



Le Pont Simian à Fontvieille : étude géo-archéologique d'un pont-aqueduc

Peter Bellamy, Jean-Louis Ballais, Bruce Hitchner, Maurice Jorda

► To cite this version:

Peter Bellamy, Jean-Louis Ballais, Bruce Hitchner, Maurice Jorda. Le Pont Simian à Fontvieille : étude géo-archéologique d'un pont-aqueduc. Milieu et sociétés dans la Vallée des Baux, pp.25-38, 2000. hal-01569155

HAL Id: hal-01569155

<https://amu.hal.science/hal-01569155>

Submitted on 10 Aug 2017

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.

LE PONT SIMIAN À FONTVIEILLE : ÉTUDE GÉO-ARCHÉOLOGIQUE D'UN PONT-AQUEDUC

Peter BELLAMY* et Jean-Louis BALLAIS**
avec la collaboration de Bruce HITCHNER*** et de Maurice JORDA****

Le Pont Simian est situé à 1,5 km au sud de Fontvieille, sur le versant sud des Défends de Sousteyran au lieu dit « Vallons des Raymonds » (coordonnées Lambert : X 790,380, Y 3159,450), un peu à l'est de la plaine inondable du Rhône (fig. 1). C'est un des petits ponts par lesquels la branche nord de l'aqueduc d'Arles franchissait les vallons entaillant la colline des Défends de Sousteyran. Venant de Saint Rémy (Grenier 1960 : 79-82), l'ouvrage contournait les Alpilles par l'ouest et traversait à Barbegal l'obstacle majeur de la vallée des Baux, 2 km plus à l'est. Ce pont a fait l'objet d'une étude archéologique détaillée. Il a été également le point de départ d'une recherche micro-régionale centrée sur un vallon, le vallon de Simian, qui s'écoule vers la vallée des Baux (fig. 2). Cette recherche géoarchéologique méritait une publication auto-

nome¹. L'ouvrage antique, puis les fragments de maçonnerie issus de sa destruction partielle ont scellé des sédiments et déterminé la formation d'un barrage qui a bloqué les apports colluviaux et alluviaux dans le talweg. L'étude de ces sédiments contribue à notre compréhension de l'histoire de la morphogenèse dans le vallon et à la reconstitution de l'environnement antique ainsi que des processus liés à la gestion du sol. Le travail effectué dans le vallon de Simian s'inscrit dans une étude plus large des relations entre archéologie et environnement dans la région au cœur de laquelle se situe la vallée des Baux qui a fait l'objet d'un vaste programme de fouilles et de sondages dont l'un des buts était de reconstituer l'histoire sédimentaire (Leveau 1993). En même temps, la morphogenèse était étudiée sur le piémont des Alpilles (Ballais *et al.* 1993).

* Dorchester, G.B.

** Professeur de Géographie Physique, UFR Géographie et Aménagement, Université de Provence, Aix-en-Provence.

*** Professeur d'Histoire, Université de Dayton.

**** Maître de Conférences de Géographie, UFR Géographie et Aménagement, Université de Provence, Aix-en-Provence.

¹ Intégrée dans les fouilles programmées sur l'aqueduc d'Arles dirigées par Ph. Leveau (Université de Provence), la fouille du pont Simian a été réalisée en 1991-1992 par une équipe archéologique sous la direction de R.B. Hitchner (University of Dayton, USA). Les géomorphologues, J.-L. Ballais et M. Jorda (Université de Provence), ont collaboré à l'étude environnementale. Les analyses ont été effectuées par D. Sistach-Jantsch au Laboratoire de géographie physique de l'Université de Provence. Les opérations de fouille ont été financées par la National Geographic Society, l'Université de Dayton et la Sous-Direction de l'Archéologie Le CAGEP-URA 903 CNRS (Université de Provence) a assuré les analyses.

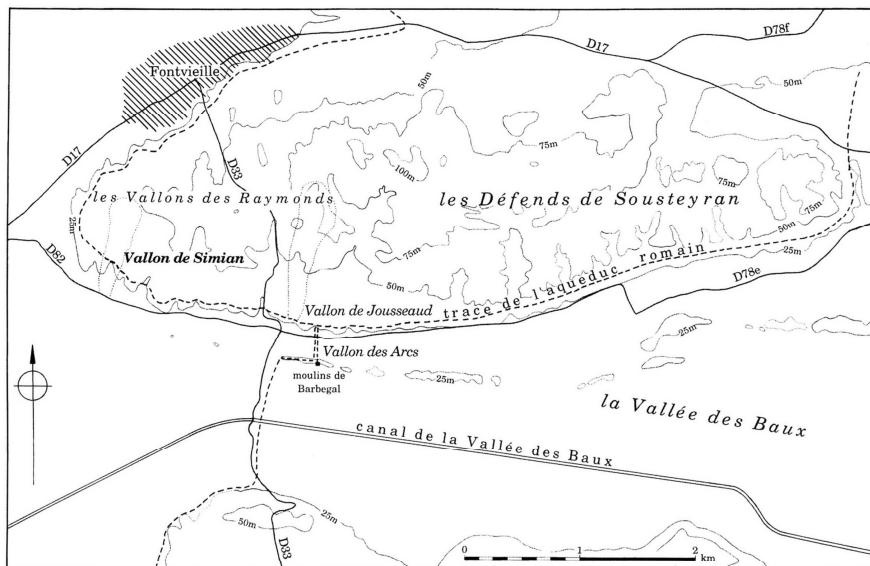


Fig. 1.
Les Defends de
Sousteyran et la région
de Barbegal.

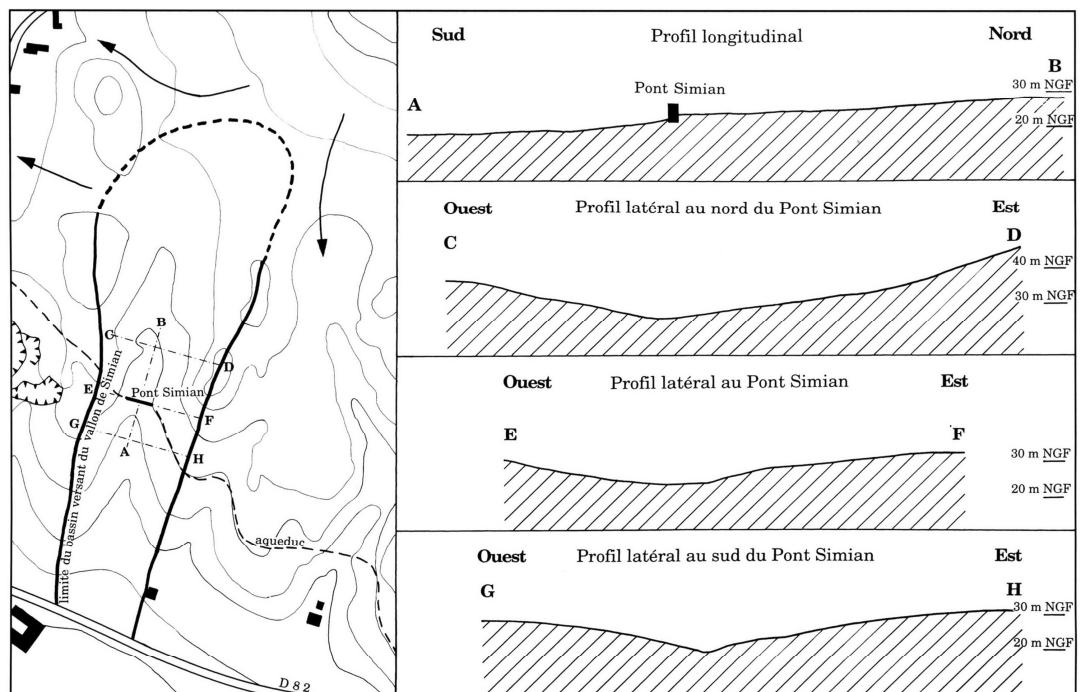


Fig. 2. Le vallon de Simian : extension du bassin versant et profils du vallon.

L'étude du vallon de Simian peut se comparer à celle effectuée dans le vallon de Jousseaud, situé 1,7 km à l'est, où un pont de l'aqueduc effondré a piégé une grande quantité de sédiments (Leveau 1993 : 503; Ballais *et al.* 1993 : 533).

MÉTHODOLOGIE

Les recherches archéologiques avaient pour but de répondre à des questions d'ordre architectural. En conséquence, la plupart des sondages ont été effectués au pied du pont pour mettre en évidence les fondations. Cependant, nous avons conservé une partie de la stratigraphie directement en liaison avec les structures et n'avons donc pas élargi les sondages à toute la longueur du pont. L'emplacement des sondages est indiqué sur la figure 3. Les sondages E, F, H et I ont été creusés à l'aide d'une pelle mécanique et les unités stratigraphiques ont été enregistrées uniquement à partir de la coupe. Les sondages A, B, D et G ont fait l'objet d'une fouille manuelle dont nous espérons des données chronologiques.

En fonction de leur position topographique et stratigraphique, certaines coupes stratigraphiques ont fait l'objet d'observations d'ordre géomorphologique et de prélèvements d'échantillons (fig. 3).

DESCRIPTION DU VALLON DE SIMIAN

Le vallon de Simian est un petit vallon dans la partie ouest des Vallons des Raymonds, à l'extrémité occidentale des Défends de Sousteyran, petit chaînon « satellite » du chaînon des Alpilles (fig. 2). Cet anticlinal, orienté est-ouest, est constitué presqu'entièrement par les calcaires et calcaires marneux hauteriviens et les calcarénites blanches burdigaliennes (molasse ou « pierre de Fontvieille ») discordantes sur le versant nord. Le secteur ouest de ce chaînon présente une topographie irrégulière caractérisée par une série de buttes qui atteignent l'altitude maximale de 75 m et un versant nord en pente douce. Plus incliné, le versant sud est disséqué par un ensemble de talwegs

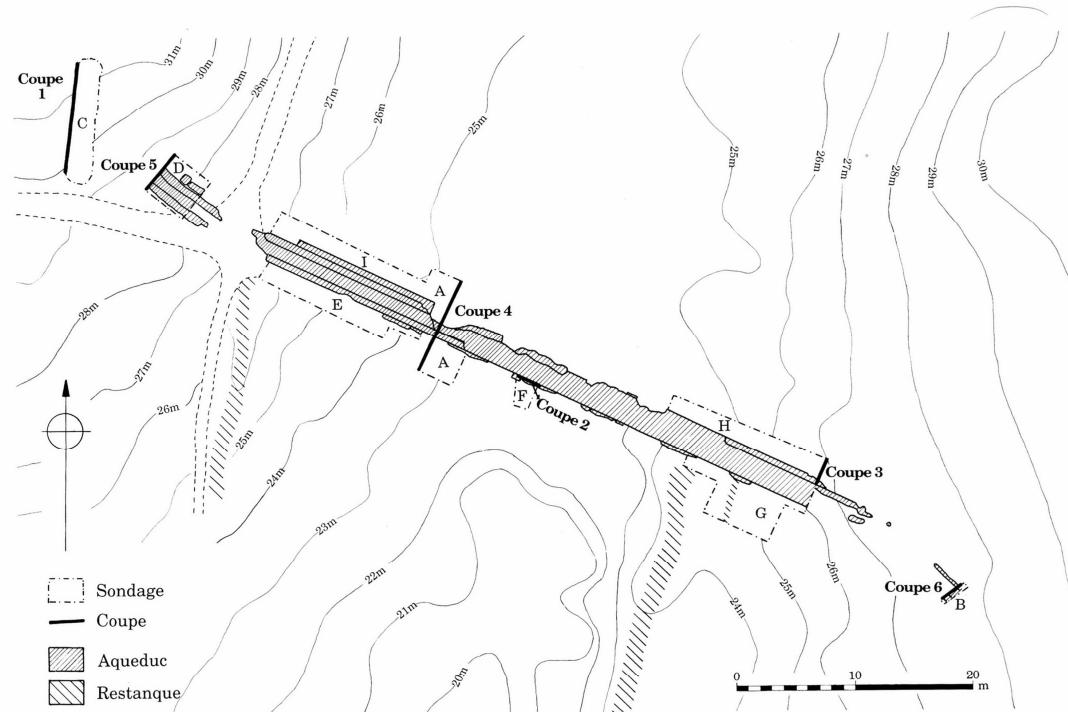


Fig. 3. Le pont Simian et la localisation des sondages et des coupes.

tributaires de la Vallée des Baux. La formation végétale dominante est la garrigue, mais la roche nue affleure par endroits. Sur le versant nord surtout, mais également dans les vallons du sud, la présence de sols permet la culture de l'olivier.

Le vallon de Simian s'allonge sur 800 m au nord de la route D 82 qui en marque la limite méridionale (fig. 2 et 3). Large de 130 m environ, il présente un fond relativement plat bordé par des versants à peu près symétriques d'environ 10 m de hauteur, moins raides vers le sud.

Dans sa forme actuelle, le vallon résulte, en partie, de l'exploitation agricole récente. Le fond aplani du talweg est organisé en terrasses plantées d'oliveraies perpendiculaires à son axe. Situé vers l'aval aux deux tiers du vallon, le Pont Simian limite la terrasse méridionale. Sur la plus grande partie de sa longueur, des restanques délimitent ses flancs. Généralement, elles sont constituées par des amas de pierres. Aucune structure n'est apparente, mais étant donnée l'absence actuelle d'entretien, il se peut que la structure originelle soit masquée par des glissements de terrain, la végétation ou l'effondrement de la partie supérieure des murs. Ces restanques contiennent essentiellement des fragments du substrat rocheux local et de pierres de construction calcaires. De dimensions parfois importantes, ces dernières sont souvent associées à des débris de constructions modernes, en particulier vers l'extrémité nord du vallon. L'absence d'éléments de construction appartenant primitivelement à l'aqueduc et la localisation de ces débris permettent de penser qu'ils proviennent de constructions des environs de Fontvieille sur le versant nord des Vallons des Raymonds. Un chemin, partiellement défini par un mur de restanque sur son côté ouest, longe le bord ouest du vallon. Mis à part l'aqueduc, aucune structure antique n'a été identifiée aux abords immédiats du vallon (Gazenbeek 1995).

Sur les versants, le sol est constitué de rendzine limoneuse d'une épaisseur d'environ 20 cm (cf. coupe n° 1, fig. 3). Au fond du vallon, l'épaisseur du sol varie : elle est plus importante à l'arrière des murs de terrasse barrant le vallon. Ce sol contient une grande quantité de fragments issus du substrat rocheux : leur fréquence augmente vers l'aval du vallon. Au sud du pont-aqueduc la présence de fragments de molasse s'explique par la destruction de l'aqueduc.

L'extension du bassin versant du vallon est représentée sur la figure 2. Il ne s'agit pas d'un système aquifère fermé puisque l'eau est aussi drainée vers l'ouest et vers le sud-est, à l'amont du vallon. Il n'existe pas de source permanente dans le vallon et actuellement nous ne disposons pas de données indiquant la présence d'écoulements saisonniers. Dans la partie amont du vallon, le modelé du fond semble indiquer que l'eau s'écoulerait sur le bord occidental. Avant les fouilles, nous avons

observé des traces d'érosion en rigoles sous les arcs, aux extrémités est et ouest du pont. Au sud de ce pont, la partie la plus basse du vallon est localisée le long du côté est.

LE PONT-AQUEDUC, UN JALON CHRONOLOGIQUE DE LA MORPHOGÉNÈSE DU VALLON

Le pont Simian mesure environ 48 m de longueur pour une élévation conservée de 6 m de hauteur. Une partie du canal subsiste à son extrémité occidentale. Pour notre propos qui porte sur l'histoire géomorphologique du vallon, les données archéologiques servent seulement de marqueur chronologique. Nous ne discuterons donc pas les détails des phases correspondant au fonctionnement de l'aqueduc et nous nous bornerons à distinguer deux périodes principales. La première correspond à la construction et à la réfection des élévations du pont, la seconde correspond à l'obstruction des arches et elle va jusqu'à l'époque actuelle.

Durant la première période, l'aqueduc est en service. Quatre phases ont été identifiées (fig. 4), sans tenir compte de nombreuses restaurations :

1 – Construction du pont en grand appareil. En l'absence d'indice chronologique permettant d'en dater la construction, on adoptera celle qui a été proposée pour la phase initiale du pont du vallon des Arcs (Leveau 1993 : 495) : l'époque augustéenne.

2 – Une première réfection a porté sur l'extrémité orientale. Aucun indice chronologique ne permet encore de la dater.

3 – La réfection de l'extrémité occidentale a suivi. Nous la supposons postérieure à la précédente car elle ne contient pas les assises alternées caractéristiques de celles-ci.

4 – Renforcement du pont. Cette phase est clairement postérieure aux autres. Au vallon des Arcs, les dernières phases de construction de l'aqueduc sont datées du quatrième siècle (Leveau 1993 : 495) et une datation similaire est également vraisemblable pour le pont Simian.

La seconde période correspond à l'obstruction des arches. L'arche occidentale a été fermée par un muret en pierres sèches (coupe 4), les autres par des blocs en grand appareil placés avec soin. L'utilisation des grands blocs, plutôt que des moellons, semble indiquer que le revêtement en petit appareil était tombé et que les moellons ont été recouverts avant l'obstruction des arches. La chronologie exacte de ces opérations nous échappe. Nous ne savons pas quand les obstructions ont été construites ni si toutes ont été faites en même temps. La construction du mur dans l'arche occidentale est différente des autres et indique peut-

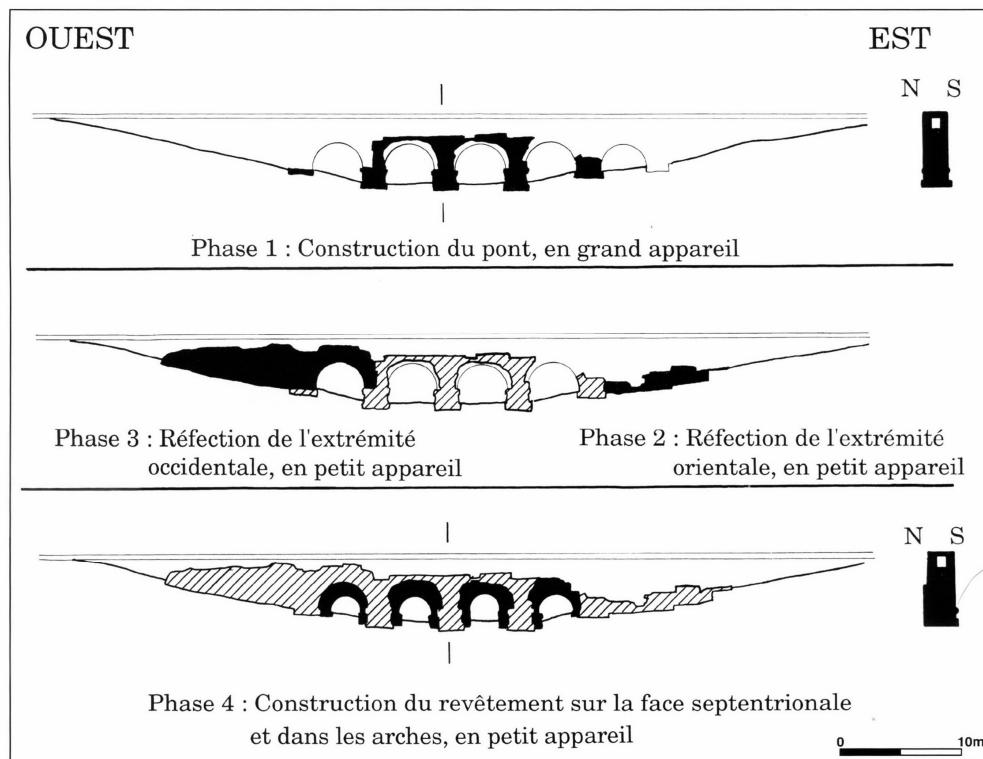


Fig. 4.
Le pont
Simian :
les phases de
construction.

être une date différente. Quelle que soit la date des obstructions, il est évident que l'ablation du sol a posé un problème. Vraisemblablement, elles ont été construites en même temps que les restanques dans le vallon, au XVIII^e ou au XIX^e s.

LES FORMATIONS SUPERFICIELLES ANTÉRIEURES À L'AQUEDUC

Deux coupes (fig. 3, coupes 1 et 2) ont été effectuées à la pelle mécanique pour mettre au jour des formations superficielles antérieures à l'aqueduc et préciser la nature des remplissages détritiques du vallon au moment de la construction du pont-aqueduc. Leur observation est complétée par celle de la coupe 3 qui intéresse l'ensemble de la stratigraphie.

Le substrat rocheux a été atteint de même que dans la plupart des sondages. La roche y apparaît très fissurée, sa surface est érodée et recouverte par une couche de fragments de calcaire dans une matrice argileuse brun-rouge. Cette couche, très mince sur les flancs du vallon, est plus épaisse au fond. Elle n'a pas été fouillée et n'est pas figurée sur les coupes illustrées.

Coupe 1

Longue de 11 m, la coupe 1 est située à l'ouest du pont (fig. 3). Elle a été ouverte dans le but de reconnaître le contact entre le substrat et les formations superficielles. Au nord, elle a atteint le substrat gréseux au pied duquel, sur 2 m d'épaisseur, sont accumulés des blocs et des cailloux de grès anguleux, à pente peu nette vers le sud, localement sans matrice, mais le plus souvent enrobés dans un sédiment sableux de teinte beige (échantillon VR 21). Les cailloux et blocs portent une patine rouille et des concrétions blanchâtres de carbonate de calcium, pelliculaires ou en forme de micro choux-fleurs. Vers le sud, la matrice peut devenir blanche et cohérente et, plus généralement, plus dense et plus beige. Le sommet du dépôt est coiffé par le sol actuel, épais de 20 à 30 cm, brun-noir, colonisé par les racines abondantes de la garrigue.

Coupe 2

La coupe 2 est située au fond du vallon, sous la pile centrale du pont et au sud (fig. 3). Elle mesure environ 1,6 m et 1 m

de profondeur. Elle a été dégagée jusqu'au substrat (fig. 5). Les dépôts ont été recoupés par les fondations en béton de la pile, dont l'existence nous assure que ceux-ci sont bien antérieurs à la première phase de construction du pont. Aucun autre moyen de datation n'a été mis en évidence.

Le substrat (US 211) est constitué de calcaire plus ou moins gréseux. Au-dessus, sur un peu plus de 1 m, on observe :

- (US 210) formation caillouteuse à matrice sablo-limoneuse brun orangé (7,5 YR 5/4, 10 YR 4/3, 10 YR 6/3, 10 YR 4/4) qui débute par une lentille et se termine par un lit bien structuré; entre les deux, on note l'absence de litage; le matériel grossier est constitué de cailloux calcaires anguleux et de gravillons siliceux; la formation, moins caillouteuse, s'épaissit vers l'est et se prolonge vers l'ouest; épaisseur : 40 cm,

- (US 208/209) formation limoneuse, brune (5 YR 3/4, 10 YR 4/3, 10 YR 4/4), contenant des éclats calcaires à la base et de rares cailloux vers le sommet, interrompue par une lentille caillouteuse. Vers la base, les coquilles de *Helicella* sont assez nombreuses et une coquille de *Rumina decollata* juvénile a été recueillie; épaisseur : 80 cm,

- (US 207) rendzine actuelle appuyée contre la base de la pile du pont.

9 échantillons ont été prélevés sur cette coupe. A partir des résultats analytiques, il est possible de caractériser les deux formations. La formation inférieure comporte, à la base, 49 à 62 % de ballast (16 % à l'est), 25 % de sables et 14 % de limons. Les sables ont une médiane élevée (555 µm) et sont mal triés ($So = 1,60$, $K = 0,73$, la courbe cumulative est proche d'une droite). La matière organique représente 1,6 % à 2,2 % (0,9 % à 1,1 % de carbone organique) et le pH est élevé (8,3). Le sommet (échantillon VR2-24) ne comprend plus que 3,1 % de ballast, mais le taux de matière organique ne varie pas (1,8 % pour 1 % de carbone organique).

La base de la formation supérieure comporte 2,3 % de ballast; les sables représentent 36,5 % de la terre fine. Le taux de matière organique ne varie pas (1,8 %). Au milieu, le ballast (17 %) et les limons (48 %) deviennent plus importants, les sables sont moins grossiers que dans la formation inférieure ($Q50 = 254 \mu m$) mais restent mal triés ($So = 1,64$, $K = 0,75$), la courbe cumulative reste proche d'une droite. La matière

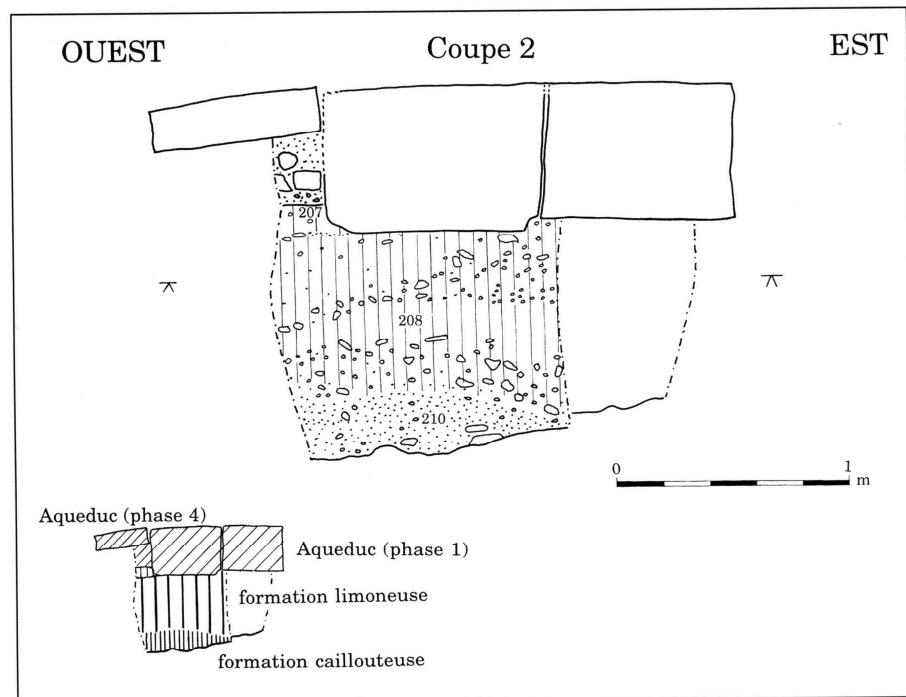


Fig. 5.
Le pont Simian :
coupe 2.

organique atteint 1,26 % et le pH 8,3. Au sommet, la couleur varie peu (10 YR 5/2), le ballast ne représente plus que 11 % alors que les limons atteignent 55 %; les sables restent aussi grossiers ($Q_{50} = 238 \mu\text{m}$) et sont à peine mieux classés ($So = 1,45$, $K = 0,87$) : le taux de matière organique demeure pratiquement stable (1,69 %).

Coupe 3

Ces observations peuvent être complétées par quelques indications tirées de la troisième coupe ouverte sur la face nord de l'aqueduc, là où il se raccorde au versant oriental (fig. 3 et 6). Cette coupe intéressera l'ensemble de la stratigraphie. A sa base, seule prise en compte ici, subsiste une mince formation (US 320) à matrice limoneuse (65,25 % de limons et d'argiles), brune (10 YR 6/2) et caillouteuse (40,20 % de ballast). Cette matrice est mal triée (la courbe cumulative des limons et sables fins est proche d'une droite); la matière organique est peu abondante (1,56 %), le pH relativement élevé (8,0), ainsi que le taux de carbonates (56,10 % de CaCO_3). Cette formation pourrait constituer un faciès latéral de la formation caillouteuse inférieure de la coupe 2 ou un dépôt colluvial immédiatement antérieur à l'aqueduc.

Le résultat de ces analyses confirme, en les nuancant, les observations de terrain et permet une interprétation morphogénique des dépôts. On peut distinguer ainsi une première phase d'écoulements assez compétents, turbulents, qui dépo-

sent la formation inférieure. Puis, la compétence diminue, sauf rares récurrences. La pédogenèse modérée suggérée par l'observation de la formation supérieure a dû, en fait, être très limitée puisque les taux de matière organique y sont plutôt plus faibles que dans la formation inférieure. Par ailleurs, la faune de gastéropodes indique une formation végétale ouverte. La recherche de microcharbons pouvant attester du milieu végétal initial et qui indiquerait ou non un essartage préalable n'a pas pu être effectuée. L'absence, très générale actuellement, de formations superficielles fines sur les versants du vallon (Ballais 1991a), — qui explique la fondation de l'aqueduc directement sur la roche en place (coupe 1, fig. 3) —, pourrait être due à une phase de décapage intense produisant, au fond du vallon, l'accumulation de la formation inférieure. Dans ce cas, les sols enlevés auraient été très minces, les taux de matière organique contenus dans les dépôts étant nettement inférieurs à ceux des rendzines actuelles (cf. ci-dessous).

En l'absence de datation de ces formations, il est possible d'hésiter entre une chronologie longue et une chronologie courte. La chronologie longue, de type sud-alpin (Jorda 1985 : 62), attribuerait la formation inférieure caillouteuse au Tardiglaciaire et la formation fine supérieure à l'Holocène. Cette chronologie longue est difficilement acceptable, car les dépôts accumulés sont très peu épais. La chronologie courte, bien représentée sur les piémonts des Alpilles (Ballais *et al.* 1993 : 542), voit se succéder une crise érosive et détritique à l'âge du Fer, puis un apaisement de la morphogénèse au cours

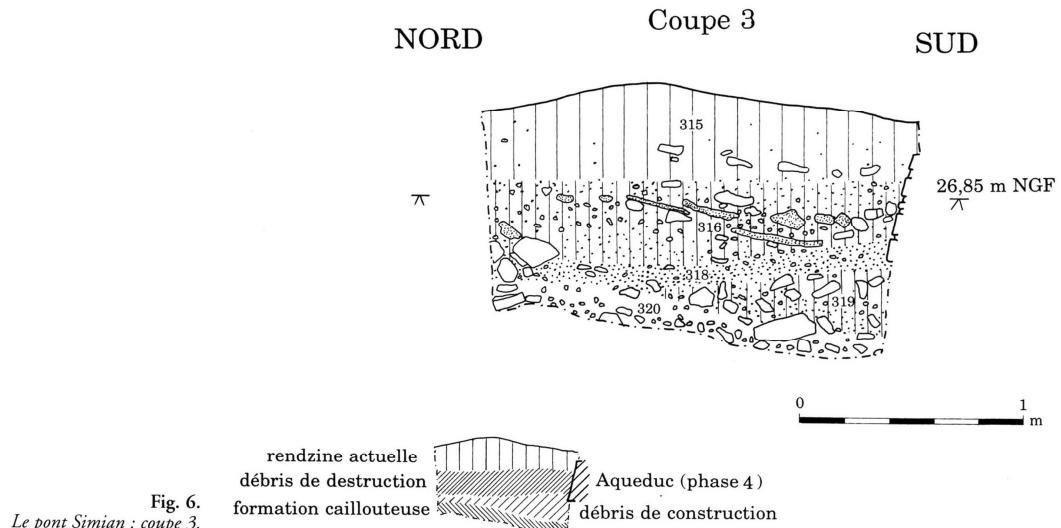
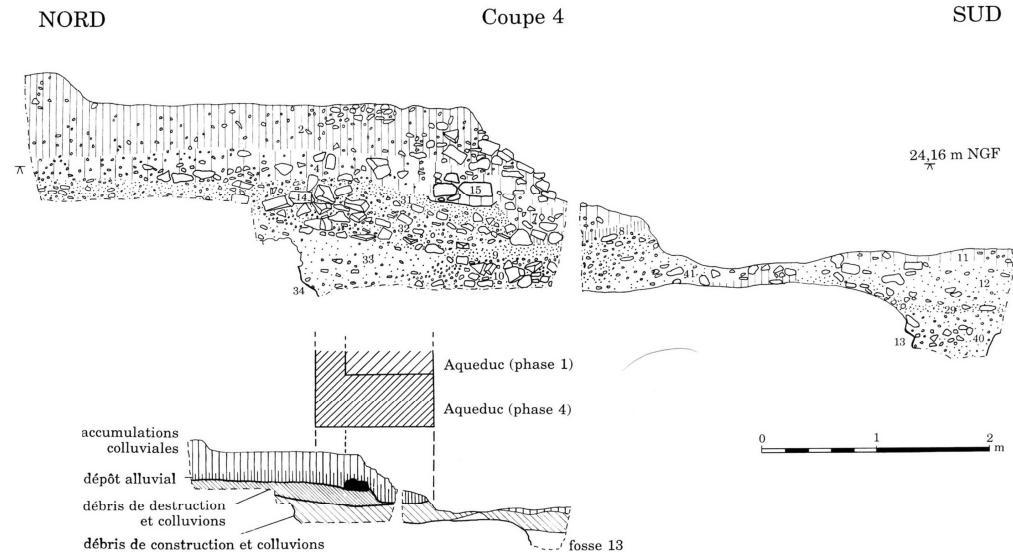


Fig. 6.
Le pont Simian : coupe 3.



les dépôts de sables limoneux (78,09 % de sables), beiges (7,5 YR 8/2), à cailloux de grès anguleux et fragments de molasse (US 33, 10 et 41), en pente vers l'aval, recouvrent cette tranchée. Ils ont une épaisseur maximum visible de 50 cm. Les sables (US 33), mal triés, sont très pauvres en matière organique (0,59 %), très carbonatés (75,48 % de CaCO₃) et ils ont un pH particulièrement élevé (8,5).

Peut-être latéralement à l'US 33, vers le sud, s'observe une couche (US 9) de 15 cm de sables (82,47 % de sables) beiges (7,5 YR 8/2), mal triés, les plus pauvres en matière organique de tous les dépôts du vallon (0,30 %), les plus riches en carbonates (82,62 % de CaCO₃) et à fort pH (8,5). Cette couche contient de nombreux petits fragments de mortier de chaux. La forme concave de la surface de cette formation, bien lisse et avec un peu de recimentation du mortier suggère qu'elle a été exposée à des écoulements. Sur la pile occidentale, une pellicule de travertins, descendue du canal, enrobe la dernière phase de construction jusqu'au niveau de la surface des US 9 et 33.

Au sud du pont, il y a une couche de sables limoneux brun clair (US 29), contenant des fragments de calcaire, recouvrant la fosse 13 (fig. 7). Il est possible que cette couche soit aussi associée aux dépôts sablo-limoneux (US 33, 10, 41 et 9).

Les dépôts contemporains de la ruine de l'aqueduc

La couche supérieure est liée à la dégradation du pont. En effet, au-dessus de l'US 29 et contre la face septentrionale du pont, on reconnaît un niveau de matériaux de destruction : moellons de molasse à la base, puis blocs irréguliers de molasse au-dessus (US 14 et 32) à pellicules de concrétions carbonatées, avec quelques rares graviers. Cet ensemble présente une pente vers le sud; cependant, dans la partie méridionale, sous l'arche, la couche s'appuie sur la pile orientale et présente une pente inverse. Localement, de minces lits de sable limoneux discontinus apparaissent au sommet; l'US 32 est la plus sableuse de tous les dépôts du vallon (83,90 % de sables), beige (7,5 YR 8/2), mal triée, pauvre en matière organique (0,80 %) mais moins carbonatée (61,20 % de CaCO₃) avec un pH moins élevé (8,0); son épaisseur varie de 30 à 50 cm. En concordance apparente avec l'US 32, s'individualise une couche (US 31) de 15 cm de sables limoneux beiges (7,5 YR 8/2), mal triés, très pauvres en matière organique (0,50 %), carbonatés (69,36 % de CaCO₃) et à pH très élevé (8,6). Les US 14 et 32 résultent de l'effondrement de la face nord du revêtement du pont (dernière phase de construction). Aucune donnée ne permet d'estimer le laps de temps la séparant de la construction. La grande proportion de sables est probablement la conséquence de la détérioration du mortier du petit appareil.

Au-dessus de ce niveau de destruction, un muret de deux assises en pierres sèches (US 15) a été construit latéralement dans l'ouverture de l'arche, sur l'US 31 (fig. 3 et 7). Haut de 0,3 m et large de 0,5 m, il avait pour but d'arrêter le transit des dépôts vers l'aval. Malgré sa construction, l'érosion hydrique a continué comme le confirme à l'aval de ce muret une dépression (plunge pool) produite par le creusement des eaux du talweg.

LES DÉPÔTS MODERNES

Coupe 4

Dans la coupe 4, au nord du pont, des dépôts ont recouvert le muret US 15. En ravinement croissant vers l'aval, on observe 20 cm de sables limoneux (37,80 % de sables) bruns (10 YR 4/3), mal triés, contenant le plus fort taux de matière organique de toute la coupe (2,16 %), un faible taux de carbonates (39,78 % de CaCO₃) et présentant le pH le plus bas (8,0) de toute la coupe. Ce sédiment présente une structure grumeleuse avec de rares fragments de molasse, des graviers calcaires abondants et un litage plus horizontal que celui des unités inférieures. A la base, un galet d'argile long de 2 cm et injecté de graviers a été trouvé. Vers l'amont, apparaissent des graviers de mortier.

Au-dessus, l'US 2 est constituée des limons les moins sableux de la coupe (23,38 % de sables), brun-gris (10 YR 4/3), mal triés, peu riches en matière organique (1,77 %), les moins carbonatés des dépôts du vallon (21,93 % de CaCO₃) et à pH peu différent du précédent (8,1), à structure massive et graviers moins abondants. Le sommet contient une coquille type *Helicella*. Rapidement, vers l'amont, la couleur devient moins grise et les limons sableux présentent des fissures de dessication globalement verticales mais sinuées dans le détail, larges d'environ 1 mm.

Au sud du mur, dans la cuvette du plunge pool, on distingue un dépôt limoneux (US 8), épais de quelques centimètres. Mal trié, il est assez pauvre en matière organique (1,18 %) et riche en carbonate de calcium (75,48 %), avec un pH élevé (8,2). Au-dessus, l'US 7 représente probablement le même dépôt que l'US 4 (fig. 7). Cette US 7 est recouverte de remblais, apparemment sans structure. Il peut s'agir aussi bien des restes d'un autre barrage que des débris de la ruine de l'aqueduc.

Au sommet de la coupe 4 se développe la rendzine actuelle (US 1) sur environ 30 cm d'épaisseur, dégagée à la pelle mécanique avant la fouille. Au sud du pont, cette rendzine (US 11) est moins épaisse, environ 10 cm. Elle constitue le sommet de la coupe 3 (US 315, échantillon VR 4-2) et recouvre les niveaux de destruction de l'aqueduc. C'est un sol limoneux (32,38 % de sables), brun (10 YR 4/3), mal trié, à teneur en

matière organique moyenne (2,48 %) et faible taux de CaCO₃ (37,23 %) pour un pH modérément élevé (8,1).

La topographie actuelle et la présence de rigoles dans la partie occidentale de l'arche ouest montrent que les écoulements et l'ablation se poursuivent aujourd'hui de manière intermittente.

A partir des données de la coupe 4 et à titre d'hypothèse, on peut proposer l'évolution suivante :

- entaille anthropique (US 34) effectuée lors de la dernière phase de réfection du pont,
- dépôt de colluvions limono-sableuses (US 33 et US 0), remaniant des formations superficielles et les débris de construction,
- fuites de l'aqueduc,
- destruction de l'aqueduc et reprise du ruissellement dans le vallon (US 14 et 32),
- ruissellement plus compétent, sous un climat à saison sèche marquée, remaniant probablement des rendzines (US 4),
- accumulation colluviale de limons résultant de l'ablation de rendzines proches (US 2).

Il est possible que les forts taux de carbonate de calcium des dépôts inférieurs (US 33, 9 et 8) résultent d'une (re) carbonatation pédologique postérieure dans le fond du vallon. Mais il est aussi possible que ce soit le résultat d'une concentration du mortier de chaux dans les niveaux de construction et de destruction.

L'absence totale d'éléments de datation autre que relative constitue un obstacle considérable à la comparaison avec d'autres stratigraphies proches. Cependant, la parenté avec l'accumulation du vallon de Jousseaud, bloqué derrière le même aqueduc, à quelques centaines de mètres à l'est, est claire (Ballais *et al.* 1993 : 533) : même succession, de la base au sommet, d'un dépôt colluvial, d'un dépôt alluvial puis, à nouveau, de colluvions.

L'absence de sol remanié dans les dépôts postérieurs à l'aqueduc d'Arles dans le vallon de Simian et aussi dans le vallon de Jousseaud (Ballais *et al.* 1993 : 533) suggère que, dès l'époque romaine, ces versants étaient déboisés, ce qui empêchait une bonne pédogenèse. Au fond du vallon de Simian, la comparaison du vieux sol antérieur à l'aqueduc (échantillons VR2-25 et VR2-26) avec le sol postérieur à l'aqueduc (échantillons VR2-27 et VR2-28) montre une granulométrie, un taux de matière organique et un pH très semblables, preuves d'une faiblesse de la pédogenèse. Cette faiblesse ou absence de couverture pédologique, à son tour, a facilité ensuite le remaniement des dépôts des versants par le ruissellement diffus, dès la fin de l'époque romaine ou un peu plus tard.

En revanche, sur les versants, aussi bien la rendzine postérieure à l'aqueduc (échantillon VR4-2, coupe 1, fig. 3) que les dépôts de comblement du canal montrent qu'une évolution vers des rendzines a été plus importante. Deux coupes ont été faites sur le canal de l'aqueduc à l'entrée et à la sortie du pont. Elles permettent l'identification des sédiments qui ont été piégés dans l'aqueduc postérieurement à l'arrêt de la circulation de l'eau. A ce titre, elles constituent des éléments de comparaison par rapport aux sédiments des dernières couches du fond du vallon.

Coupes 5 et 6

La coupe 5 (fig. 8) a été effectuée dans le canal de l'aqueduc sur le flanc occidental du vallon, à l'ouest du pont. A cet endroit, l'aqueduc est creusé dans le substrat rocheux et la voûte du canal est au même niveau que le sol actuel. La coupe 6 (fig. 8) a été ouverte dans le canal, environ 15 m à l'est du pont (fig. 3). Dans la coupe 5, le mortier hydraulique du canal est recouvert de plusieurs centimètres de travertin (US 106), plus épais au sud où il atteint 35 cm. Au-dessus, se sont accumulés des limons bruns (US 105) probablement très carbonatés, puis un remplissage limono-caillouteux (US 104) emballant des débris de la voûte du canal et des fragments de concrétions carbonatées, souvent de texture sableuse. Au sommet et débordant sur le versant de part et d'autre, une rendzine brune (US 101 et 102) supporte la garrigue à chêne kerriès. Il subsiste peu de débris de la voûte du canal : la plupart ont été emportés vers l'aval.

A l'aval (coupe 6), on observe la stratigraphie suivante :

- base du remplissage également constituée par une épaisse couche irrégulière, boursouflée, de travertins laminaires,
- limons sableux (29,47 % de sables), beiges (10YR 4/3), mal triés (la courbe cumulative est presque rectiligne), relativement riches en matière organique (3,09 % dont 1,78 % de carbone organique), moyennement carbonatés (47,94 % de CaCO₃) et à pH le plus faible de tous les dépôts du vallon (8,0) (US 52, échantillon VR 32), à coquilles abondantes d'escargots dont de nombreux *Helix aspersa* et un fragment de mortier ; épaisseur : 10 cm au maximum,
- au-dessus, blocs de molasse de la voûte (niveau d'effondrement) dans une matrice grise (10YR 4/3), limono-sableuse (31,81 % de sables), mal triée (courbe cumulative rectiligne), la plus riche en matière organique de tous les dépôts du vallon (5,18 % dont 2,99 % de carbone organique), à pH identique

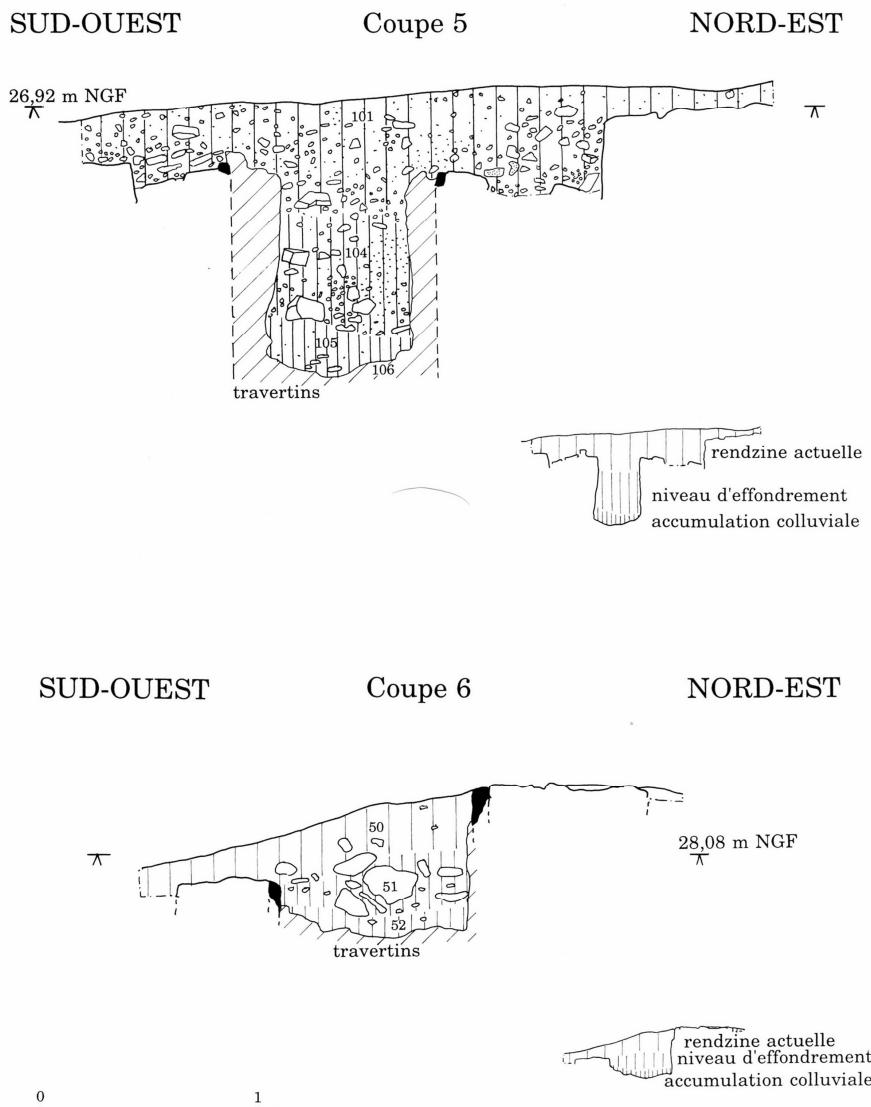


Fig. 8.
Le pont Simian :
coupes 5 et 6.

(8,0), encore moins carbonatée (36,72 % de CaCO₃) (US 51, échantillon VR 33) ; épaisseur environ 40 cm,

- au sommet, une formation à matrice très abondante (US 50, échantillon VR 34), grise (10YR 4/3), limoneuse (31,49 % de sables), toujours aussi mal triée, un peu moins riche en

matière organique (4,40 %), mais ayant un pH et un taux de CaCO₃ identiques, contenant de rares cailloux (horizon A du sol actuel) ; épaisseur : 20 à 30 cm.

Ce sommet est retaillé par le versant en pente marquée. Les trois formations ont des caractéristiques très proches de celles

des rendzines actuelles (cf. ci-dessous) : texture limoneuse (avec environ 1/3 de sable), entre 35 et 50 % de carbonate de calcium, un pH de l'ordre de 8 et des taux de matière organique supérieurs à 2 %. On peut donc penser que le remplissage du canal résulte du colluvionnement des rendzines qui se localisaient à proximité.

LA MORPHOGÉNÈSE DU VALLON

Les résultats de l'étude du pont Simian sont en accord avec des hypothèses relatives à la morphogenèse régionale (Ballais *et al.* 1993 : 539). La superficie très limitée des observations et l'absence d'éléments de datation n'apportent pas de données nouvelles permettant une révision ou un affinement du modèle. Néanmoins, il est possible de reconstituer l'évolution morphogénique et paléoenvironnementale du vallon de Simian.

La succession générale est plus ou moins claire, mais elle manque de précisions chronologiques :

1 – Au fond du vallon, la présence d'une formation à caractère turbulent suppose une période caractérisée par des épisodes d'écoulements importants et probablement de décapage des flancs du vallon. Cette formation n'existe que sous le pont-aqueduc. La chronologie n'est pas claire, mais il est possible, si on accepte une chronologie courte (cf. ci-dessus), que cette formation appartienne à une phase détritique de l'âge du Fer. Dans la région, cette phase torrentielle est observée principalement sur le site de Servanes à Mouriès (Jorda *et al.* 1990), mais aussi peut-être à Glanum et à l'extrémité occidentale du marais des Baux, près de la Méridole (Ballais *et al.* 1993 : 529). A Servanes, elle est datée entre le VIe et le début du IIe s. av. J.-C. La cause pourrait en être soit un accroissement de l'intensité des précipitations, à la charnière du Subboréal et de l'Atlantique, soit des défrichements sur les versants. Dans le vallon, on peut imaginer un paysage de plus en plus ouvert, peut-être en culture de céréales (Laval, Médus 1994).

2 – Des dépôts argilo-limoneux succèdent à la formation caillouteuse. Ils enregistrent une pédogenèse très modérée et la malacofaune indique une formation végétale ouverte. Cette formation est également antérieure à l'aqueduc et peut être datée de la fin de l'âge du Fer ou de la première partie de l'époque romaine. Elle dénote un apaisement de l'activité morphogénique et du décapage des versants et peut-être révèle un équilibre des géofaciès, ce qui est généralement admis pour le bassin méditerranéen pendant la première partie de la période romaine (Vita-Finzi 1969 ; Jorda, Provansal 1989 ; Ballais 1991b ; 1995 : 189). Cet équilibre était probablement en partie anthropique grâce à une bonne gestion des terres. Dans le vallon, on peut imaginer une couverture pédologique plus

développée qu'aujourd'hui et favorable aux cultures (céréales ? oliveraies ?) à l'époque de la construction de l'aqueduc (Laval, Médus 1994 ; Leveau *et al.* 1991).

3 – A l'époque de la construction de l'aqueduc, le vallon était dans un géofaciès stable et le pont a pu être construit sans difficulté. Il n'existe pas de dépôts contemporains de l'aqueduc, à l'exception des couches liées à la construction. Vraisemblablement, ces dépôts ont été enlevés lors de la construction. Mais après la dernière phase de reconstruction, des colluvions limono-sableuses se sont déposées au fond du vallon, remaniant les formations superficielles et les débris de construction.

4 – L'effondrement du revêtement de la face nord du pont a alimenté des couches de destruction composées de moellons et de dépôts très sableux, remaniant le mortier de petit appareil, qui passent latéralement à des apports argilo-caillouteux de nature colluviale sur les versants et dénotent la reprise du ruissellement dans le vallon. L'absence de sol remanié dans les dépôts postérieurs à l'aqueduc d'Arles dans le vallon de Simian et aussi dans le vallon de Jousseaud suggère que, dès l'époque romaine, ces versants étaient déboisés, ce qui interdisait le développement d'une pédogenèse évoluée. Cette faiblesse ou absence de couverture pédologique, à son tour, a facilité ensuite l'ablation des versants par le ruissellement diffus, dès la fin de l'époque romaine ou un peu plus tard.

5 – Le muret en pierres sèches construit sur les couches de destruction dans l'arche occidentale a eu pour but de bloquer le transit des dépôts fins à l'amont du pont, de façon à former une accumulation cultivable, à la différence des versants. Ce mur est d'âge indéterminé mais il est possible qu'il ait été construit pendant la période d'intensification de la culture de l'olivier au début de l'époque moderne. Sur le versant oriental, les fouilles ont montré la présence d'une restanque bien antérieure aux restanques actuelles (sondage G, fig. 3). Un ruissellement plus compétent que précédemment, sous un climat à saison sèche marquée, a mis en place un dépôt alluvial à l'amont puis à l'aval du muret et enfin sur celui-ci. Cette formation pourrait témoigner de la dégradation climatique « humide » des Temps modernes ou petit Âge glaciaire (Jorda, 1985, 66).

6 – A l'amont du pont, une accumulation colluviale de limons résulte de l'ablation de rendzines proches (US 2) ; elle est surmontée par la rendzine actuelle. L'accumulation est partiellement le résultat de l'obstruction des arches vraisemblablement en partie en raison de la reprise de la culture dans le vallon, peut-être au dix-huitième ou au dix-neuvième siècle. La présence de rigoles est peut-être le résultat d'aménagements du vallon en « vallats ». Sur les versants, aussi bien la rendzine postérieure à

l'aqueduc que les dépôts de comblement du canal montrent qu'une évolution vers ce type de sol a été plus importante.

LES CAUSES DE LA RÉFECTION DU PONT-AQUEDUC

Dans le cadre de la morphogenèse grossièrement reconstituée ci-dessus, se pose le problème des causes des réfections du pont-aqueduc. Les deux côtés du pont, sur les flancs du vallon, ont été reconstruits totalement. Les raisons de cette reconstruction ne paraissent pas claires au premier abord, mais il semble que le pont était moins stable sur les versants qu'au centre du vallon.

LE RÔLE DU RUISELLEMENT

Depuis la construction du pont, l'activité morphogénique du vallon n'a jamais été telle que le ruissellement ait pu y déplacer des éléments plus gros que des graviers. Donc, la réfection du pont n'a pu avoir pour but de réparer les dégâts infligés aux piles par un écoulement trop puissant et trop turbulent.

LE RÔLE DE LA GÉLIFRACTION

Le revêtement sur la face septentrionale du pont montre que cette face nord, à l'amont, a été plus affectée par l'ablation que la face sud. En effet, d'une part le grand appareil est creusé en encorbellement de plusieurs centimètres à un ou deux décimètres, d'autre part, des plaques de molasse, plates et anguleuses, et donc très vraisemblablement constituées de gélifracts, se sont conservées sous le mortier de la dernière phase de réfection. Ces aspects de surface sont plus visibles sur les piles latérales que sur les piles centrales du pont ce qui, de plus, confirme bien l'insignifiance de l'efficacité du ruissellement. On peut donc penser que les blocs constitués de molasse, roche très poreuse et hétérogène, ont été imbibés par l'eau sortant des fuites du canal. Pendant la saison froide, et sous l'action refroidissante du mistral, la gélifraction a alors affecté préférentiellement la face nord, ainsi qu'on l'observe également sur la face nord-ouest du pont-aqueduc du vallon des Arcs.

Ainsi, peu à peu, le pont a perdu de sa matière, au point qu'il a fallu le consolider. Cette perte de matière s'est produite pendant une période de relativement courte durée, entre la construction (phase 1) et la dernière réfection (phase 4) du pont, soit pas plus de quelques siècles. Cette hypothèse a pour conséquence que la gélifraction était, pendant la période antique, sur cette face nord très favorable, incomparablement plus efficace qu'aujourd'hui sur un substrat calcaire naturel. En effet, à moins de 50 km plus à l'est, il a été montré (Gabert *et al.* 1981 : 15) que l'ablation due à la gélifraction atteignait 181,5 g/m²/an, soit environ 75 cm³/m²/an, soit encore 0,075 mm/an. A cette vitesse, il faudrait 2666 ans pour enlever les deux décimètres qui manquent localement sur le pont! La vitesse locale d'ablation de la gélifraction, pendant l'Antiquité, sur le pont-aqueduc, devait donc être de l'ordre de 10 fois plus rapide qu'aujourd'hui sur substrat naturel.

KARSTIFICATION ET SÉISMICITÉ

Juste au pied de la face septentrionale du pont, sur le versant oriental, s'ouvre une cavité profonde 1 à 2 m dans le substrat. Cette cavité étroite, totalement vide, est allongée selon un axe O-E. Ses parois ont des angles légèrement arrondis mais ne portent pas de concrétions, à l'exception d'une mince pellicule comparable à celle qui couvre les cailloux et les blocs de la coupe 1, sur l'autre rive du vallon. Ces caractéristiques ne permettent pas d'attribuer à la dissolution de la roche un rôle déterminant. En revanche, elles poussent à une origine tectonique : l'orientation de la cavité est celle des principaux accidents cassants des Désfends de Soubeyran et l'examen précis des affleurements du substrat de part et d'autre de la cavité montre plusieurs linéaments de même orientation.

Pour autant la dégradation du pont lors du rejet de ces accidents, à l'occasion de secousses séismiques est à exclure. En effet, le pont ne porte aucune trace de fissures, ni de déformations, et les blocs éboulés ne sont pas organisés de la manière caractéristique qui est celle de pans de murs abattus par un séisme (P. Combès, communication orale).

BIBLIOGRAPHIE

- Ballais 1991a : BALLAIS (J.-L.). — Morphogenèse et anthropisation autour du marais des Baux. *Rapport : SRA*. — PACA, 1991, 19 p.
- Ballais 1991b : BALLAIS (J.-L.). — Les terrasses historiques de Tunisie. *Zeitschrift für Geomorphologie*, Suppl.-Bd. 83, 1991, p. 221-226.
- Ballais 1995 : BALLAIS (J. L.). — Alluvial Holocene terraces in eastern Maghreb : climate and anthropogenic controls. In : LEWIN (J.), MACKLIN (M.G.), WOODWARD (J.-C.), ed. — *Mediterranean Quaternary River Environments*, Balkema, Rotterdam, 1995, p. 183-194.
- Ballais *et al.* 1993 : BALLAIS (J.-L.), JORDA (M.), PROVANSAL (M.), COVO (J.). — Morphogenèse holocène sur le périmètre des Alpilles. Aix-en-Provence : *in LEVEAU (P.) et PROVANSAL (M.), dir., Archéologie et Environnement. De la Montagne-Sainte Victoire aux Alpilles*, Publications de l'université de Provence, 1993, p. 515-547.
- Gabert *et al.* 1981 : GABERT (P.), MARRE (A.), RISER (J.). — Processus d'érosion avec intervention du gel sur des versants témoins en Basse-Provence intérieure (France). *Méditerranée*, 1, 1981, p. 13-20.

- Gazenbeek 1995 : GAZENBEEK (M.). — *Occupation du sol et évolution environnementale depuis le Néolithique dans la Montagnette et la partie occidentale des Alpilles (Bouches-du-Rhône)*. Thèse de doctorat, Aix-en-Provence, 1995.
- Grenier 1960 : GRENIER (A.). — *Les monuments des eaux. Manuel d'archéologie gallo-romaine*, 1, Paris, 1960.
- Jorda 1985 : JORDA (M.). — La torrentialité holocène des Alpes françaises du Sud : facteurs anthropiques et paramètres naturels de son évolution. *Cahiers Ligures de Préhistoire et de Protobistotre*, n.s. 2, 1985, p. 49-70.
- Jorda, Provansal 1989 : JORDA (M.), PROVANSAL (M.). — Le site de Glanum et l'histoire de l'environnement. *Les Dossiers d'Archéologie*, 140, 1989, p. 2-7.
- Jorda *et al.* 1990 : JORDA (M.), PROVANSAL (M.), ROYET (R.). — L'histoire naturelle d'un site de l'âge du Fer sur le piémont méridional des Alpilles : le domaine de Servanes (B. du R.). *Gallia*, 47, 1990, p. 57-66.
- Laval, Médus 1994 : LAVAL (H.), MEDUS (J.). — Une séquence pollinique Subboréal-Subatlantique dans la vallée des Baux : Changements de végétation, climatiques et anthropogéniques de l'âge du Bronze à celui du Fer en Provence. *Archives Scientifiques de Genève*, 47, 1994, p. 83-94.
- Leveau 1993 : LEVEAU (P.). — Milieu naturel et histoire économique : Arles antique et son espace agricole. In : LEVEAU (P.) et PROVANSAL (M.), dir., *Archéologie et Environnement De la Montagne-Sainte Victoire aux Alpilles*. Aix-en-Provence : Publications de l'Université de Provence, 1993, p. 485-514.
- Leveau *et al.* 1991 : LEVEAU (P.), HEINZ (C.), LAVAL (H.), MARINVAL (P.), MEDUS (J.). — Les origines de l'oléiculture en Gaule du Sud : données historiques, archéologiques et botaniques. *Revue d'Archéométrie*, 15, 1991, p. 83-94.
- Vita-Finzi 1969 : VITA-FINZI (C.). — *Mediterranean valleys. Geological changes in historical times*. Cambridge : University Press, 1969.