne 1992 sous la direction de Michel Chauvet, et les campagnes suivantes dans le cadre de l'Afan et à partir de 2001 dans celui de l'Inrap, sous la direction de M. Vacca Goutoulli Chargée de recherches et Responsable d'Opération à l'Estel, de 1998 à 2002. Direction scientifique : J.-L. Fiches, Coordination technique : J.-Cl. Bessac (CNRS, UMR 5140, Lattes).

2 Bessac, 1992.

3 Vacca-Goutoulli, 1999.

4 Le cahier des charges de la fouille archéologique imposait la conservation de la ripisylve, cet habitat abritant de nombreuses espèces végétales et animales, en particulier des familles de castors.

5 La notion de protection était reconnue à ce moment-là mais sans en évaluer la signification et la portée pour les chantiers d'extraction.

6 En géomorphologie et en géologie structurale, les termes « autochtone et allochtone » sont des déterminants fondamentaux pour désigner soit des sables ou des graviers provenant de l'érosion de roche sur le site même, soit témoignant d'une origine éloignée et de leur transport.

7 Fosses d'incinérations primaires, sans prélèvement de cendres.

8 Mireille Provansal (Cerege, Aix-en-Provence), Pascale Chevillot (Inrap, Nîmes), Hélène Bruneton (Cerege, Aix-en-Provence).

9 Demande présentée en 1999 auprès du Service Régional Archéologique du Gard à Montpellier

10 Au cours de ces différentes campagnes de trois mois chacune, ce sont 8000m² qui ont été dégagés, nettoyés, enregistrés et étudiés.

1 La position topographique de la carrière

Occupant les parcelles 240 et 241 sur le plan cadastral de Vers-Pont du Gard, la carrière de l'Estel sud est située au contact entre le lit majeur du Gardon (*Figure 4*) et les zones de terrains dominants, non inondables, à l'ouest/sud-ouest du site. A l'est, la carrière est isolée de la bande active (*Figure 5*) du Gardon par une élévation de terrain, dont l'étude a montré qu'elle avait été édiflée par le rejet des déchets d'extraction jusqu'à l'altitude de la berge du lit majeur.

Une terrasse pléistocène à galets organisés en lits et lentilles subhorizontales et matrice rubéfiée, culminant à 34 mètres et datée de la glaciation de Riss, est conservée partiellement au sommet des fronts de taille d'abandon à l'ouest/sud-ouest. Suivant le pendage géologique de l'affleurement qui s'incline à l'est dans un phénomène de subsidence par affaissement, le toit de l'affleurement n'est plus qu'à 23 m NGF au nord de la carrière, et continue de s'abaisser en direction du nord-nord-est pendant 300 mètres environ, l'affleurement passe ensuite sous la bande active du Gardon.

1.1 Les dynamiques hydrologiques antiques

Au nord-ouest, sur la rive gauche du thalweg de Font Grasse¹¹, le toit de l'affleurement et la terrasse quaternaire sont conservés, et sont situés à 31 mètres NGF. Dans l'Antiquité romaine, ce thalweg incisé dans la terrasse quaternaire et l'affleurement miocène, est déjà comblé par des matériaux déposés par les écoulements de Font Grasse et ceux de Font de Dringues, son affluent en rive droite. Ces apports apparaissent profondément remaniés par les dépôts alluvionnaires des lits moyen et majeur du Gardon lors de crues banales ou exceptionnelles¹².

Les signes relevés dans le thalweg de Font Grasse (*Figure 6*) ont permis de reconstituer l'exposition du site aux crues durant la période antique avec un rythme d'ordre séculaire qui fait varier la fréquence de l'aléa fluvial. Le fonctionnement du Gardon est traduit par ces dépôts extérieurs à la carrière de l'Estel sud où les dépôts holocènes antérieurs à l'exploitation antique initiale sont scellés par la construction des maisons de carriers au milieu du premier siècle au nord-ouest de la carrière.

Les crues banales du Gardon pendant la protohistoire et pendant l'antiquité romaine, atteignent des altitudes supérieures à 23 m NGF. Les renforcements de la berge du lit majeur au confluent de Font Grasse et du Gardon à l'aval des maisons de carriers, témoignent de l'emprise de crues majeures à cette période.

Jusqu'en 2002, la carrière était séparée du chenal actuel du Gardon par une zone de lit moyen transportant par charriage une charge solide déposée depuis l'Antiquité dans la bande active, constituée de bancs de galets. Un paléochenal d'altitude 22 m NGF¹³ actif sur les cartes modernes où il se confond avec le bief du moulin construit au XIX^e siècle, est situé à l'aval du Pont du Gard en rive gauche. Le régime du Gardon donnant une grande mobilité au lit mineur, il est alors peu probable que ce chenal naturel ait fonctionné dès l'Antiquité¹⁴.

1.2 Le risque fluvial antique

Le site de l'Estel se trouve en rive gauche du Gardon où le sens d'écoulement est globalement ouest-est. Au moment de l'ouverture de la carrière dans l'Antiquité, la rivière

¹¹ Limite nord de la carrière.

¹² Destinée à répondre au questionnement sur la reconnaissance du risque fluvial à l'époque antique et son impact dans l'exploitation de la pierre de taille, la manutention et le transport des blocs, l'étude géomorphologique n'a pas analysé le comblement de la carrière moderne.

¹³ (J.-Cl. Bessac, M. Vacca-Goutoulli, 2002).

¹⁴ Vacca-Goutoulli, Bruneton, 2004, Ribes, Chevillot, Sellami, 2000.

présente encore dans cette zone un cours aux méandres encaissés, et la rive gauche concave du méandre est représentée par la limite est, en élévation, de l’affleurement miocène.

La discrimination de l’origine des dépôts comblant le thalweg de Font Grasse, décrit le milieu naturel au moment de l’ouverture de la carrière antique initiale (*Erreur ! Source du renvoi introuvable.*).

La notion de risque fluvial relève du domaine du probable, du possible¹⁵. Le régime torrentiel du Gardon et la position de la carrière de l’Estel sud à la sortie de gorges étroites dans un méandre concave de la rivière, sont les facteurs aggravants d’un risque de ce type¹⁶ entrant dans l’estimation de l’enjeu d’une extraction de la pierre dans cette carrière. Les dynamiques fluviales récentes¹⁷ illustrent la situation exposée de la carrière, ouverte dans le lit majeur du Gardon, où en septembre 2002 une crue exceptionnelle (*Figure 7*) assimilée à une crue millénale, atteignait 30 m NGF¹⁸ relevés dans la carrière (*Figure 8*). Confrontée aux résultats de l’étude géomorphologique¹⁹, l’étude archéologique faisait apparaître les mesures mises en place par les maîtres d’œuvre de l’Antiquité romaine pour prévenir ces moments de crise que sont les crues.

Les fréquentes séquences de crues repérées dans la berge du lit majeur à l’aval des maisons de carriers (*Figure 9*), caractérisent un fort dynamisme du Gardon au premier siècle de notre ère, confirmé par les études réalisées en Camargue²⁰ pour cette même période. Les dépôts de crues du Gardon riches en sables micacés permettent de différencier par la granulométrie, la micromorphologie et la stratigraphie, les dépôts limoneux du lit majeur, les sédiments de décantation déposés dans des trous d’eau isolés, des flux hydriques de forte énergie et les dépôts plus grossiers de type lit moyen. Les eaux issues de l’aquifère, déposent des lentilles de sables travertineux avec parfois des niveaux de travertins construits, traduisant la prépondérance des apports des sources locales.

La berge du lit majeur du Gardon repérée dans le contexte d’implantation de l’habitat de carriers (2.3.1), représente l’axe altitudinal de la prise en compte du risque fluvial. Cet axe est maintenu pendant les phases d’exploitation de la carrière, par la progression des fronts de taille s’enfonçant dans le massif rocheux vers l’ouest. Le rejet des déchets d’extraction le long de la limite est de la carrière, sert à édifier une digue longitudinale qui isole la carrière de la rivière. L’étude des carottages pratiqués en 1998 et 2000 dans le comblement des excavations de la reprise d’extraction à la fin du premier siècle, les prélèvements et l’étude stratigraphique des coupes, montrent que les eaux des crues majeures n’ont envahi la carrière qu’après l’abandon de la phase de reprise de l’exploitation. Aucun phénomène de « chasse d’eau » n’est repéré, à un moment où la fonction de la digue n’est plus indispensable dans la vie du site et où elle n’est plus entretenue. Les eaux de crues pénètrent sur le site, décantent sur place marquant l’absence d’exutoire vers la rivière, et démontrant l’absence de communication entre la carrière et la rivière.

1.2.1 Les laisses de Carrière et leur fonction

Des traces au sol de laisses de carrières²¹ sont mises au jour suivant une ligne discontinue, parallèle à la rive du Gardon. Reconnues en limite est de la fouille, ces laisses suivent la rive gauche du Gardon (*Figure 10*). Les déchets d’extraction sont rejetés le long de ces laisses et au-

¹⁵ Decourt, 1998.

¹⁶ (Arnaud-Fassetta, 1998)

¹⁷ Appelées « gardonnades ».

¹⁸ La crue majeure exceptionnelle de 2002 et ensuite les crues majeures de 2009 et 2014, ont recouvert à nouveau les sols de la carrière mis au jour pendant l’étude archéologique, et cela malgré le maintien des bermes à l’est et au sud du site, comme de la préservation de la ripisylve.

¹⁹ Vacca-Goutoulli, Bruneton, 2004.

²⁰ Gilles Arnaud-Fassetta, Corinne Landuré, 2015.

²¹ Dans les carrières à ciel ouvert, les laisses de carrière peuvent être liées à certains fronts dont la pierre est inexploitable en raison de défauts majeurs, avoir une fonction de témoin ou encore comme à l’Estel sud, de protection des espaces de travail.

delà, jusqu'au lit moyen du Gardon, construisant une digue longitudinale²². L'une de ces laisses, conservée en élévation, est mise au jour au sud-est du site²³. Cette partie de la carrière initiale a été exploitée en dernier lieu, cette laisse conserve une hauteur égale à l'altitude de la berge du lit majeur malgré son exploitation partielle. Dans cette zone où l'impact des crues est fortement ressenti, cette laisse ennoyée dans les déchets d'extraction témoigne de l'ancrage de la digue (Figure 11).

Le chantier de construction du pont aqueduc terminé, la digue assure toujours sa fonction. Des travaux d'aménagement du troisième étage d'arches dont le parement est construit en petit appareil sont entrepris. La pierre de l'Estel est à nouveau exploitée. Un chemin d'accès est percé en tranchée à travers le comblement de la carrière initiale par les déchets de son exploitation en préservant la digue et les vestiges de laisses de carrière. Cette nouvelle exploitation située dans l'angle sud-ouest de la carrière romaine au pied des fronts ouest, sépare le massif rocheux de la laisse sud-est (Figure 12, Figure 13). A la fin de cette courte extraction, la digue n'est plus entretenue et l'extraction de la pierre de taille est abandonnée pour plusieurs siècles.

1.2.2 L'hydromorphologie du site au début du II^{ème} siècle

Jusqu'à la fin du 1^{er} siècle et dans les premières années du II^{ème} siècle, le site est envahi par de nombreuses crues majeures qui pénètrent sur le site par deux principales brèches ouvertes dans la digue (Figure 14) par la violence des crues.

A la fin de la phase de reprise de l'exploitation de la pierre de taille, les sols de carrière et le chemin sont abandonnés, libres de déchets d'extraction. De fortes inondations envahissent la carrière et sont piégées par la digue dans cet espace. Les eaux, chargées de limons et de sables micacés, s'engouffrent par l'ouverture de deux brèches et les dépôts de crues s'accumulent dans ces espaces libres. Ce sont des dépôts fins, significatifs de dynamiques de décantation. L'analyse stratigraphique des coupes de ces dépôts et les analyses des lames minces²⁴ sont effectuées dans les dépôts du comblement du chemin d'accès, et ceux en contact des derniers sols de carrière de cette phase d'extraction. Les résultats insistent sur les micro-litages de décantation indiqués par la présence d'argiles signant la présence d'eaux stagnantes. Leur base est inférieure à 20 m NGF.

Le sommet des remblaiements antiques de la limite nord-est, est caractérisé par des dépôts plus grossiers, des niveaux limoneux gris et des niveaux à débris de céramiques et charbons de bois qui peuvent se trouver à des altitudes variables, parfois à 21,5 m NGF. Les niveaux limoneux contiennent des concrétions carbonatées, dont la couleur grise est due à la réduction du fer en milieu fréquemment inondé.

1.2.3 L'espace funéraire

Dans le premier quart du II^{ème} siècle, l'installation de tombes à incinération primaire scelle ces niveaux alluviaux (Figure 12, Figure 13, Figure 14), à un moment correspondant à une accalmie climatique relative observée dans cette région²⁵, et s'accompagne d'un changement dans l'occupation du site de l'Estel indiquant que le risque n'a plus la même signification pour la population qui installe ces tombes sans protection particulière et avec une fréquentation épisodique (Figure 15). L'étude a montré que de nouvelles crues sont venues balayer quelques-unes des fosses de crémation, recouvertes ensuite par de nouveaux dépôts alluvionnaires.

²² Pitot, 1743, Archives Départementales de l'Hérault, C 12277 (États, 3563), articles X et XI de l'adjudication rédigée par Henri Pitot. Les archives conservées à Montpellier concernant la construction du pont routier par l'ingénieur Henri Pitot en 1743, font état de la nécessité de restaurer la digue antique qui assurera la mise en sécurité de l'extraction des blocs destinés à ce nouveau projet architectural.

²³ On notera que c'est dans cette zone que les brèches ont été ouvertes dans la digue par la violence de la crue de 2002.

²⁴ Ribes, Chevillot, Sellami, 2002.

²⁵ Arnaud-Fassetta, Landuré, 2015.

Les niveaux de dépôts fins micacés où sont creusées les fosses de crémation, ont comblé la tranchée du chemin d'accès à la reprise de l'exploitation, et sont au contact des derniers sols de carrière de cette phase. La majorité des tombes occupent ces niveaux, d'autres étaient situées dans les lentilles de limons mêlées aux déchets formant la digue.

Intercalées dans la série des séquences d'inondation de crues majeures comblant les dernières excavations, c'est au total une vingtaine de tombes à incinération primaire qui sont mises au jour.

Le mobilier des offrandes et le rituel d'accompagnement des tombes, les datent de la fin du I^{er} siècle et du début du II^e siècle. La mise au jour d'amphores de type G4, sans fond, placées près de la tête du défunt, mettrait cet espace funéraire en relation avec le site rural, artisanal et viticole²⁶, en activité à la même époque sur le site de Font de Dringues²⁷, où les vestiges d'un atelier de production d'amphores de ce type ont été mis au jour²⁸.

– *Un petit bâtiment artisanal*

Zone VII (*Erreur ! Source du renvoi introuvable.*) - Un bâtiment indépendant de petite taille, où des charbons de bois ont été prélevés sans indications sur son usage, se trouve à proximité de la berge de la rivière. Il est construit sur la rive gauche du thalweg de Font Grasse à hauteur de la berge du lit majeur du Gardon, et l'espace libre autour de cette structure présente un pavement facilitant la circulation sur un sol rendu précaire la plupart du temps par les circulations d'eau latérales. La berge du lit majeur du Gardon est renforcée par des tessons d'amphores G4, ce qui rattacherait cet atelier à l'espace funéraire et au domaine rural de la Font de Dringues²⁹.

Ensuite, le site de l'Estel sud est abandonné. Les crues majeures envahissent toujours le site, et nivellent le comblement, mais on n'observe plus de signe d'occupation ou de fréquentation jusqu'à l'époque moderne.

2 La carrière de l'Estel sud

L'exploitation de la pierre de taille dans la carrière de l'Estel sud (*Figure 16*) a couvert plusieurs séquences : le chantier de construction du Pont aqueduc antique, et le chantier de construction du pont routier au XVIII^e siècle pour les chantiers les plus importants. A l'époque contemporaine la carrière est encore en activité, jusqu'aux années, 1950 où elle est arrêtée définitivement.

2.1 *L'exploitation Antique de la pierre de taille*

Les traces d'outils portées sur les sols de carrières et les fronts de taille sont la trace des gestes, de la pensée technique des carriers dans le cadre social et économique du lieu de l'étude. L'enregistrement effectué sur plusieurs supports, suit pas à pas la mise au jour des sols, et débute par la numérotation des négatifs des blocs extraits. Réalisée à partir des levés topographiques exhaustifs des aires d'extraction mises au jour, permet leur découpage en différents ensembles et sous-ensembles, zones (*Figure 17*) et secteurs (*Erreur ! Source du renvoi introuvable.*). L'individualisation de chaque bloc le situe dans l'espace de la carrière et permet son interprétation dans les procédures du travail d'extraction de la pierre de taille de grand appareil.

Chaque numéro de bloc porte en préfixe le numéro de la zone noté en chiffre romain, le numéro du secteur, et le numéro du bloc dans ce secteur (*Figure 19*). Chacun des angles d'un

²⁶ Renseignements oraux, l'étude archéologique s'est déroulée en janvier 1999 sous la direction de Hervé Petitot, Ingénieur, Afan/Inrap, Nîmes 1999.

²⁷ Ce domaine rural était situé à l'emplacement de l'actuel musée de site du Pont du Gard.

²⁸ La fouille archéologique préventive du site précédait la construction des bâtiments et des aménagements du musée du Pont du Gard.

²⁹ Petitot, Buffat, Guerre, 2000

bloc est levé systématiquement. Le canevas d'extraction représenté par les négatifs de blocs, se dessine en plans par ce moyen, en mettant en évidence les caractéristiques des tranchées de havage.

2.1.1 L'enregistrement des traces techniques d'extraction de pierre de taille

Les traces d'outil, traces du geste du carrier, se rapportent aux techniques d'exploitation de la pierre de taille, dans des procédures liées à un savoir-faire et à des compétences techniques. La démarche d'enregistrement comprend le relevé des signes de ce travail. Les données techniques observées renseignent sur la pensée technique dans le contexte social et économique d'un lieu à une époque donnée.

Pendant les quatre campagnes de fouille archéologique l'enregistrement, effectué sur plusieurs supports, a suivi pas à pas la mise au jour des sols porteurs de ces données techniques exigeant au préalable la numérotation des négatifs de blocs qui commence par le découpage en zones des aires d'extraction mises au jour. Chaque zone est ensuite divisée en secteurs, déterminés par la cohérence du canevas d'extraction qui apparaît d'après l'altitude et les modules. La numérotation des blocs permet leur référencement et les levés topographiques en trois dimensions permettent de les individualiser et de les replacer dans le contexte spatial de la carrière en relation avec le chantier de construction où ils vont être mis en œuvre.

Les caractéristiques de l'exploitation de pierre de taille sont en rapport avec les commandes des blocs capables, destinés à approvisionner le chantier au fur et à mesure de l'édification du pont, suivant le niveau architectural où ils seront mis en œuvre. Les traces d'outils marquent également les intentions des carriers, les stratégies d'extraction, de manutention, de transports des blocs, et les raisons de l'abandon de l'exploitation, que ce soit par la fin du chantier de construction, pour des défauts majeurs de la roche ou l'épuisement des bancs.

L'enregistrement exhaustif des traces portées sur les négatifs de blocs, est fait sous forme de fiches générées dans le logiciel Excel (*Figure 20*). L'observation suit les items, groupés en niveaux qui cernent chacun les étapes dans les procédures d'extraction de la pierre de taille³⁰.

Ces enregistrements font apparaître la qualité du travail de la pierre et la notion d'apprentissage. Le métier de carrier comme celui de tailleur de pierre, fait appel à la transmission des savoir-faire par la pratique et le langage. C'est cette réalité qui se traduit par l'interprétation des observations des traces d'outils en faisant ressortir le contenu des actions.

2.2 La pierre de l'Estel sud : l'enjeu de son exploitation

Construit sur trois niveaux d'arches d'une hauteur totale de 49 mètres, le Pont du Gard présente un parti architectural à claire-voie, qui donne à l'ouvrage la capacité de résister à la violence des crues du régime torrentiel de la rivière³¹. Les piles du premier étage d'arches du pont antique et du pont moderne, les culées amont et aval du pont antique, sont basées et ancrées³² sur les versants des gorges du Gardon et le socle de calcaire secondaire créacé, de faciès urgonien.

Dès l'Antiquité, la valeur accordée à la pierre de l'Estel, tient en partie à sa proximité avec le chantier de construction du pont aqueduc et ses caractéristiques techniques, physiques et mécaniques. L'évaluation de l'enjeu de sa mise en exploitation justifie cette décision en

³⁰ Ces fiches dont un exemple est présenté *infra*, sont intégrées dans les rapports d'opérations des fouilles archéologiques de la carrière de l'Estel sud.

³¹ Adam, 1984.

³² Les matériaux des culées ont été récupérés. Actuellement, 272 mètres du troisième étage d'arches sont conservés. Sa position stratégique favorisant le charroi vers les foires de la région au Moyen Âge et dans une certaine mesure la dangerosité représentée par sa destruction l'auront préservé.

regard du risque représenté par sa situation sur la rive gauche du méandre concave du Gardon dont le régime torrentiel est connu. L'intégration du risque dans la stratégie d'exploitation à l'époque antique comme à l'époque moderne³³ est mise en place. L'édification d'une digue longitudinale, élément fort de cette prévention, est dimensionnée pour faire obstacle aux crues du Gardon et assurer la protection de l'exploitation, des hommes, des matériaux et des structures techniques. Des procédures de gestion appliquées au plan d'extraction font également partie de cette démarche de protection de ce lieu de travail, et sont reconnues au cours de l'étude archéologique.

2.2.1 Les caractéristiques physiques et techniques de la pierre de l'Estel

Géologiquement, la roche exploitée à l'Estel sud³⁴ est un calcaire d'âge tertiaire, d'époque miocène, d'étage Burdigalien supérieur³⁵. Elle s'inscrit dans un ensemble répondant à l'appellation générique de Pierre du Midi et répond aux mêmes critères techniques que les pierres extraites dans le domaine rhodanien dont les matériaux ont largement été employés dans les constructions antiques, d'Arles jusqu'à Vienne et Lyon³⁶. Le grain moyen souvent irrégulier de la pierre de l'Estel, la présence d'éléments détritiques quartzeux abrasifs pour les outils de taille ou d'extraction, sa couleur ocre-jaune, la différencient de la pierre du midi de la région rhodanienne. L'indice de taille ou de dureté de la pierre de l'Estel est évalué de 4 à 5, la qualifiant de pierre demi-ferme.

Les sols et les fronts étudiés dans la carrière antique, présentent un faciès homogène, bien cimenté, à rapprocher de la pierre en œuvre dans le pont, où les tenues d'arêtes et l'adouci des moulures, présentent une qualité de travail conservée depuis l'Antiquité (*Figure 21*)**Erreur ! Source du renvoi introuvable..** Ses qualités techniques, sa résistance à la compression, au ruissellement et au rejaillissement, lui confèrent un comportement mécanique et physique répondant efficacement aux contraintes subies à tous les niveaux architecturaux du Pont du Gard.

Massive, sans fissure ni faille, la pierre de l'Estel sud se présente en bancs francs de grande puissance³⁷ sans variations notables de faciès verticalement ou latéralement. Les qualités techniques dominantes de la pierre de l'Estel sont en rapport de la tenue d'arête de qualité (*Figure 22*), de la vitesse du son³⁸ qui indique une cimentation naturelle homogène, de sa résistance à la compression, au ruissellement et au rejaillissement. Poreuse mais avec une faible capillarité, la pierre mise en œuvre dans les piles et les arches du Pont du Gard n'est pas gélive³⁹. Ces caractéristiques font de la pierre de l'Estel un matériau résistant à tous les niveaux architecturaux.

La pétrographie de la pierre de l'Estel, montre la présence de tests⁴⁰ de coquillages, dont les débris plurimillimétriques ou centimétriques sont pris dans une matrice de granulométrie fine observée dans le front sud-ouest de l'exploitation antique initiale**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**Ces dissolutions affectent que la surface des fronts, et sont à différencier des fortes dissolutions centimétriques à pluridécimétriques et jusqu'à métriques dans les parties

³³ La carrière de l'Estel sud ouverte en limite sud-est de cet affleurement n'a sans doute pas livré la totalité des volumes de pierre mis en œuvre dans les deux ponts.

³⁴ On notera qu'il s'agit d'un « lambeau » de cette formation dans l'affleurement miocène des territoires de Vers et Castillon du Gard, où l'on passe vers l'amont au Langhien, un étage géologique plus récent.

³⁵ Rolley, Avril 2007, p.2 : BRGM, synthèse géologique et structurale du département du Gard.

³⁶ Philippe, Savay-Guerraz, 1989.

³⁷ La puissance de ces bancs se vérifie sur les fronts sud-ouest exploités à l'époque antique et, suivant le profil de l'affleurement, de moindre manière sur les fronts modernes.

³⁸ La vitesse du son, indique la qualité de la cimentation naturelle des pierres et l'absence de défauts internes. Dans les époques anciennes, les carriers lors de l'embarquement des matériaux, faisaient « sonner » chaque bloc en le frappant avec un outil. Le son devait être clair, aigu, s'il était assourdi le bloc était susceptible de présenter des défauts de cimentation ou une fissure et était rejeté.

³⁹ La pierre de taille extraite dans le même affleurement miocène actuellement dans les carrières de Vers et de Castillon du Gard, appartient à un étage plus récent du miocène, le langhien, et présente un grain irrégulier et vacuolaire.

⁴⁰ Coquilles de mollusques

hautes des fronts ouest, qui sont dues à des circulations d'eaux internes, provenant de la source de Font de Dringues

. Des traces d'escoude apparaissent dans ce niveau, correspondant à une élimination soignée de la découverte au fur et à mesure de la mise en exploitation de nouveaux fronts vers l'ouest dans le massif rocheux. Ces défauts pourraient être mis au compte de l'abandon des fronts situés dans cette partie du massif rocheux.

2.3 L'approvisionnement du chantier de construction au 1^{er} siècle

L'étude stratigraphique du comblement a révélé deux phases d'extraction au premier siècle. La première phase où l'on voit la mise en place de la protection de la carrière par l'édification de la digue longitudinale, se rapporte à l'approvisionnement du chantier de construction du pont aqueduc. A cette phase, se rattache également les maisons de carriers, mises au jour pendant la campagne de fouille de 2001. La deuxième phase représentée par la reprise de l'extraction se différencie par les techniques et les plans de circulation. Elle n'intéresse qu'un faible volume de matériaux extraits au sud-ouest du site, et ne prend pas les mêmes dispositions de protection pendant l'extraction où l'on voit qu'une brèche est ouverte dans le massif rocheux comme le montre le plan de l'envahissement des excavations par les dépôts de crues.

2.3.1 La carrière antique initiale

Le toit de l'affleurement de la pierre de l'Estel au nord-est de la carrière se trouve à l'altitude de 24 mètres NGF. Cette hauteur, correspondant à la berge du lit majeur du Gardon, conditionne la mise en place des procédures d'extraction et la protection de l'exploitation antique à ce niveau sur la rive droite du thalweg de Font Grasse.

– Un habitat de carriers

Au milieu du 1^{er} siècle quand débute l'exploitation initiale, le thalweg de Font Grasse est comblé par les sédiments provenant de sources affluentes, remaniés par les eaux du lit majeur du Gardon, dont la berge a nécessité de nombreux renforcements. C'est dans ce cadre que les carriers installent leurs habitations en rive droite du thalweg.

La structure architecturale de cet habitat (*Figure 23*), appartient à un modèle vernaculaire « en lanière⁴¹ », connu en Languedoc oriental dès le 1^{er} siècle. Les maisons unicellulaires, indépendantes, sont alignées par les murs pignons. L'ensemble se développe suivant un axe est-ouest, et les entrées s'ouvrent sur les murs gouttereaux nord. Les vestiges de cinq de ces maisons ont été mises au jour mais d'autres ont pu exister et l'habitat se développer plus à l'ouest. Chaque pièce comporte un seuil à crapaudines, et un foyer d'angle dont les recharges sont ténues et rares, deux fois en majorité, trois fois pour un seul des foyers, indiquant une occupation de courte durée (*Figure 24*). Le mobilier céramique associé, confirme une datation contemporaine du chantier de l'aqueduc de Nîmes pour ces maisons, dont l'occupation a suivi l'activité du chantier de construction du Pont du Gard, estimée à cinq ans⁴². La question se pose de l'identité des carriers dont le nombre apparaît élevé. Un élément de réponse pourrait être apporté par cette forme d'habitat fortement ancrée dans le territoire à cette époque et par l'existence de nombreux bassins d'extraction de pierre de taille qui ont approvisionné les chantiers antiques des constructions à Nîmes⁴³.

– Les techniques d'extraction des blocs de grand appareil

⁴¹ Raynaud, 2007. Cette forme d'habitat étudiée par Claude Raynaud sur le site de Lunel Vieil, où elle est reconnue dès le 1^{er} siècle, et à l'oppidum d'Ambrussum dans l'Hérault

⁴² (Bessac, 1992).

⁴³ (Bessac, 1981)

Les fronts de taille de la carrière antique initiale, résiduels ou reconnus en fouille, cantonnent les bancs exploités à deux parties de l’affleurement, une au nord-ouest, l’autre au sud-ouest. Ces deux secteurs ont évité les fronts ouest où l’on voit les plus fortes dissolutions dues aux écoulements de la source de Font de Dringues. La puissance des bancs francs dans ces deux secteurs, a permis d’extraire les blocs capables pour la taille des blocs du grand appareil en œuvre dans le pont (*Figure 25*).

L’avancement de l’extraction progresse suivant un axe nord-sud par paliers successifs s’enfonçant dans le massif rocheux vers l’ouest par tranches verticales, et jusqu’au niveau où apparaissent les infiltrations d’eau de l’aquifère ou celles venant du Gardon. Lors de la mise en exploitation d’une nouvelle tranche verticale, les galets de la terrasse quaternaire et les déchets de pierre (*Figure 26*) sont rejetés sur les sols abandonnés⁴⁴ **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

Le dessin préparatoire de l’ensemble des blocs destinés à des niveaux architecturaux différenciés, est tracé à la pointe directement sur les sols préparés. Les rares sols qui ont gardé ces traces sont situés dans les secteurs où la pierre présente des défauts⁴⁵ responsables de l’abandon de blocs détachés du massif rocheux par havage mais abandonnés avant leur décollement du sol à l’aide des coins.

L’évaluation des compétences des bancs de roche est un aspect du travail de carrier. Les sols individualisés par un canevas d’extraction homogène, répondent à une commande précise qui correspond à un niveau architectural. Pour éviter les épaufures pendant la manutention et le transport, la taille des blocs d’appareil est effectuée sur le chantier de construction, au pied du monument⁴⁶. Les bossages bruts d’extraction observés sur les blocs de parement en œuvre sur le pont antique, sont de faible épaisseur. Lié à la faible largeur des tranchées de havage, le dessin du calepinage⁴⁷ veille à une économie de matière, de travail et de temps, témoignant du savoir-faire des carriers et de la qualité de l’apprentissage reçu (*Figure 27*). **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

2.3.2 Les outils et leur fonction

Dans le travail de la pierre les outils sont classés suivant le geste de leur utilisation. Le poids, la forme, les dimensions de l’outil⁴⁸ interviennent dans les choix techniques dont les fronts de taille et les sols de carrière ont gardé l’empreinte. La trace d’outil laissée dans la pierre est la trace du geste, de la pensée technique dont les composantes entrent en jeu avec le schéma corporel du carrier et les sons rendus par le choc de l’outil sur la pierre.

L’observation des fonds de tranchées de havage et des blocs positifs abandonnés en cours d’extraction en raison de défauts ou de la présence d’eau dans les sols les plus bas, révèle l’emploi de l’escoude dont le tranchant du fer actif perpendiculaire au manche prend plusieurs formes : une pointe, un tranchant plat ou une double pointe. Ces formes d’environ 1,8 à 2 cm de largeur, se retrouvent à différentes époques et ne peuvent constituer un critère de datation précis⁴⁹.

Après le détachement des blocs du massif rocheux par les tranchées de havage, le décollement du sol de carrière est obtenu par l’emploi de coins métalliques logés dans des

⁴⁴ Ces procédures sont constantes dans les carrières, qui sont « étouffées » par leurs déchets.

⁴⁵ Circulations d’eau interne de la source de Font de Dringues essentiellement

⁴⁶ En particulier, la taille des voussoirs est préparée par la fabrication de panneaux pour les différents profils, dont le dessin est reporté sur les faces du bloc brut

⁴⁷ Le terme calepinage est employé dans cet article, pour définir le dessin préparatoire à l’extraction. Il se réfère directement à une « commande ». Le terme « canevas » d’extraction désigne le dessin formé par les tranchées de havage des blocs extraits.

⁴⁸ L’essence du bois et la longueur du manche, l’essence utilisée, le schéma corporel du carrier, interviennent dans la fabrication de l’outil et le choix adapté.

⁴⁹ La forme à double pointe reconnue dans l’Antiquité romaine en Italie et en Gaule Narbonnaise, dans une période allant de l’époque augustéenne jusqu’au II^e siècle, avait permis de proposer une datation des exploitations basée sur ces traces. Or, des traces d’une escoude dont l’extrémité active présente deux pointes ont été relevées à Orgon (13) dans une carrière de sarcophages du V^e siècle, et viennent relativiser cette chronologie. (Vacca-Goutoulli, 2006)

emboitures. Réparties à la base frontale des blocs dans un rythme lié à la qualité de la pierre, elles indiquent le soin accordé au décollement dans la procédure d'extraction. Les emboitures ont rarement fait place à des encoignures creusées tout le long de l'arête frontale inférieure du bloc. Quand ce parti pris existe, il laisse le choix du nombre de coins et du rythme adopté⁵⁰ pour leur emplacement.

Les coins sont courts et renflés, et travaillent par la pression régulière exercée par leurs joues. La pression est reçue par la frappe sur les têtes des coins en place, et transmise dans les joints de sédimentation. L'onde de choc se propage dans le joint de stratification préparé par les emboitures ou par une encoignure, et provoque le décollement des blocs.

– *La fin de l'exploitation initiale*

Le soin apporté dans le décollement des blocs n'empêche pas des irrégularités d'extraction visibles sur les sols, signalent un niveau de banc présentant des différences de qualité de la pierre dans la masse du bloc extrait, provoquant des ruptures dans la propagation de l'onde de choc. La rectification de ces irrégularités est faite au pic, à l'escoude, aux coins, ou à la pince de carrier. Non suivies d'une nouvelle extraction, ces traces expriment l'épuisement des fronts et des sols exploitables.

De la même façon, les dépassements de tranchées visibles sur les fronts latéraux abandonnés ou entamant les sols d'un niveau inférieur, illustrent la gestion de l'exploitation. Ces signes anticipent la décision d'abandon de l'extraction dans ce secteur indiquée par la quantité de matière perdue de cette façon.

2.3.3 *La manutention et le transport des matériaux*

L'attention apportée au comblement fait apparaître des rejets ponctuels de blocs capables. Ces rejets dispersés dans le comblement, d'un bloc ou deux, parfois plus, cassés ou fissurés, sont mêlés au brasier et aux déchets de taille. Ils sont distants les uns des autres et situés à des niveaux aléatoires dans l'épaisseur du comblement, évoquant une manutention effectuée à partir d'engins de levage installés au sommet des fronts en cours d'exploitation. Leur embarquement sur des chariots pourrait être fait à ce niveau, qui est l'altitude du chemin du Pont du Gard et du tablier du premier étage d'arches du pont⁵¹.

D'après la position topographique de la carrière de l'Estel sud, le transport des blocs de grand appareil sur des radeaux⁵², malgré la remontée à contre-courant, avait d'abord été évoquée. L'étude géomorphologique du comblement de la carrière et des thalwegs affluents a fait percevoir la prise en compte de l'aléa inondation et la notion du risque fluvial dans l'organisation de la conduite du chantier antique d'extraction de la pierre de l'Estel. Tout au long des campagnes de fouille, aucune trace de circulation de chargements lourds n'a été observée sur les sols de carrière, ni dans le comblement coupant l'accès à la rivière au fur et à mesure de la progression de l'exploitation vers l'ouest. Les derniers sols exploités dans chacune des tranches d'extraction, s'abaissent jusqu'au niveau d'étiage moyen du Gardon. Ces éléments rassemblés sont les arguments démontrant que le transport des blocs vers le chantier de construction du pont aqueduc antique empruntait la voie terrestre.

2.4 *La reprise de l'exploitation dans la seconde moitié du I^{er} siècle*

La durée du chantier de construction de l'aqueduc de Nîmes, de la source d'Eure à Uzès jusqu'au *castellum* à Nîmes, est estimée à une quinzaine d'années⁵³. Lors de la mise en eau de

⁵⁰ Cette notion pourrait être interprétée comme une division du travail dans une équipe et influencer sur la durée d'un chantier de génie civil.

⁵¹ Cette décision de transports de blocs de grand appareil par voie de terre a été adoptée par Henri Pitot, pour l'approvisionnement du chantier de construction du pont routier en 1743, pour les mêmes raisons.

⁵² (Bessac, Données et hypothèses sur les chantiers des carrières de l'Estel près du Pont du Gard, , 1992)

⁵³ Fabre, Fiches, Paillet, 2001.

l'aqueduc à la fin du chantier, des débordements au Pont du Gard nécessitent le rehaussement des piédroits du canal pour en augmenter le volume⁵⁴.

A l'Estel sud, les traces d'une extraction limitée sont observées, intervenant sur des fronts résiduels qui émergeaient du comblement de la carrière initiale par les déchets d'extraction, alors que les installations de structures de manutention et de transport ne sont plus en place (Figure 28).

La digue longitudinale élevée pendant le chantier initial, conserve toujours sa fonction de protection pour cette reprise, en revanche l'organisation de l'exploitation de la pierre de taille présente une structure différente pour le cheminement des hommes et des matériaux.

2.4.1 Le cadre technique de la reprise d'exploitation

– L'accès aux fronts de taille, le transport des matériaux

L'accès aux fronts résiduels est effectué par un chemin creusé à travers les déchets d'extraction recouvrant les sols de la carrière initiale.

Ce cheminement contourne les vestiges de l'habitat de carriers contemporain de l'exploitation initiale et remonte sur la rive gauche rocheuse de Font Grasse. Cependant une seule ornière de ce cheminement sur cette rive est conservée, creusée profondément dans la roche, la deuxième ornière a disparue, sans doute emportée avec la partie de la roche fragilisée par les écoulements d'eaux de Font Grasse. D'après ces observations, les charrois rejoignaient le chemin du Pont du Gard à l'ouest.

– Les caractéristiques techniques de cette exploitation

Les piédroits du canal sont construits avec des moellons de petit appareil, travaillés sur toutes leurs faces et présentant des arêtes vives. Ces modules n'imposent pas le même rapport à l'extraction que pour l'exploitation modulaire de blocs parallélépipédiques de grand appareil dans la carrière initiale du chantier de l'aqueduc. Dans ce nouveau projet, le calepinage n'est pas contraint par les dimensions des moellons ni par une qualité constante du matériau. Une partie de cette reprise de l'exploitation présente un canevas d'extraction de blocs parallélépipédiques modulaires, dont les dimensions sont pour certains très augmentées. Dans la partie ouverte au pied des grands fronts de taille antiques au sud-ouest du site, les traces relevées sur les sols de cette reprise, présentent des modules de formes et de dimensions sans cohérence entre elles.

La qualité du matériau n'est pas homogène dans les niveaux de ce secteur, et ces différences de comportement mécaniques ou physiques expliquent l'aspect aléatoire des négatifs des blocs extraits sur ces sols qui forment de grands emmarchements étagés.

– Un atelier de taille de moellons de petit appareil

Stratigraphiquement en rapport avec le chemin d'accès à la reprise d'extraction, la présence d'un atelier de taille de petit appareil est révélée. La fouille du chemin, limitée à l'emprise du chantier archéologique en bordure de la ripisylve, a mis au jour un ensemble de moellons dont certains sont identifiés par leur facture et leurs dimensions aux moellons du petit appareil du troisième étage d'arches du pont aqueduc. Cet amas isolé de blocs pourrait appartenir à un chargement qui aurait versé (Figure 29).

– La fin de l'exploitation

L'étude des carottages du comblement des excavations et du creusement du chemin d'accès aux extractions de la reprise de l'exploitation, ont montré l'unité de sa composition, comprenant des dépôts de crues et des déchets mêlés aux limons par un antique effet de ruissellement des berges du chemin creusé à travers le comblement de la carrière initiale lors

⁵⁴ Paillet, 2005.

de crues majeures après l'abandon de cette phase de reprise de l'exploitation. La carrière de pierre de taille abandonnée, l'étude géomorphologique a montré que le site subissait alors de nombreuses crues majeures jusqu'aux dernières années du 1^{er} siècle. Parfois deux inondations par an, avec quelques rares signes ténus de pédogénèse mais sans aucun signe de fréquentation du site.

3 La carrière moderne et contemporaine

Dans l'ensemble des sols et des fronts de taille étudiés à l'Estel sud, aucune trace ne se rapporte à une exploitation médiévale. En revanche, les vestiges des ouvrages d'art encore en élévation sur le tracé de l'aqueduc antique de Nîmes en amont de l'aqueduc, témoignent de la récupération des blocs de parement en grand appareil sans indication chronologique de ces emplois.

– La carrière du « Bois de l'Etoilles »

À l'époque moderne, l'exploitation de la pierre de taille (*Figure 32*) est mentionnée sur les territoires de Vers et de Castillon du Gard dans la deuxième moitié du XVII^e siècle et au début du siècle suivant, par des documents relatifs aux réparations ou aux restaurations ponctuelles du pont aqueduc antique. Ces interventions sont commandées pour pallier les dégradations survenues par le passage de charrois sur le tablier du premier étage d'arches du Pont du Gard où les piles du deuxième niveau sont dangereusement échantées. Les carrières mentionnées sont différenciées en fonction des distances qui les séparent du Pont, et seules quelques mentions correspondent aux carrières de l'Estel. La plupart des matériaux provenant de carrières plus éloignées du territoire n'appartiennent pas au même étage géologique et n'ont pas les mêmes caractéristiques physiques et mécaniques.

La carrière de l'Estel sud avait conservé le comblement de la carrière antique, l'exploitation ne s'attachant qu'aux fronts en élévation au-dessus de ce niveau, et s'enfonçant ensuite en fosse, en contre-bas du niveau de circulation sur le site. L'altitude du comblement atteint celle de la berge du lit majeur, assurant la protection contre les crues majeures pour cette nouvelle extraction.

La mise au jour partielle des sols et des fronts exploités à l'époque moderne, présente deux structures d'exploitation de pierre de taille. Au nord-ouest, la carrière présente des découpages en fosses ou cloisonnés, formant des aires d'extraction de petits volumes, alors que la carrière d'approvisionnement du pont routier, dont le projet est porté par l'ingénieur Pitot, occupe une vaste zone d'extraction de blocs modulaires, qui témoigne d'une ampleur et d'une unité technique.

Ces deux systèmes ne semblent pas avoir fonctionné en même temps, car les impératifs logistiques du chantier de construction du pont routier ont certainement prévalu. En revanche l'imbrication des deux systèmes, retrouvée dans la partie marquant la limite nord-ouest de la carrière d'approvisionnement du pont routier, indique la reprise du système des petits chantiers à la fin de la construction du pont routier, qui d'après les archives, aura duré environ deux ans.

3.1 L'extraction moderne : les petits chantiers

Les extractions modernes de petits volumes (*Figure 30*), mises au jour pendant la campagne 1998, sont situées au sud/sud-ouest de la maison de l'appareilleur. Au XVIII^e siècle, l'activité de la carrière approvisionne des commandes de volumes réduits de pierre de taille, sans doute destinés à des encadrements de baies, piédroits, linteaux, seuils...

Alors que l'ensemble donne une impression de désordre apparent, ces petits chantiers, marqués par l'exiguïté des aires d'extraction, frappent par le soin apporté au travail de la pierre, où l'économie de la matière prime, et préserve les extractions à venir.

Dans ce contexte, l'étude archéologique a mis au jour de nombreuses pièces métalliques, notamment des paumelles qui ont servi à guider les coins dans les emboîtures ou les encoignures. Découvertes abandonnées en position, certaines de ces paumelles sont découpées dans des cercles de tonneaux se reconnaissant à leur finesse, leur étroitesse et parfois les trous du rivetage qui fermait le cerclage. L'utilisation de pièces récupérées expliquent le nombre de paumelles abandonnées en place ou dans le comblement.

– *L'appareilleur et « la maison de l'appareilleur »*

La gestion des volumes exploités à l'époque moderne dans les carrières est dévolue à un responsable, l'appareilleur, qui connaît le matériau, les compétences techniques de chaque banc. Ses connaissances doivent lui permettre d'évaluer les contraintes de pose et de découpe. Les volumes de pierre et les emplacements sont alloués aux entrepreneurs ou aux maçons par adjudications pour un volume donné, suivant la qualité du matériau répondant à sa mise en œuvre. Ici, ce terme pourrait désigner le personnage qui recevait la charge de ce travail de la part du propriétaire de l'exploitation.

La maison de l'appareilleur (*Erreur ! Source du renvoi introuvable.*) est un habitat troglodytique creusé dans un front de taille résiduel sans doute antique et comporte deux pièces sur deux niveaux. La pièce du rez-de-chaussée est couverte d'une voûte segmentaire en berceau. Dans les parois, des aménagements sont creusés : une cheminée, une alcôve, un placard. Un escalier extérieur à double volée et quart tournant donne accès à un palier qui s'ouvre sur une pièce couverte d'une voûte en arc de cloître, dont la clé est ornée d'un fleuron. La trace d'une première couverture de ce niveau est indiquée par les opes creusés dans la paroi pour soutenir les poutres d'un plancher d'un troisième niveau qui existait à l'origine, dont on observe en façade une baie murée, fenêtre ou porte, qui lui donnait accès par l'extérieur⁵⁵. Cette pièce possède également une cheminée creusée dans la paroi, un placard et un garde-manger traversant qui s'ouvre sur la façade nord. Cette pièce possède aussi deux ruches placards creusées dans la paroi de la façade est, de part et d'autre de la porte d'entrée⁵⁶ s'ouvrant sur le palier extérieur de l'escalier d'accès.

3.2 1743, l'approvisionnement du chantier du pont routier

Jusqu'au milieu du XVIII^e siècle, un gué et un bac assuraient le franchissement du Gardon à Remoulins, mais quand le Gardon était en crue, on utilisait le tablier du premier étage d'arches du pont aqueduc antique, provoquant l'affaiblissement des piles du second étage d'arches échanrées pour le passage des charrettes, malgré les encorbellements construits à cette époque sur le parement amont et appuyés sur les avant-becs antiques dont les pyramides de couverture antiques ont été supprimées⁵⁷ et jamais remplacées. Le projet d'un pont routier est envisagé pour permettre le charroi vers la foire de Beaucaire et le passage de l'équipement militaire, canons et convois lourds. Des trois projets présentés par l'ingénieur Henri Pitot, les Etats du Languedoc adoptent en janvier 1743, le projet d'un pont accolé à l'aval du premier étage d'arches du Pont du Gard, qui s'intégrera à l'architecture antique. Henri Pitot fait le choix d'un parement de blocs de grand appareil qui seront extraits de la carrière de l'Estel sud d'où ont été « tirées » les pierres du pont antique. L'intérêt technique, mécanique et physique de la roche, dans le contexte environnemental du régime torrentiel du Gardon, sont une évidence pour l'ingénieur hydraulicien Henri Pitot, lui-même originaire d'Aramon (Gard) sur la rive droite du Rhône.

⁵⁵ Le soin apporté à la taille de la maison dans le massif rocheux, les transformations et restaurations de la maison témoignent d'une occupation pendant une longue durée et plusieurs occupants.

⁵⁶ À l'extérieur, les fronts est et nord-est, sont creusés d'une quinzaine de ruches organisées en murs d'abeilles, des *apié*.

⁵⁷ Ces éléments n'ont pas été remplacés depuis la suppression des encorbellements.

« La pierre, quoique d'un gros grain rougeâtre est assez belle. Elle est assez dure et solide, elle résiste à la gelée ou autres injures du tems, on sera seulement très attentif à choisir les meilleurs bancs de la carrière, un avantage considérable c'est que les bancs de pierre de cette carrière étant fort épais et solides, on peut tirer des blocs de pierre de telle grandeur et de tel échantillon que l'on veut »⁵⁸.

Toutes les pierres de taille seront bien choisies dans la carrière en sorte quelles n'ayent ni fil ni moyes qui ne les traversent ni autres deffauts, elles seront tirées dechantillon en sorte que les hauteurs des assises ne soient jamais moindres d'un pied »⁵⁹.

Les documents d'archives se rapportant à ce projet, affirment l'existence à Vers d'une carrière en activité, plan à l'appui qui désigne nettement la carrière de l'Estel sud⁶⁰.

« Toutes les pierres de taille employées aux piles, culées, voûtes, arrières becs, parapets, seront tirées des carrières Dubois de Letoille que l'on pourrait appeler les carrières du Pont du Gard, parce qu'il est certain que toute la pierre que les romains ont employée, a été tirée de ces carrières Dubois de Letoille lesquelles n'en sont éloignées que de trois cent toises.

Le document nomme les carrières « Dubois de l'Etoile⁶¹ » dans ce document dont le plan mentionne seulement l'emplacement de l'Estel sud, tout en n'excluant pas une extraction à l'Estel nord si l'on en croit l'emploi du pluriel.

Le projet du pont routier, son approvisionnement en pierre de taille et le raccordement du nouveau pont au grand chemin royal d'Uzès à Valliguières, sont l'objet de deux adjudications datées respectivement du 2 et 3 avril 1743. La première concerne le chemin, la deuxième le pont routier lui-même, pour une extraction étendue dont le volume total n'est pas indiqué par les documents d'archives cités dans la bibliographie⁶².

Dans l'article dix de l'adjudication du 3 avril 1743, Henri Pitot décide de restaurer « la digue des romains ». Cette mention confirme que la digue longitudinale antique montée avec les déchets d'extractions a conservé sa fonction et qu'elle sera renforcée pour assurer la protection de la carrière d'approvisionnement du pont routier. Le transport des blocs vers le chantier du pont routier sera fait par voie terrestre, par le chemin du Pont du Gard passant par la Bégude. La traversée du Gardon pour les matériaux et les hommes est assurée par l'installation d'un pont de bateaux construit au pied du Pont du Gard.

Dans ce projet d'extraction de blocs de grand appareil, l'extension du chantier sur une surface importante et s'enfonçant dans l'affleurement jusqu'au niveau d'étiage, est limitée au nord par les extractions de faibles volumes des petits chantiers antérieurement exploités, et à l'est par la digue et le comblement de la carrière antique laissé en place.

– 1743 – Les crues du Gardon

Les documents d'archives⁶³ signalent plusieurs crues majeures se produisant dès la fin août 1743 et à l'automne de la même année. La première survient le 29 août 1743 et détruit 35 à 40 quintaux de pierres taillées. Le 25 octobre 1743, une nouvelle crue endommage le pont de bateaux installé au pied du pont antique pour faciliter la traversée de la rivière, et crève la digue de l'Estel. Elle noie la carrière et a nécessité un pompage⁶⁴ pour la reprise du travail.

En novembre, une nouvelle crue monte en quatre heures, plus haut de 3 pieds au-dessus des précédentes et noie le chantier du pont routier. Elle détruit l'approvisionnement de ciment et toutes les pierres de taille entreposées pour terminer le pont, occasionnant de gros dégâts aux cintres.

⁵⁸ ADH, C 12277 (États, 3563), Article X, Adjudication du 3 avril 1743.

⁵⁹ ADH, C 12277 (États, 3563), Article XI, Adjudication du 3 avril 1743.

⁶⁰ ADH C 12277 (États, 3563), Adjudication du 3 avril 1743 Articles X et XI.

⁶¹ Le nom de l'Etoile se traduit en occitan par l'Estel.

⁶² Lescure, 2014, p. 21-32.

⁶³ Lescure, 2014.

⁶⁴ ADH, C 12277 (États, 3563) dans : Lescure, 2014, p. 29. Ces données d'archives corroborent les données archéologiques (*infra*).

Il est intéressant de citer ici, un mémoire de 1745 des archives du chantier, qui décrit parfaitement les travaux structurels qui ont occasionné des surcoûts pour les entreprises, les réparations qu'elles ont dû supporter et qui méritent, de leur point de vue, une plus-value⁶⁵, en raison de la perte de temps pour faire les travaux supplémentaires dus à l'incidence des crues⁶⁶.

- 3500 livres pour la digue de protection de la carrière de l'Estel, un pont de bateaux pour franchir le Gardon sans le détour par le gué de Remoulins, ce qui a permis de construire le pont plus vite,
- L'utilisation des bois du Dauphiné pour la fabrication des cintres
- La création de treuils, palans, machines diverses pour tailler et convoier sans les épauférer, les pierres de parement

Il est intéressant de noter l'installation d'un « pont de bateaux » pour résoudre certains des problèmes de circulation d'une rive à l'autre pendant le chantier de construction.

3.2.1 L'exploitation des blocs de grand appareil du « Pont Pitot »

A l'automne 1998, lors de la fouille archéologique de la carrière moderne approvisionnant le chantier du pont routier, des niveaux de limons et de sables micacés sont mis au jour, déposés par décantation à la suite des crues ennoyant des blocs en cours d'extraction. D'après les documents d'archives, après l'évacuation des eaux de crues par pompages⁶⁷, ces blocs sont laissés en place non nettoyés, et l'extraction a été décalée et reprise dans des fronts libres de dépôts de crues. Ensuite, ces limons sont recouverts par les déchets d'extraction de l'exploitation des fronts contigus à l'ouest et au nord-ouest. Lors de la poursuite de l'étude archéologique, aucune autre trace de crue marquant les sols de carrière dans les nouvelles excavations, n'a été identifiée, la carrière ayant sans doute été protégées par un nouveau renforcement de la digue.

L'extraction modulaire de blocs de grand appareil utilise les mêmes procédures d'extraction que la carrière antique. Ce sont les coupes stratigraphiques pratiquées dans le comblement de la carrière et les traces portées par les fronts qui permettent de différencier la chronologie de l'exploitation. La pensée technique d'une époque se lisant en particulier dans la mise en œuvre de la gestion de l'espace d'extraction et de manutention.

Contrairement aux carrières antiques, les carrières modernes n'ont pas suivi le pendage de la stratification sédimentaire dû au phénomène de subsidence subi par l'affleurement. Dans ces bancs puissants de plusieurs mètres, il est possible de ne pas utiliser la faiblesse de certaines strates et de se dégager de cette procédure. Cependant, quelques problèmes pourraient apparaître dans une mise œuvre où les blocs seraient soumis à une forte compression fragilisant les arêtes⁶⁸.

Le transport des blocs approvisionnant le chantier du pont routier par voie de terre, sont illustrés par les vestiges d'une terrasse de manutention (*Figure 33*) aménagée avec soin à la limite nord-est de l'exploitation de la pierre de taille pour le chantier du pont routier. Les flancs de cette terrasse sont parementés par des blocs de moyens et de grand appareil, et ont reçu un blocage de déchets d'extraction à l'intérieur. Les blocs sont hissés à la hauteur du chemin, par des systèmes de chèvres, de treuils, de palans, comme le document daté de 1745 le précise. (*Supra*). Le plus grand soin est apporté au chargement, évitant les épaufures et spécifiant ainsi que, comme à l'époque antique, les dimensions des blocs bruts d'extraction

⁶⁵ ADH, C 12277 (États, 3563), dans : Lescure, 2014, p. 29.

⁶⁶ Cette réclamation est rejetée définitivement le 24 février 1746, Lescure 2014, p. 29.

⁶⁷ Lescure, 2014.

⁶⁸ C'est ce que l'on observe dans les restaurations des piles échanquées du deuxième étage d'arches effectuées au XVIII^e et au XIX^e siècle.

sont⁶⁹ très proches des dimensions des blocs qui seront mis en œuvre dans une économie de gestion du temps et de matière.

3.3 *L'exploitation contemporaine : XIX^e XX^e siècles*

– *La carrière Reymond*⁷⁰

La carrière Reymond exploite les deux sites de l'Estel et perdurera jusqu'au milieu du XX^e siècle. Le matériau extrait à l'Estel représente toujours un intérêt particulier en comparaison des compétences des autres matériaux extraits sur le territoire de Vers ou de Castillon-du-Gard (Figure 34).

Un front de taille était mis au jour pendant la campagne de 1998, en limite du comblement de la reprise antique de l'exploitation gardé en protection, porteur de l'inscription [R]EYMOND, où la lettre R est estompée mais reste lisible. La carrière Reymond⁷¹ exploite la pierre de taille à l'Estel nord et à l'Estel sud où l'extraction reprend le schéma d'extraction de petits chantiers individualisés mais les sols révèlent l'adoption conjointe d'un autre système de commercialisation de la pierre de taille, mis en place dès le milieu du XVIII^e siècle, où des blocs aux dimensions normalisées sont vendus par lots, sous les appellations de cairons, querrades..., suivant les modules. Un des sols de cette exploitation, porte les traces de la production de cairons⁷².

– *Structures annexes à la carrière*

L'étude archéologique de 1998 avait mis au jour l'existence d'un chemin à ornières avec des recharges de tuiles et cailloux, dont on retrouve le creusement volontaire d'ornières⁷³ sur le sommet de la laisse de carrière antique au sud-est du site. Ces traces traduisaient une circulation de chariots lourds depuis la citerne (ou puits), creusée ou bâtie dans la digue au sud du site, et allait jusqu'à hauteur de la maison de l'appareilleur⁷⁴.

Ce chemin abandonné ensuite, est remplacé suivant le même tracé par une canalisation de pierre portée par un muret traversant le verger occupant la surface du comblement de la carrière. Construite en éléments modulaires creusés en U, avec des feuillures d'encastrement à leurs bouts, cette canalisation est encore partiellement existante, mais sans branchement, en 1998. Elle apparaît contemporaine de la carrière Reymond, de la fin du XIX^e siècle jusqu'à l'abandon définitif dans les années 1950⁷⁵ de l'exploitation de la pierre de taille à l'Estel sud.

Conclusion

La pierre de taille extraite dans la carrière de l'Estel sud, la proximité du lieu avec les deux projets architecturaux que sont l'aqueduc antique et le pont routier moderne, imposait d'aborder classiquement l'étude archéologique des techniques manuelles d'exploitation de la pierre de taille employées sur le site depuis le 1^{er} siècle jusqu'à l'époque contemporaine. Les procédés d'extraction sont pérennes et ne se différencient qu'à travers la pensée technique dont l'évolution apparaît dans le rapport aux modules des blocs et dans la mécanisation de la manutention.

⁶⁹ Le traçage du calepinage ne réserve qu'une faible largeur aux tranchées de havage, pour préserver, économiser la matière, la différence se faisant dans les modules des blocs extraits pour les parements et les vousoirs.

⁷⁰ Le nom du propriétaire de la carrière est orthographié de deux manières dans les différents documents d'archives.

⁷¹ La carrière Reymond exploite les deux sites, sud et nord.

⁷² Modules de la fin du XVIII^e siècle après l'adoption du système métrique : Dimensions du cairon : L x l x h, soit : 60x30x30.

⁷³ Dans un sol rocheux, le passage des roues de chariots est préparé par un creusement montrant des traces d'outils, pour le franchissement de paliers. Ce système a été en particulier reconnu dans les chemins utilisés pour le charroi des matériaux, extraits dans une carrière à Fos sur Mer (13), (Paone, Vacca-Goutoulli, 2012, fig. 66, p. 82).

⁷⁴ Cette construction moderne située hors de l'emprise de la fouille archéologique n'a pas été étudiée.

⁷⁵ La crue majeure de 1958, identique en importance à celle de 1900, est peut-être la cause de cet abandon.

La recherche d'un affleurement d'une pierre à proximité du chantier de construction possédant les compétences physiques et mécanique exigées par le programme architectural du pont aqueduc antique, illustre la pensée technique de cette époque. Le choix de la pierre de l'Estel sud, transforme la matière en un matériau aux compétences techniques reconnues. Sa mise en œuvre dans les niveaux architecturaux doit répondre aux contraintes auxquelles sera soumis le pont aqueduc en assurant son intégrité.

L'importance de la pierre de l'Estel sud dans l'édification du pont aqueduc antique, imposait d'affranchir son exploitation du risque représenté par la position de la carrière dans le lit majeur du Gardon. Le risque fluvial ne pouvait être ni réduit, ni maîtrisé, il devait être intégré dans les stratégies d'exploitation dans une réalisation de génie civil représentée par l'aqueduc de Nîmes, où la question économique imposait sans doute un cadre contraignant⁷⁶.

À l'époque antique, la présence de la digue longitudinale barrant l'accès à la rivière pour le transport des matériaux, la dispersion des blocs de rebut épars pris dans le comblement à différents niveaux, sont à mettre en rapport avec des installations qui n'ont pas été retrouvées malgré l'ampleur de la surface fouillée. Ces postes de travail nécessaires dans une exploitation de pierre de taille, un atelier de forge où les outils sont entretenus journalièrement⁷⁷, un quai pour l'embarquement des blocs sur des chariots, sont des manques qui interrogent sur ces structures qui font défaut dans l'espace étudié⁷⁸. Ces lacunes ne peuvent être des absences. Des ateliers existaient et pouvaient se situer en amont de l'habitat ou dans l'environnement du chantier de construction du Pont du Gard proche, puisque les tailleurs de pierre ont les mêmes attentes pour l'entretien de leurs outils. Dans le cas de l'embarquement des blocs sur les chariots où la manutention de la pierre de taille en grand appareil demande un soin primordial dans le contexte architectural de leur mise en œuvre, l'hypothèse d'une installation d'engins de levage, des cabestans, au sommet des fronts successivement exploités vers l'ouest en se rapprochant du chemin du Pont du Gard situé à la même altitude, peut être proposée. L'embarquement des blocs sur des chariots permettait alors de rejoindre le chantier de construction à hauteur du tablier du premier étage d'arches du pont. Une partie des fronts antiques abandonnés à la fin du chantier de construction du 1^{er} siècle ont été exploités à l'époque moderne et contemporaine, et d'éventuelles traces du levage des blocs ou du cheminement de leur transport, ont pu disparaître dans ces reprises d'exploitation⁷⁹.

De quelle espèce de matériaux faut-il se servir ? Voilà ce qu'il n'est pas au pouvoir de l'architecte de déterminer, parce qu'on ne trouve pas en tous lieux toute espèce de matériaux, comme nous l'avons dit dans le dernier livre, et qu'il dépend de la volonté de celui qui fait bâtir d'employer le moellon ou la pierre de taille. (Vitruve, tome I, livre VI, p. 36).

Cette citation extraite de l'œuvre de Vitruve, (1^{er} siècle av. n.è.), donne corps à l'étude archéologique de la carrière de l'Estel qui a mis en évidence la maîtrise des connaissances techniques et théoriques, en relation avec le contexte architectural et économique de l'édification du Pont du Gard⁸⁰. La géologie en tant que telle n'est pas nommée, mais la recherche et l'emploi des matériaux suggèrent des connaissances minéralogistes et naturalistes de cet ordre. Dans l'introduction à l'ouvrage « *Dire l'architecture dans l'Antiquité*⁸¹ », Pierre Gros, insiste sur la multiplicité des connaissances que doit maîtriser l'architecte d'après Vitruve, et sur l'aspect économique des choix qui sont faits dans la recherche des matériaux de construction adaptés à un projet architectural.

⁷⁶ Ces questions apparaissent aussi dans les documents d'archives qui accompagnent la construction du pont routier à l'époque moderne.

⁷⁷ Des ateliers de forge quand ils sont retrouvés, sont situés le plus souvent dans les carrières ou à leurs abords immédiats.

⁷⁸ (Bessac, 2002b)

⁷⁹ D'autres traces sont peut-être conservées au sommet des fronts ouest.

⁸⁰ Le tracé, les pentes, les accès réservés à son entretien, ces travaux et les décisions qui en découlent sont laissés à la maîtrise des géomètres et des hydrauliciens.

⁸¹ (Gros, 2016)

Quant à l'étude géomorphologique, elle a répondu au questionnement sur les savoirs environnementaux antiques (*Figure 35*), en démontrant la prévention du risque encouru en regard de l'exposition de la carrière, faisant entrer le choix de la pierre de l'Estel dans la vision globale de la matérialité du Pont du Gard.

L'étude archéologique de la carrière de l'Estel sud a couvert un large champ de la recherche de l'histoire environnementale, technique et sociale de la carrière exploitée dans l'Antiquité, et a mis en perspective le travail de la pierre avec les questions dominantes de la réalisation d'un pont monumental. Au XVIII^e siècle et à l'époque contemporaine, les constructeurs, les carriers reconnaissant la valeur de la pierre de l'Estel, prennent en compte le contenu des savoirs, des savoir-faire antiques, les procédés adoptés dans la gestion du risque fluvial, et les intègrent aux techniques de leur époque.

Bibliographie

- Mimram Marc, Bertin Ingrid, dirs., & al.. (2015, octobre). *Réflexions sur la matérialité*. Recueil de travaux d'étudiants, 2014-2015(3), 106. (Ecole d'Architecture de la Ville, Éd., & M. Mimram, Compilateur) Marne la Vallée. doi:<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02314783>
- Anonyme (Collectif). (1976). Essai de nomenclature des carrières françaises de roches de construction et de décoration. *Le Mausolée*.
- Arnaud-Fassetta. (1998). Dynamiques Fluviales holocènes dans le delta du Rhône. *Thèse de doctorat : géographie physique, Université d'Aix-Marseille I, Aix-en Provence*.
- Bessac, J.-C. (1981, Juillet-Août). *Les carrières de Nîmes. La pierre, matériau de base dans l'expression monumentale antique de Nîmes*. Histoire et Archéologie, les Dossiers(55), pp. 58-67.
- Bessac, J.-C. (1992). *Données et hypothèses sur les chantiers des carrières de l'Estel près du Pont du Gard*, . Revue archéologique de Narbonnaise, 25, pp. 397-430.
- Bessac, J.-C. (2002b). *Les carrières du Bois des Lens (Gard)*. Gallia(59), pp. pp. 29-51.
- Decourt, G. (1998). Les approches historiques du risque fluvial : esquiver, réduire, maîtriser, gérer, intégrer. *Institut National du Génie Urbain (Lyonnais) INGUL, Etude exploratoire sur le Rhône et son bassin, Lyon*.
- Emmanuel Ribes, Pascale Chevillot, Farid Sellami. (2002). *Le comblement historique de la carrière de l'Estel sud (Vers-Pont du Gard)*. Dans M. Vacca-Goutoulli, La Carrière de l'Estel sud - Rapport final d'Opération 2001 (Vol. II - Annexes). Nîmes, 2002: Inrap Méditerranée.
- Fiches, J.-L. (2000). *Maîtres d'œuvre et maîtres d'ouvrage*. Dans G. Fabre, J.-L. Fiches, & J.-L. Paillet, L'Aqueduc de Nîmes et le Pont du Gard (éd. 2ème édition, revue et augmentée, p. 481). Paris: CNRS Editions.
- Gilles Arnaud-Fassetta, Corinne Landuré. (2015, Janvier). *Le risque fluvial en milieu rural de l'époque grecque au haut Moyen Âge : le cas du delta du Rhône (France)*. Chapitre XVI, pp. 215-236.
- Gros, P. (2016). *Dire l'Architecture dans l'Antiquité, Introduction*. Dans R. Robert, Dire l'Architecture dans l'Antiquité, (éd. Atelier Mediter, p. 456). Karthala.
- Guilhem Fabre, Jean-Luc Fiches, Jean-Louis Paillet, Directeurs. (2001). *L'aqueduc de Nîmes et le Pont du Gard, Archéologie Géosystème Histoire (éd. 2e Edition, revue et augmentée)*. (C. G. Gard, Éd.) Nîmes, Gard: CNRS éditions.
- Guillaume Brousse, Gilles Arnaud-Fassetta, Stéphane Cordier. (2011). *Evolution hHydrogéomorphologique de la bande active de l'Ubaye (Alpes françaises duSud) de 1956 à 2004 : contribution à la gestion des crues*. Géomorphologie : relief, processus, environnement, 17(n°3), pp. 307-318. doi:<https://doi.org/10.4000/geomorphologie.9510>
- Halleux, Pierre dir. (2002-2003). *La compréhension de la pensée technique des bâtisseurs médiévaux : un long cheminement du XIIème au XXIème siècle*. ICOMOS Wallonie Bruxelles, p. 32 .
- His, G. (2015, janvier). *La matérialité comme récit : d'un récit culturel à la production d'une pensée*. Bulletin des Bibliothèques de France (BBF), Architectures(4), pp. 30-44.
- J.-Cl. Bessac, M. Vacca-Goutoulli. (2002). *La carrière romaine de l'Estel près du Pont du Gard*. (C. Editions, Éd.) Gallia - Archéologie de la France antique (Carrières antiques de la Gaule, 59), pp. 11-28. Récupéré sur [10.3406/Galia.2002.3093](https://doi.org/10.3406/Galia.2002.3093) . hal-01912229
- Jean-Luc Fiches, Jean-Louis Paillet. (1989). *Le Pont-du-Gard, Nouvelle approche du monument de de l'aqueduc*. Comptes-rendus des séances de l'Académie des

- Inscriptions et Belles-Lettre (133^e année, n° 2), pp. 408-426.
doi:<https://doi.org/10.3406/crai.1989.14741>
- Lescure, M. (2014). La vie et l'oeuvre de Henri Pitot (1695-1771) Un ensemble de deux ponts accolés : Le Pont Aqueduc romain et le Pont routier, le pont Pitot. (pont, Éd.)
Récupéré sur pontdugard.fr/sites/default/files/documents/conference_pitot.pdf.
- Michel Philippe, Hugues Savay-Guerraz. (1989, mai). La "pierre du Midi" à Lyon et à Vienne à l'époque gallo-romaine : utilisation, chronologie et provenance. Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon (58^e année), pp. 141-172.
doi:<https://doi.org/linly.1989.10876>
- Paillet, J.-L. (2000). Le cabestan de la carrière Saint-Paul à Saint-Rémy de Provence. Aix en Provence: IRAA, CNRS.
- Petitot, H., Buffat, L., & Guerre, J. (2000). Vers-Pont du Gard, Font de Dringues. Dans M. d. Communication (Éd.), Bilan Scientifique de la Région Languedoc Roussillon, 1999 (p. 205). Montpellier: Service Régional de l'Archéologie.
- Pitot, H. (1743, avril 2). Adjudication du grand chemin royal, article XI. A.D.H. Etats 3563.
- Pitot, H. (1743, mars 11). Devis du nouveau grand chemin royal qui doit être fait depuis le logis de Lafoux jusqu'au Pont du Gard et depuis le pont du Gard jusqu'à la jonction du grand chemin de Remoulin à Valiguiere. Montpellier, Languedoc: .
- Pitot, Henri Pont du Gard. (1743, avril 3). Adjudication du Pont du Gard, article X. Montpellier, Languedoc: A.D.H. Etats 3563.
- Raynaud, C. (2007). D'Espeyran à Saint-Gilles, de l'Antiquité au Moyen âge. Dans C. G. Gard (Éd.). Montpellier: CNRS Univ-MontP3.
- Rolley, J.-P. (Avril 2007). Géologie du département du Gard - Essai de synthèse géologique. Alès (30): Ecole des Mines d'Alès. Récupéré sur <https://www.rolley.fr/Geologie/geologie-du-Gard.pdf>
- Sigaut, F. (1996). L'apprentissage vu par les ethnologues : Un stéréotype ? Dans d. Denis Chevallier, & M. d. Culture (Éd.), Savoir faire et pouvoir transmettre (Vol. 6, p. 265). Paris: Editions de la Maison des sciences de l'Homme.,
doi:<https://doi.org/10.4000/books.editionsmsmh/3832>.
- Triat, J.-M. (2015). Pierres de Provence, Richesse et Originalité du Patrimoine Géologique Provençal. (J.-M. Triat, Éd.) Cavaillon.
- Vacca-Goutoulli M., Bruneton H. (2004). La gestion du risque fluvial par les carriers romains, La Carrière de l'Estel sud (Vers-Pont du Gard, 30), pp. 449-469. Dans P. Leveau, J. Burnouf, & CTHS (Éd.), Fleuves et Marais, une histoire au croisement de la nature et de la culture. Sociétés préindustrielles et milieux fluviaux, lacustres et palustres : pratiques sociales et hydrosystèmes, 493 p. (pp. 449-469). Paris.
- Vacca-Goutoulli, M. (1999). Etude diachronique de la carrière de l'Estel sud, Fouille d'archéologie préventive - oct., nov., déc., 1998. Ministère de la Culture Région Languedoc-Roussillon, Service Régional de l'Archéologie. Nîmes: Afan.
- Vacca-Goutoulli, M. (2001). La carrière antique de l'Estel sud, Vers-Pont du Gard (30) - Fouille archéologique programmée triennale (campagne 2000). Afan, Ministère de la Culture, région Languedoc-Roussillon, Service Régional de l'Archéologie. Nîmes: Afan Méditerranée.
- Vacca-Goutoulli, M. (2002). La carrière antique de l'Estel sud, Vers-Pont du Gard, Fouille archéologique programmée triennale, campagne 2001. Ministère de la Culture, Service régional de l'Archéologie, région Languedoc Roussillon. Nîmes: Inrap.
- Vacca-Goutoulli, M. (2006). Carrière de l'Estel sud, Vers-Pont du Gard (30) R.F.O campagne 2002 & synthèse de la fouille Programmée triennale 2000à 2002, augmentée des données de la campagne 1998 . Ministère de la Culture, Service Régional de

- l'Archéologie -Région Languedoc-Roussillon, département du Gard. Nîmes: Inrap Méditerranée.*
- Vacca-Goutoulli, M. (2006). *Orgon, le Défens (B.-du-Rh.) Carrière de sarcophages (Vème siècle)*. Dans R. Gaday, *Orgon, le Défens (B.-du-Rh.), Carrière de sarcophages antique et fours à chaus d'époque moderne*. Nîmes, *Bouches-du-Rhône: Inrap Méditerranée.*
- Valat, Z. (1998). *Carriers du Gard et de Syrie : une étude d'anthropologie filmique sur l'exploitation de la pierre*. Thèse de doctorat en Cinéma sous la direction de Claudine de France, 325 p. Paris: *Université Paris 10, Nanterre.*
- Vitruve. (s.d.). de *l'Architecture (Vol. 1, IV)*. (C. Panckoucke, Éd., & C.-L. Maufras, Trad.)
- Walter, F. (1994). *L'historien et l'environnement : vers un nouveau paradigme*. *Natures, Sciences, Sociétés(01)*, pp. 31-39. doi:<https://doi.org/10.1051/nss/19940201031>
- Winter, A. M. (2015). *Modèle du Pont de Bateaux romain d'Arles*. Arles - (13): *Musée départemental de l'Arles antique d'Arles*. Récupéré sur https://www.carto.net/andre.mw/photos/2015/02/21_a_arles_musee-archeologique/20150221

Table des illustrations

Figure 1 : 2006, la carrière romaine et le Pont du Gard, vus depuis la maison de l'appareilleur. La digue, bien qu'affaiblie, s'est maintenue en place. Depuis 2002, des crues majeures en 2009 et 2014, ont déposé des épaisseurs de sables micacés qui aujourd'hui encore, colmatent les sols mis au jour par l'étude archéologique. (Cliché M. V-G, 2006).....	1
Figure 2 : situation géographique de l'Estel sud à Vers-Pont du Gard (30). Le site de la carrière est indiqué par une étoile. (Carte IGN).....	25
Figure 3 : Situation topographique des carrières de l'Estel et du thalweg de Font Grasse. (Fond de plan, Houssard et Vincens. Topographie et Infographie V. Vachon, Inrap 2002). Vacca-Goutoulli, 2006.....	25
Figure 4 : Coupe synthétique altitudinale et spatiale du site de l'Estel sud (1 ^{er} siècle). (Hélène Bruneton, 2002, Vacca-Goutoulli M., Bruneton H, 2004).....	26
Figure 5 : La bande active du Gardon au niveau du Pont du Gard et du site de l'Estel. Etude géomorphologique du lit mineur de la rivière. Emanuel Ribes, document extrait du mémoire de DEA, sous la direction de Mireille Provansal ; professeur, CEREGE (Aix-en-Provence, 2001. Université Aix-Marseille.....	26
Figure 6 : hydromorphologie antérieure à l'extraction antique initiale. Coupe effectuée sous les fondations de la dernière maison de carrier à l'est de l'habitat en lanière, milieu du 1 ^{er} siècle (Bruneton, 2002), Vacca-Goutoulli M., Bruneton H, 2004.....	27
Figure 7: le Gardon et le Pont du Gard, vue aérienne. Le parement aval du monument pendant la crue millénaire de septembre 2002. (Cliché Midi-Libre, 2002).....	27
Figure 8 : Carrière de l'Estel, le 14 septembre 2002 après la crue millénaire des 8 et 9 septembre 2002, vue prise du nord. Au premier plan, l'espace de l'habitat des carriers. (Cliché Lydiane Estève EPCC Pont du Gard, 2002).....	28
Figure 9 : À l'aval et en contre-bas de l'habitat de carriers, coupe de la berge du lit majeur du Gardon, au confluent avec Font Grasse. Renforcements successifs de la berge avec des déchets de l'extraction initiale, le talus de la berge est progressivement repoussé vers le sud/sud-est. (Coupe : Bruneton, 2002), Vacca-Goutoulli, M., Bruneton H, 2004.....	28
Figure 10 : Au premier plan, les sols inondés par les eaux d'infiltration du Gardon, sont datés de la reprise de l'extraction de la fin du 1 ^{er} siècle. Au-dessus, sol d'abandon de l'extraction initiale antique en raison du même phénomène de remontée d'eau. Au second plan, la laisse de carrière sud-est appartient à la structure d'ancrage de la digue à l'arrière-plan, partiellement dégagée. Cliché Afan, 2000.....	29
Figure 11 : vue satellitaire de l'Estel sud. Malgré l'invasion des sols de la carrière par les limons apportés par les crues majeures du Gardon en 2002, 2009 et 2014, les grandes lignes des limites de l'exploitation diachronique de la carrière apparaissent sur cette vue satellitaire. La digue longitudinale antique, montre l'apparition des formes sous-jacentes de laisses de carrière, révélées par la végétation de la ripisylve conservée (Google Earth Estel 2018).....	29
Figure 12 : La structure du comblement du chemin d'accès à la reprise d'exploitation accumulé pendant quelques décennies. Les fosses de crémation sont creusées dans ces niveaux. (Cliché Afan, 2000), Vacca-Goutoulli, 2001.....	30
Figure 13 : Coupe du remplissage du chemin d'accès à la reprise de l'exploitation dans la seconde moitié du 1 ^{er} siècle. (Pascale Chevillot, Inrap 2001, infographie : Ribes, 2001), Vacca-Goutoulli, 2002.....	30
Figure 14 : Plan de l'implantation des principales tombes à incinération primaire. Zones d'affaiblissement de la digue au sud-ouest et au sud-est de part et d'autre de la laisse de carrière Sud-est (Topographie : O. Senoun, Afan 1998, V. Vachon, Afan 2000, Inrap 2001 à 2002, Infographie : V. Vachon, Inrap 2002), Vacca-Goutoulli, 2006.....	31
Figure 15 : Fosse n° 7506, Sépulture SP 14 (Cliché V. Bel, Afan, 2000), Vacca-Goutoulli, 2001.....	31
Figure 16 : répartition spatiale des séquences d'exploitations de la pierre de taille, du 1 ^{er} siècle à 1950. À noter, le front de taille d'abandon de l'exploitation antique. L'habitat des carriers, contemporain de la carrière antique initiale, est installé sur le comblement protohistorique du thalweg de Font Grasse au nord du site. (Topographie, infographie, V. Vachon, Inrap, 2002 Vacca-Goutoulli, 2006.....	32
Figure 17 : Numérotation des zones. La zone V représente partiellement l'espace funéraire. L'ensemble de la nécropole, est reporté infra, dans la figure 36. (Vachon, Inrap, 2002) ; Vacca-Goutoulli, 2006.....	32
Figure 18: Zone VIII : Exemple d'un découpage en secteurs de cette zone, après identification des entités d'extraction. Les formes respectent les calepinages et tiennent compte des impératifs d'une extraction destinée à un niveau architectural particulier imposant un nombre de blocs précis. On notera la régularité et l'étroitesse des tranchées de havage. (Levé topographique et DA0, Véronique Vachon, Inrap, 2002), Vacca-Goutoulli, 2006.....	33

Figure 19 : Zone VIII, secteur 6. Exemple de l'enregistrement topographique des blocs d'un secteur et numérotation des blocs (Levé topographique, infographie : V. Vachon, Inrap, 2002), Vacca-Goutoulli, 2006.	33
Figure 20 : Exemple d'une fiche d'enregistrement des signes techniques observés sur le sol de la zone VIII, secteur I, (rédaction de la fiche : (Vacca-Goutoulli, 2002), dans Vacca-Goutoulli, 2006.	34
Figure 21 : Vue de détail de la voûte de l'arche majeure du deuxième étage d'arches du Pont-du-Gard. L'agencement précis et soigné des voussoirs, la finesse des joints, la tenue d'arête et la qualité des adoucis dans les moulures, caractérisent une pierre au grain fin et régulier. Sur la clé, bas-relief représentant sans doute un tailleur de pierre. (Cliché Cap Sud-ouest).	34
Figure 22 : Zone VIII, secteur 5. La qualité de la pierre de taille apparaît dans la netteté des traces d'outil mettant en évidence une tenue d'arête de qualité. Les dépassements des tranchées de havage entaillant profondément le sol d'extraction, signifient l'intention d'abandon de l'exploitation des niveaux inférieurs (Cliché Inrap, 2002), Vacca-Goutoulli, 2006).	35
Figure 23 : Zone VII : le thalweg de Font Grasse : L'habitat de carriers contemporain de la construction de l'aqueduc de Nîmes, et vestiges attribués à des occupations ultérieures tels que : ornière de la fin du 1 ^{er} siècle et atelier du premier quart du II ^e siècle. En 2001 le drainage de la source Font de Dringues, entraînait la pose intempestive d'un conduit qui a traversé la zone VII et les maisons. (Topographie, Infographie V. Vachon, 2002) Vacca-Goutoulli, 2006.	35
Figure 24 : les maisons de carriers antiques, exploitation initiale de la carrière de l'Estel sud. Vue prise du nord. Canalisation de drainage de la source affluente de Font de Dringues, en rive droite. Cliché Inrap, 2001..	36
Figure 25 : Zone VIII, secteur 3. La carrière de l'Estel sud : les traces techniques de l'exploitation initiale : la qualité du tracé des blocs capables, la régularité des tranchées de havage, le soin apporté au creusement des emboitures. Cliché Inrap, 2002,.....	36
Figure 26 : Vue sur le comblement de la carrière antique initiale par les déchets d'extraction, Présence du rejet de la découverte en contact avec les sols de carrière épuisés et déchets d'extraction remaniés par des infiltrations d'eau, avec ensuite, le rejet de nouveaux déchets d'extraction (Cliché Inrap, 2000), Vacca-Goutoulli, 2001.	37
Figure 27 : Vue de la carrière antique initiale. Visualisation de la progression méthodique de l'exploitation à partir du toit de l'affleurement présent au premier plan à droite et la protection de l'aire d'extraction par l'élévation de la digue longitudinale à l'est/nord-est jusqu'au sud-est le long de la rive gauche du Gardon. (Cliché Inrap 2002) Vacca-Goutoulli, 2006.....	37
Figure 28 : Le chemin d'accès et les sols de la reprise d'exploitation (seconde moitié du 1 ^{er} siècle). La reprise de l'exploitation a été réalisée en saison sèche, l'altitude des sols est de l'ordre de 18 mètres NGF, soit le niveau d'étiage relevé en juin/juillet /2001 DAO V. Vachon, Inrap, 2002),	38
Figure 29 : Blocs de petit appareil mêlés à des déchets d'extraction, rejetés sur le bord du chemin de la reprise de l'exploitation au dernier quart du 1 ^{er} siècle. L'Estel 2001- Taille effectuée à partir de blocs de grand appareil et de dimensions hétérogènes correspondant à la reprise de l'exploitation du dernier quart du 1 ^{er} siècle. Cliché Inrap 2001, Vacca Goutoulli 2006.....	38
Figure 30 : La carrière moderne : extraction en fosse de modules différents destinés à des encadrements de baies, piédroits, linteaux, de seuils ou appuis de baies. (Cliché Afan, 1998, Vacca-Goutoulli, 1999).....	39
Figure 31 : La maison de l'appareilleur. L'entrée du niveau inférieur est protégée des crues par un seuil surélevé. Apié rupestre. (Cliché Inrap, 2002), Vacca-Goutoulli, 2006.	39
Figure 32 : Ce document conservé aux Archives Départementales de l'Hérault, sous la cote C 12277-1, joint à un devis établi par Henri Pitot en mars 1743, mentionne la situation de la carrière de l'Estel sud et des sources, Font de Dringues, Font Grasse. La carrière de l'Estel sud est indiquée sur cette carte. Pitot, 1743, Adjudications du 3 avril 1743 ADH, C 12277 (États, 3563).....	40
Figure 33: Carrière moderne. Murets destinés à contenir les déchets d'extraction. La terrasse édifiée de cette façon, facilite la manutention des blocs et leur embarquement sur des charriots. (Cliché Afan, 1998, Vacca-Goutoulli, 1999).	40
Figure 34: Carrière moderne de l'Estel sud. La partie haute des fronts de taille et le sol au premier plan, correspondent à la carrière d'approvisionnement du pont routier; la partie inférieure concerne la réouverture de chantiers de faibles volumes qui reprennent les sols de l'exploitation antérieure. (Cliché Inrap, 2002, Vacca-Goutoulli, 2006).	41
Figure 35 : Vue du site de l'Estel sud prise depuis la rive droite du Gardon. On note sur ce cliché la digue qui protège encore à ce jour l'espace de la carrière en dépit des crues majeures qui ont envahi la carrière depuis l'Antiquité, (Cliché Free-frgarrigues40, décembre 2012).	41

Illustrations

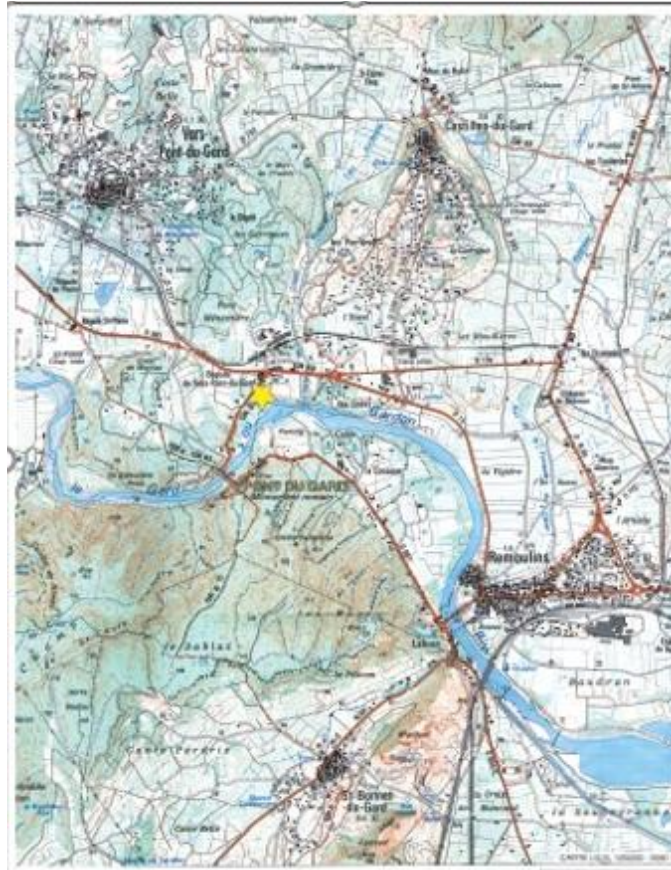


Figure 2 : situation géographique de l'Estel sud à Vers-Pont du Gard (30). Le site de la carrière est indiqué par une étoile. (Carte IGN).



Figure 3 : Situation topographique des carrières de l'Estel et du thalweg de Font Grasse. (Fond de plan, Houssard et Vincens. Topographie et Infographie V. Vachon, Inrap 2002). Vacca-Goutoulli, 2006.

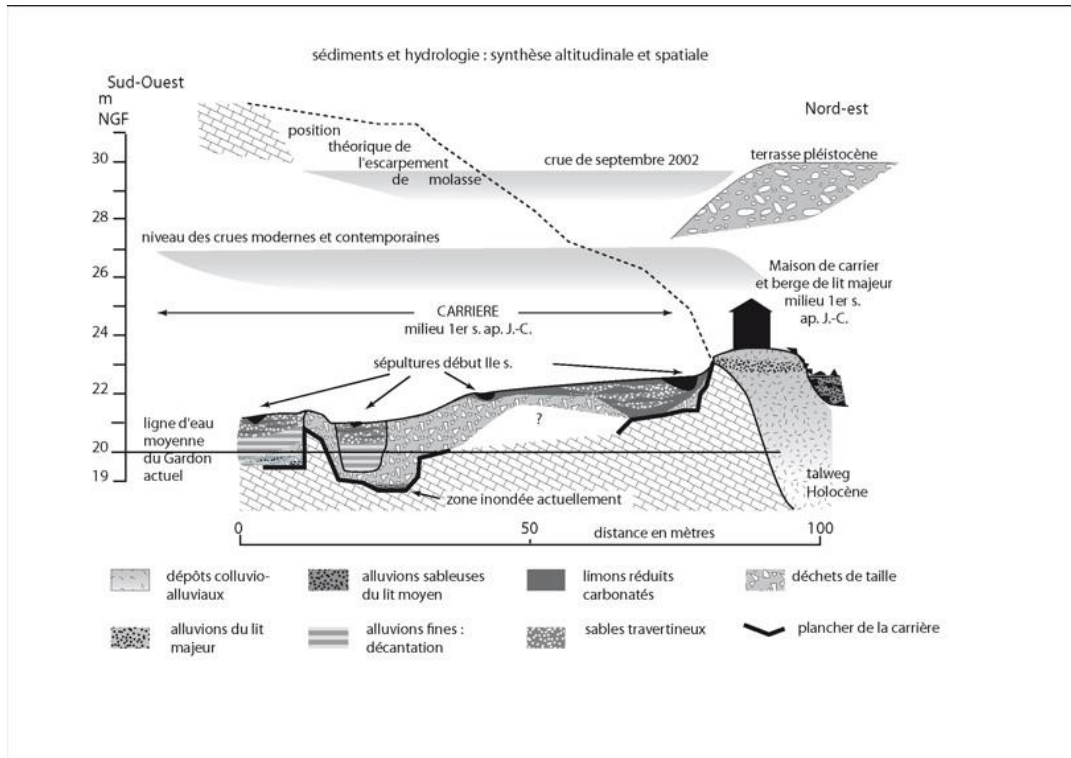


Figure 4 : Coupe synthétique altitudinale et spatiale du site de l'Estel sud (1^{er} siècle). (Hélène Bruneton, 2002, Vacca-Goutoulli M., Bruneton H, 2004.

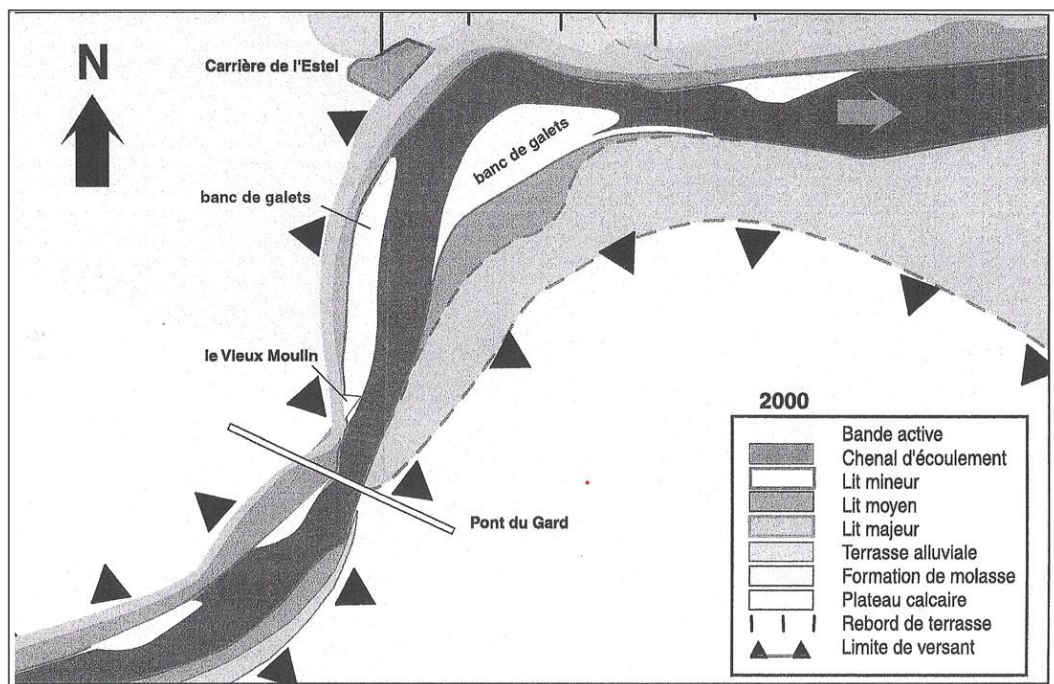


Figure 5 : La bande active du Gardon au niveau du Pont du Gard et du site de l'Estel. Etude géomorphologique du lit mineur de la rivière. Emanuel Ribes, document extrait du mémoire de DEA, sous la direction de Mireille Provansal ; professeur, CEREGE (Aix-en-Provence, 2001. Université Aix-Marseille.

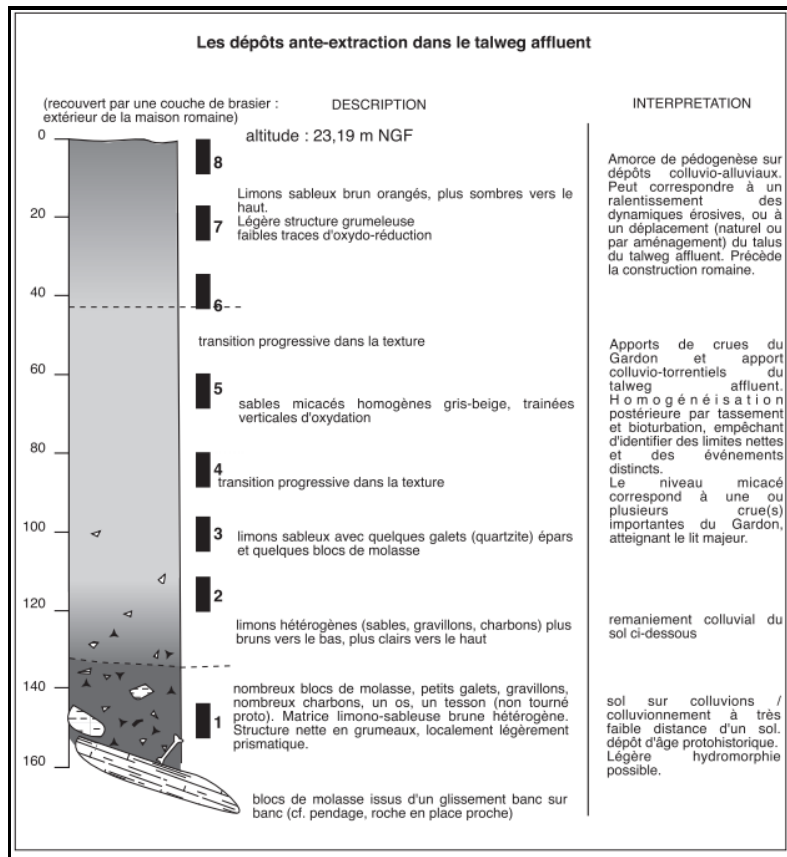


Figure 6 : hydromorphologie antérieure à l'extraction antique initiale. Coupe effectuée sous les fondations de la dernière maison de carrier à l'est de l'habitat en lanière, milieu du 1^{er} siècle (Bruneton, 2002), Vacca-Goutoulli M., Bruneton H, 2004.



Figure 7: le Gardon et le Pont du Gard, vue aérienne. Le parement aval du monument pendant la crue millénale de septembre 2002. (Cliché Midi-Libre, 2002).



Figure 8 : Carrière de l'Estel, le 14 septembre 2002 après la crue millénaire des 8 et 9 septembre 2002, vue prise du nord. Au premier plan, l'espace de l'habitat des carriers. (Cliché Lydiane Estève EPCC Pont du Gard, 2002).

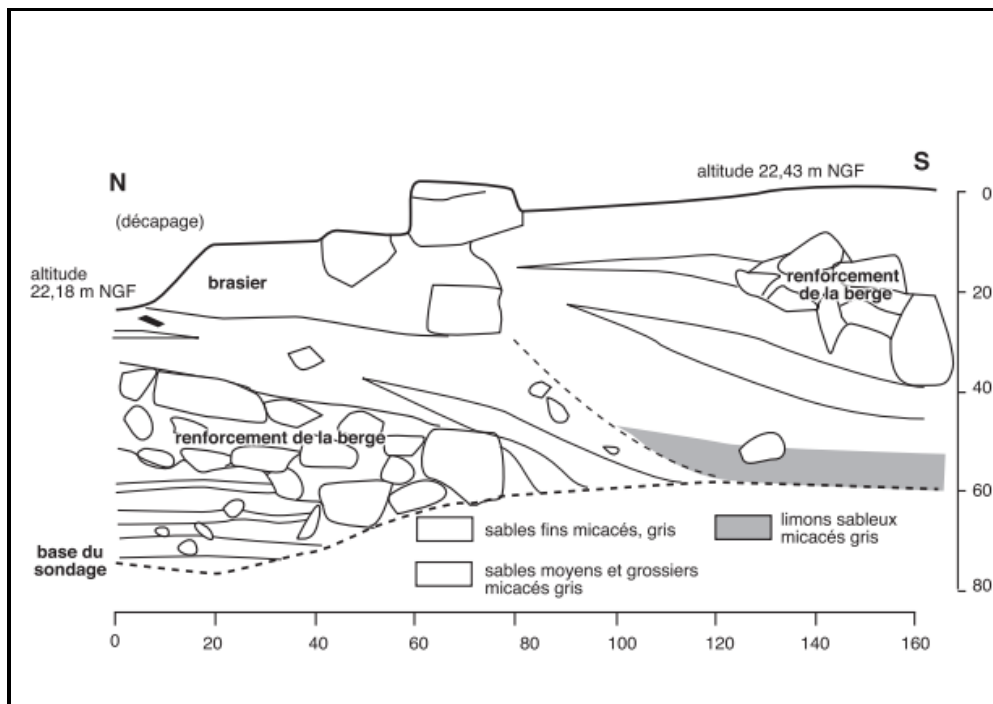


Figure 9 : À l'aval et en contre-bas de l'habitat de carriers, coupe de la berge du lit majeur du Gardon, au confluent avec Font Grasse. Renforcements successifs de la berge avec des déchets de l'extraction initiale, le talus de la berge est progressivement repoussé vers le sud/sud-est. (Coupe : Bruneton, 2002), Vacca-Goutoulli, M., Bruneton H, 2004



Figure 10 : Au premier plan, les sols inondés par les eaux d'infiltration du Gardon, sont datés de la reprise de l'extraction de la fin du 1^{er} siècle. Au-dessus, sol d'abandon de l'extraction initiale antique en raison du même phénomène de remontée d'eau. Au second plan, la laisse de carrière sud-est appartient à la structure d'ancrage de la digue à l'arrière-plan, partiellement dégagée. Cliché Afan, 2000.



Figure 11 : vue satellitaire de l'Estel sud. Malgré l'envahissement des sols de la carrière par les limons apportés par les crues majeures du Gardon en 2002, 2009 et 2014, les grandes lignes des limites de l'exploitation diachronique de la carrière apparaissent sur cette vue satellitaire. La digue longitudinale antique, montre l'apparition des formes sous-jacentes de laisses de carrière, révélées par la végétation de la ripisylve conservée (Google Earth Estel 2018).



Figure 12 : La structure du comblement du chemin d'accès à la reprise d'exploitation accumulé pendant quelques décennies. Les fosses de crémation sont creusées dans ces niveaux. (Cliché Afan, 2000), Vacca-Goutoulli, 2001.

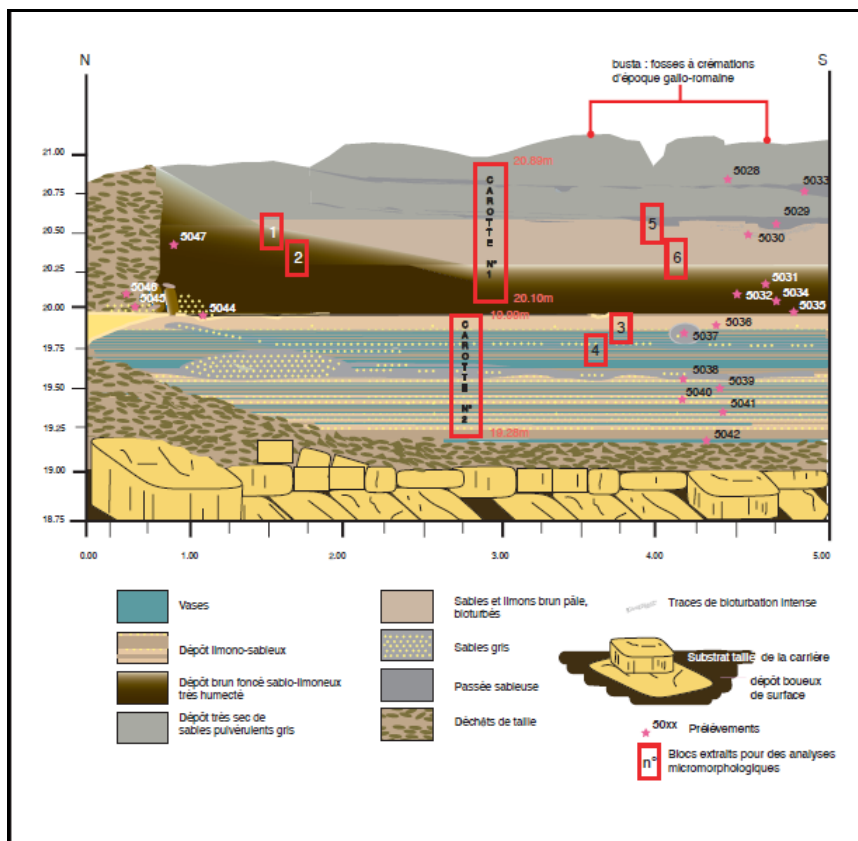


Figure 13 : Coupe du remplissage du chemin d'accès à la reprise de l'exploitation dans la seconde moitié du I^{er} siècle. (Pascale Chevillot, Inrap 2001, infographie : Ribes, 2001), Vacca-Goutoulli, 2002.

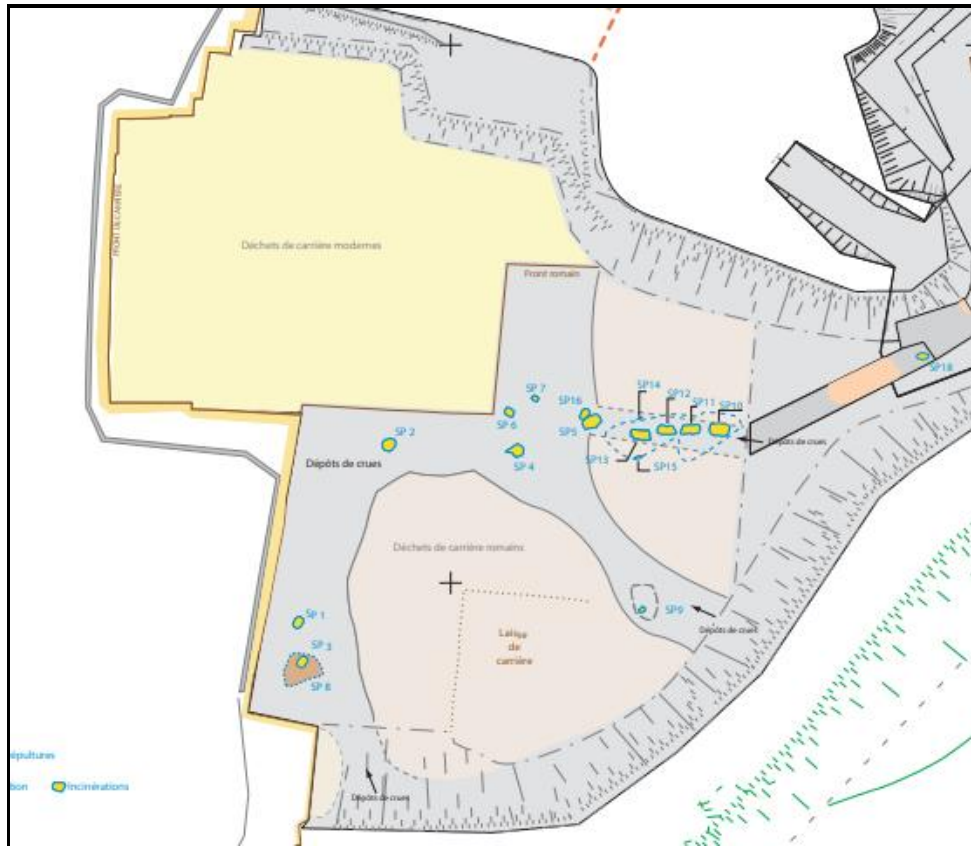


Figure 14 : Plan de l'implantation des principales tombes à incinération primaire. Zones d'affaiblissement de la digue au sud-ouest et au sud-est de part et d'autre de la laisse de carrière Sud-est (Topographie : O. Senoun, Afan 1998, V. Vachon, Afan 2000, Inrap 2001 à 2002, Infographie : V. Vachon, Inrap 2002), Vacca-Goutoulli, 2006.



Figure 15 : Fosse n° 7506, Sépulture SP 14 (Cliché V. Bel, Afan, 2000), Vacca-Goutoulli, 2001

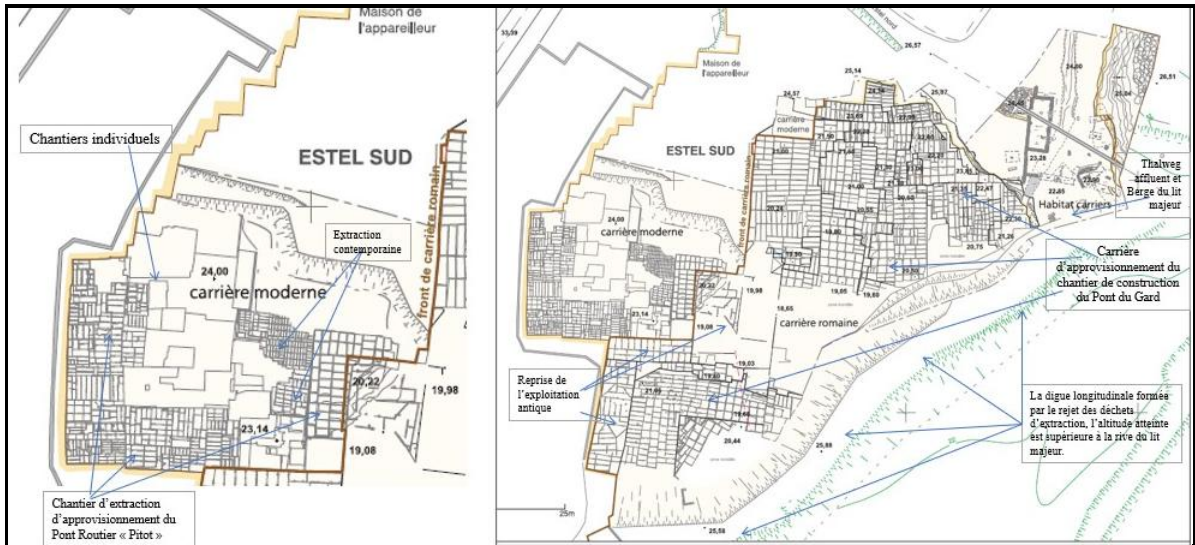


Figure 16 : répartition spatiale des séquences d'exploitations de la pierre de taille, du 1^{er} siècle à 1950. À noter, le front de taille d'abandon de l'exploitation antique. L'habitat des carriers, contemporain de la carrière antique initiale, est installé sur le comblement protohistorique du thalweg de Font Grasse au nord du site. (Topographie, infographie, V. Vachon, Inrap, 2002 ; Vacca-Goutoulli, 2006.

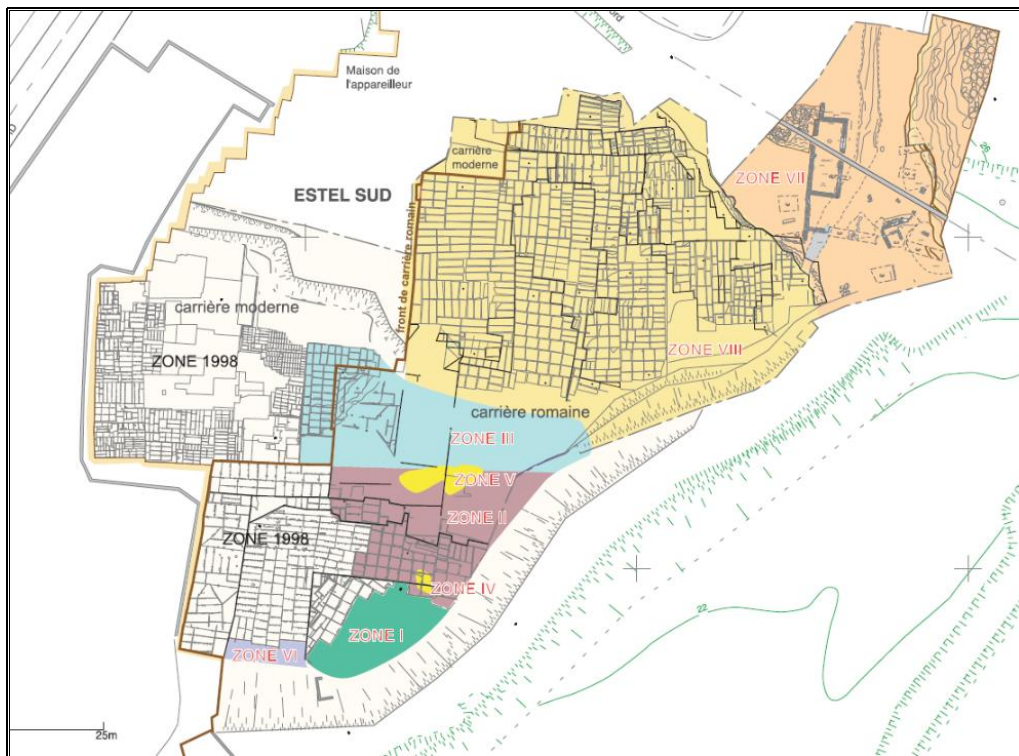


Figure 17 : Numérotation des zones. La zone V représente partiellement l'espace funéraire. L'ensemble de la nécropole, est reporté infra, dans la figure 36. (Vachon, Inrap, 2002) ; Vacca-Goutoulli, 2006.

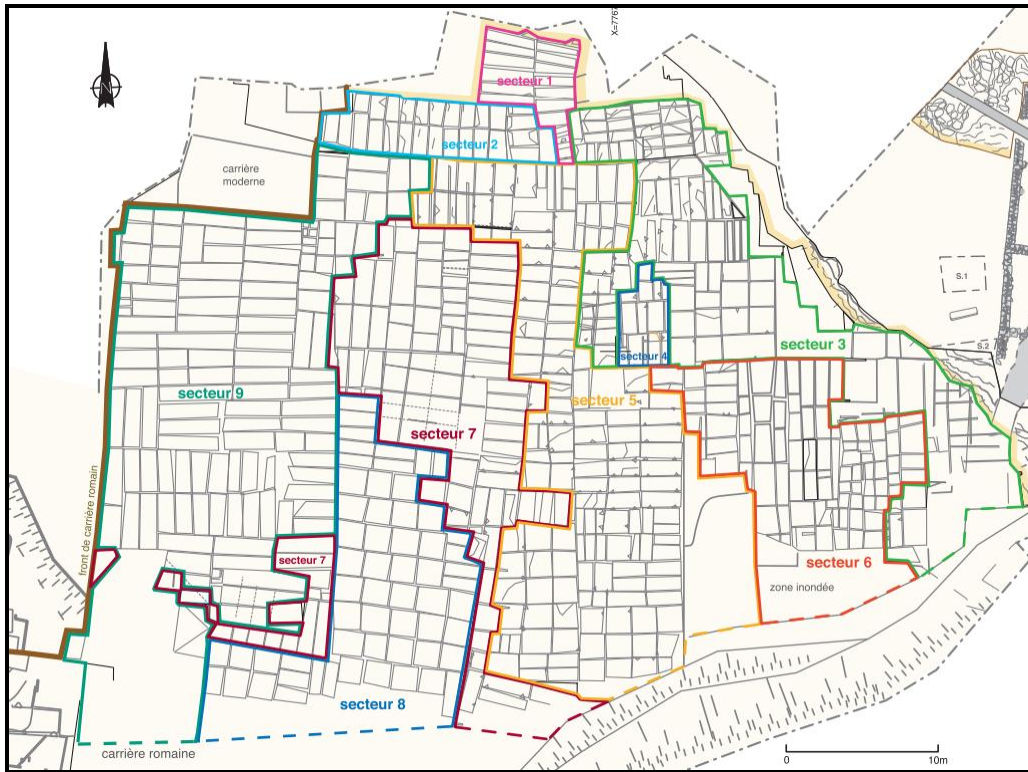


Figure 18: Zone VIII : Exemple d'un découpage en secteurs de cette zone, après identification des entités d'extraction. Les formes respectent les calepinages et tiennent compte des impératifs d'une extraction destinée à un niveau architectural particulier imposant un nombre de blocs précis. On notera la régularité et l'étroitesse des tranchées de lavage. (Levé topographique et DAO, Véronique Vachon, Inrap, 2002), Vacca-Goutoulli, 2006.

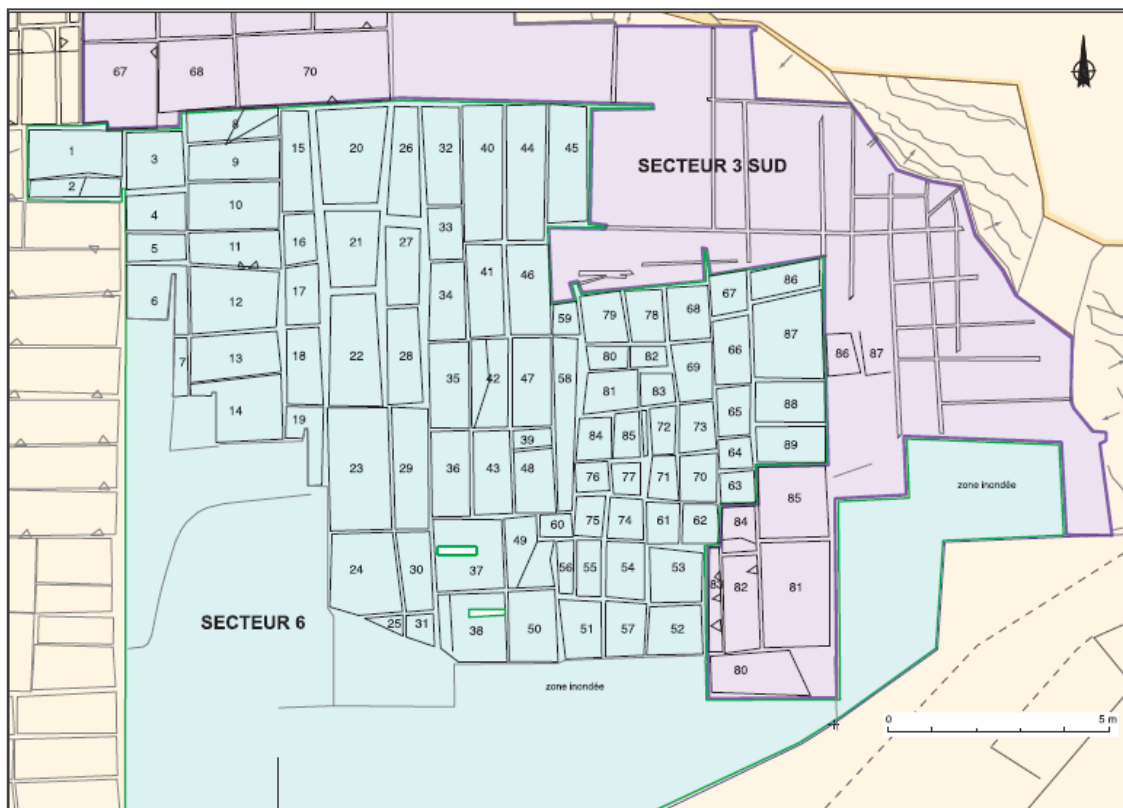


Figure 19 : Zone VIII, secteur 6. Exemple de l'enregistrement topographique des blocs d'un secteur et numérotation des blocs (Levé topographique, infographie : V. Vachon, Inrap, 2002), Vacca-Goutoulli, 2006.

SITUATION	Carrière	Estel Sud	Estel Sud	Estel Sud	Estel Sud	Estel Sud	Estel Sud	Estel Sud	Estel Sud	Estel Sud
Zone		VIII	VIII	VIII	VIII	VIII	VIII	VIII	VIII	VIII
Secteur		1	1	1	1	1	1	1	1	1
Unité		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Enregistrement	Numéro de fiche	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	N° fiche terrain	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DIMENSIONS	Longueur cm	97 cons.	99 cons.	103	103 cons.	203	263	259	263	269
moennes	Largeur cm	25 cons.	51	78	65	100	63/78	86/89	71	99
générales	Hauteur cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TRANCHÉES	Largeur cm	5 à 7	-	-	7	7,5	7	5	-	7,5
ET IMPACTS	Dép. cm	/	-	-	-	-	-	-	-	-
de l'outil de	Forme de l'outil	□	-	-	V	M	V	M	V	V
creusement	Larg/diam. mm	-	-	-	1,5	2,6	1	2,5	1,5	1,5
formes et	Esp. joints mm	3/4,5	-	-	2,5	3	2,5	3,5	4,5	3,5
dimensions	Esp. sillons mm	-	-	-	2,8	2,5	2,5	1,2	-	3,5
des traces	Qualité A à D	B	B	B	B	C	B	B	B	B
EMBOITURES	Long. nombre	-	-	1 cons.	1 cons.	3 cons.	5	2 cons.	5	-
position	Larg. nombre	-	-	-	-	-	-	-	-	-
nombre	Haut. nombre	-	-	-	-	-	-	-	-	-
forme	Forme	-	-	↙	↙	↙	↙	↙	↙	-
particularité	Largeur cm	-	-	18	11	16	10	7/11	5,5	-
dimensions	Profondeur cm	-	-	16	11,5	16	15	12	17	-
espacement	épaisseur cm	-	-	3,5	2,3	3	2	3,5/6,5	4,5	-
	Esp. emboît. cm	-	-	-	-	23	12/63	44	40	-
RECTIFICATIONS	aux coins	-	-	-	-	-	-	-	-	-
du sol	à l'escoûde	-	-	-	-	-	-	-	-	-
après	au pic	-	oui	-	oui	-	-	oui	-	-
l'extraction	autres	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PROGRESSION	Sens pendage	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Extraction	Sens extraction	SN	SN	SN	SN	SN	SN	SN	SN	SN
IRREG. EXTRACT	Hauteur cm	-	-	-	-	9+	8+	6,5+	-	-
JOINT DE STRATIFICATION		oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
DEFAUTS	Intégrés	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NATURELS	Non intégrés	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OBJET PROBABLE		bloc	bloc	bloc	bloc	bloc	bloc	bloc	bloc	bloc
Encoche	nbre/situation	-	-	-	-	-	-	-	-	-
de	Dimensions	-	-	-	-	-	-	-	-	-
levage	épais. Cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Figure 20 : Exemple d'une fiche d'enregistrement des signes techniques observés sur le sol de la zone VIII, secteur I, (rédaction de la fiche : (Vacca-Goutoulli, 2002), dans Vacca-Goutoulli, 2006.



Figure 21 : Vue de détail de la voûte de l'arche majeure du deuxième étage d'arches du Pont-du-Gard. L'agencement précis et soigné des voussoirs, la finesse des joints, la tenue d'arête et la qualité des adoucis dans les moulures, caractérisent une pierre au grain fin et régulier. Sur la clé, bas-relief représentant sans doute un tailleur de pierre. (Cliché Cap Sud-ouest).



Figure 22 : Zone VIII, secteur 5. La qualité de la pierre de taille apparaît dans la netteté des traces d'outil mettant en évidence une tenue d'arête de qualité. Les dépassements des tranchées de havage entaillant profondément le sol d'extraction, signifient l'intention d'abandon de l'exploitation des niveaux inférieurs (Cliché Inrap, 2002), Vacca-Goutoulli, 2006).

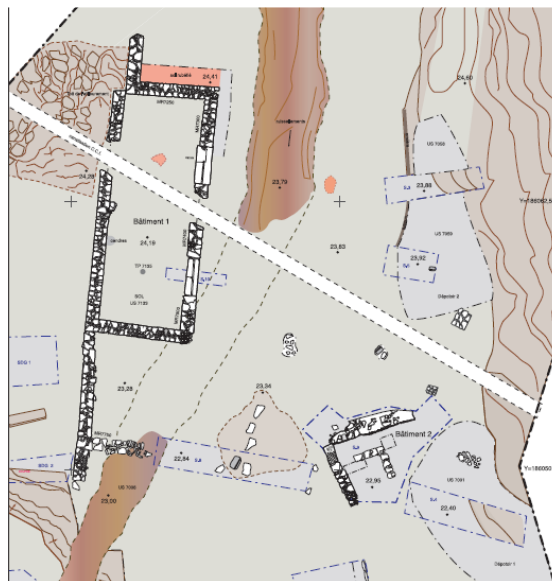


Figure 23 : Zone VII : le thalweg de Font Grasse : L'habitat de carriers contemporain de la construction de l'aqueduc de Nîmes, et vestiges attribués à des occupations ultérieures tels que : ornière de la fin du 1^{er} siècle et atelier du premier quart du II^e siècle. En 2001 le drainage de la source Font de Dringues, entraînait la pose intempestive d'un conduit qui a traversé la zone VII et les maisons. (Topographie, Infographie V. Vachon, 2002) Vacca-Goutoulli, 2006.



Figure 24 : les maisons de carriers antiques, exploitation initiale de la carrière de l'Estel sud. Vue prise du nord. Canalisation de drainage de la source affluente de Font de Dringues, en rive droite. Cliché Inrap, 2001



Figure 25 : Zone VIII, secteur 3. La carrière de l'Estel sud : les traces techniques de l'exploitation initiale : la qualité du tracé des blocs capables, la régularité des tranchées de havage, le soin apporté au creusement des emboitures. Cliché Inrap, 2002,



Figure 26 : Vue sur le comblement de la carrière antique initiale par les déchets d'extraction, Présence du rejet de la découverte en contact avec les sols de carrière épuisés et déchets d'extraction remaniés par des infiltrations d'eau, avec ensuite, le rejet de nouveaux déchets d'extraction (Cliché Inrap, 2000), Vacca-Goutoulli, 2001.



Figure 27 : Vue de la carrière antique initiale. Visualisation de la progression méthodique de l'exploitation à partir du toit de l'affleurement présent au premier plan à droite et la protection de l'aire d'extraction par l'élévation de la digue longitudinale à l'est/nord-est jusqu'au sud-est le long de la rive gauche du Gardon. (Cliché Inrap 2002) Vacca-Goutoulli, 2006.

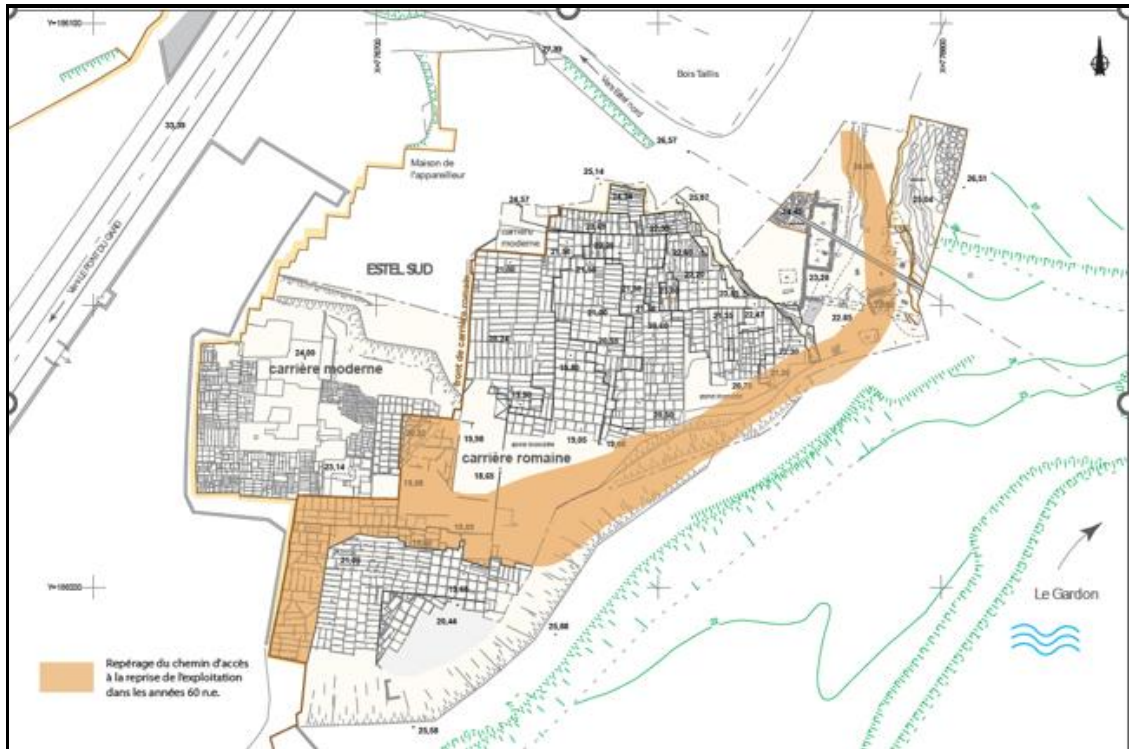


Figure 28 : Le chemin d'accès et les sols de la reprise d'exploitation (seconde moitié du 1^{er} siècle). La reprise de l'exploitation a été réalisée en saison sèche, l'altitude des sols est de l'ordre de 18 mètres NGF, soit le niveau d'étiage relevé en juin/juillet /2001 DAO V. Vachon, Inrap, 2002),



Figure 29 : Blocs de petit appareil mêlés à des déchets d'extraction, rejetés sur le bord du chemin de la reprise de l'exploitation au dernier quart du 1^{er} siècle. L'Estel 2001- Taille effectuée à partir de blocs de grand appareil et de dimensions hétérogènes correspondant à la reprise de l'exploitation du dernier quart du 1^{er} siècle. Cliché Inrap 2001, Vacca Goutoulli 2006



Figure 30 : La carrière moderne : extraction en fosse de modules différents destinés à des encadrements de baies, piédroits, linteaux, de seuils ou appuis de baies. (Cliché Afan, 1998, Vacca-Goutoulli, 1999).



Figure 31 : La maison de l'appareilleur. L'entrée du niveau inférieur est protégée des crues par un seuil surélevé. Apé rupestre. (Cliché Inrap, 2002), Vacca-Goutoulli, 2006.



Figure 32 : Ce document conservé aux Archives Départementales de l'Hérault, sous la cote C 12277-1, joint à un devis établi par Henri Pitot en mars 1743, mentionne la situation de la carrière de l'Estel sud et des sources, Font de Dringues, Font Grasse. La carrière de l'Estel sud est indiquée sur cette carte. Pitot, 1743, Adjudications du 3 avril 1743 ADH, C 12277 (États, 3563).



Figure 33: Carrière moderne. Murets destinés à contenir les déchets d'extraction. La terrasse édifée de cette façon, facilite la manutention des blocs et leur embarquement sur des charriots. (Cliché Afan, 1998, Vacca-Goutoulli, 1999).



Figure 34: Carrière moderne de l'Estel sud. La partie haute des fronts de taille et le sol au premier plan, correspondent à la carrière d'approvisionnement du pont routier, la partie inférieure concerne la réouverture de chantiers de faibles volumes qui reprennent les sols de l'exploitation antérieure. (Cliché Inrap, 2002, Vacca-Goutoulli, 2006).



Figure 35 : Vue du site de l'Estel sud prise depuis la rive droite du Gardon. On note sur ce cliché la digue qui protège encore à ce jour l'espace de la carrière en dépit des crues majeures qui ont envahi la carrière depuis l'Antiquité, (Cliché Free-fragarrigues40, décembre 2012).

Table des matières

Introduction	1
1 La position topographique de la carrière.....	3
1.1 Les dynamiques hydrologiques antiques	3
1.2 Le risque fluvial antique	3
1.2.1 Les laisses de Carrière et leur fonction.....	4
1.2.2 L'hydromorphologie du site au début du II ^{ème} siècle.....	5
1.2.3 L'espace funéraire.....	5
<input type="checkbox"/> Un petit bâtiment artisanal.....	6
2 La carrière de l'Estel sud	6
2.1 L'exploitation Antique de la pierre de taille.....	6
2.1.1 L'enregistrement des traces techniques d'extraction de pierre de taille.....	7
2.2 La pierre de l'Estel sud : l'enjeu de son exploitation.....	7
2.2.1 Les caractéristiques physiques et techniques de la pierre de l'Estel	8
2.3 L'approvisionnement du chantier de construction au 1 ^{er} siècle	9
2.3.1 La carrière antique initiale.....	9
<input type="checkbox"/> Un habitat de carriers.....	9
<input type="checkbox"/> Les techniques d'extraction des blocs de grand appareil.....	9
2.3.2 Les outils et leur fonction	10
<input type="checkbox"/> La fin de l'exploitation initiale	11
2.3.3 La manutention et le transport des matériaux	11
2.4 La reprise de l'exploitation dans la seconde moitié du I ^{er} siècle.....	11
2.4.1 Le cadre technique de la reprise d'exploitation	12
<input type="checkbox"/> L'accès aux fronts de taille, le transport des matériaux	12
<input type="checkbox"/> Les caractéristiques techniques de cette exploitation	12
<input type="checkbox"/> Un atelier de taille de moellons de petit appareil.....	12
<input type="checkbox"/> La fin de l'exploitation antique.....	12
3 La carrière moderne et contemporaine.....	13
<input type="checkbox"/> La carrière du « Bois de l'Etoilles »	13
3.1 L'extraction moderne : les petits chantiers	13
<input type="checkbox"/> L'appareilleur et « la maison de l'appareilleur »	14
3.2 1743, l'approvisionnement du chantier du pont routier	14
<input type="checkbox"/> 1743 – Les crues du Gardon	15
3.2.1 L'exploitation des blocs de grand appareil du « Pont Pitot ».....	16
3.3 L'exploitation contemporaine : XIX ^e XX ^e siècles	17
<input type="checkbox"/> La carrière Reymond	17
<input type="checkbox"/> Structures annexes à la carrière	17
Conclusion.....	17
Bibliographie.....	20
Table des illustrations	23
Illustrations.....	25
Table des matières	42

