

## Contacts

• **Réservations**  
(activités groupes et individuels)  
04 90 18 89 08  
francoise.schneider@cg13.fr

• **Publics scolaires**  
04 90 18 89 11  
chantal.clasert@cg13.fr  
guillemette.troin@cg13.fr  
genevieve.vergosrozan@cg13.fr

• **Développement des publics**  
04 90 18 82 76  
marie.vachin@cg13.fr

• **Bibliothèque-Photothèque**  
04 90 18 89 06  
michel.martin@cg13.fr

info.mapa@cg13.fr  
www.arles-antique.cg13.fr  
Fax du service des publics :  
04 90 18 82 77



Photos de couverture : C. Rombi, J.P. Herbecq, M. Lacanaud / Dossier enseignant La meunerie de Barbegal / Janvier 2009

# Dossier enseignant La meunerie de Barbegal

COMMUNE DE FONTVIEILLE



Approche archéologique  
Approche environnementale

Musée  
départemental  
Arles antique



CONSEIL GÉNÉRAL DES BOUCHES-DU-RHÔNE / WWW.CG13.FR  
Direction de la Culture  
Atrium 10.2 - 5<sup>e</sup> étage - 10, place de la joliette - BP 22513 - 13566 Marseille cedex 2  
MUSÉE DÉPARTEMENTAL DE L'ARLES ANTIQUE / PRESQU'ÎLE-DU-CIRQUE-ROMAIN  
BP 205 - 13635 ARLES CEDEX / Tél. 04 90 18 88 88 - Fax. 04 90 18 88 93.



CONSEIL  
GÉNÉRAL  
BOUCHES-DU-RHÔNE

cg13.fr

# ÉDITO

Le musée départemental de l'Arles antique répond une nouvelle fois à ses missions d'accueil du public scolaire et d'accès aux collections avec la parution du troisième dossier enseignant sur le thème : La meunerie de Barbegal. C'est toujours avec la même rigueur pédagogique et scientifique que le service des publics, associé cette fois-ci au service archéologique et au centre permanent d'initiative pour l'environnement Rhône-Pays-d'Arles, a bâti ce dossier.

Le musée met ainsi en avant son rôle territorial de découverte des sites archéologiques du département des Bouches-du-Rhône à travers un parcours de plein air jusqu'aux collections antiques conservées au musée. Il reste aussi fidèle à son rôle éducatif dans l'apprentissage de la lecture de paysage naturel, de monuments et d'objets archéologiques ainsi que dans la sensibilisation à la sauvegarde du patrimoine qu'il appartient à ces jeunes générations de pouvoir transmettre à leur tour.

JEAN-NOËL GUÉRINI  
Sénateur

Président du Conseil Général des Bouches-du-Rhône

Écriture des textes : L. Marlin, A. Genot, X. Baeumle, M. Vachin/ MDAА,  
Y. Le Couviour/ CPIE Rhône - Pays-d'Arles

Conception, suivi éditorial : M. Vachin/MDAA

Conception graphique : V. Matheron/ CG13

Révision, relecture des textes: A.C. Bolard/ MDAА

Crédits photo : C. Rombi, J.P. Herbecq/ CG13, M. Lacanaud, A. Genot/ MDAА,  
Y. Le Couviour/ CPI Rhône-Pays-d'Arles



# Sommaire

## Principes du dossier .....p. 4

- Les objectifs .....p. 4
- Présentation .....p. 5

## Mode d'emploi .....p. 6

- Le cahier méthodologique .....p. 6
- Les fiches exploration .....p. 6
- Les fiches synthèse .....p. 8
- Les fiches iconographie .....p. 9
- Pistes de travail .....p. 9

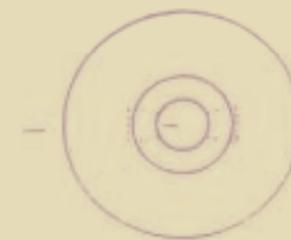
## Apport méthodologique .....p. 10

- La visite sur un site .....p. 10
- Comment lire des vestiges archéologiques .....p. 10
- Comment lire un paysage .....p. 12

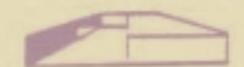
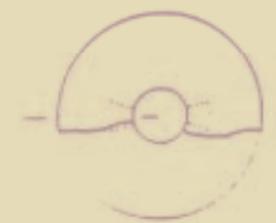
## Bibliographie .....p. 13



# LA MEUNERIE DE BARBEGAL



n°6



n°7

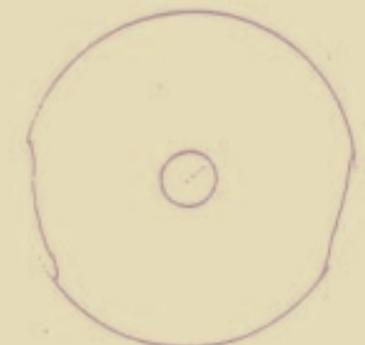


schéma des meules/ Etude des meules de Barbegal/H. Amouric

## Durée de la visite

► **Durée** : Le trajet entre Arles et le site de Barbegal est de 8 km. La durée du parcours sur le site nécessite environ 2h à 2h30. La visite concernant seulement l'archéologie peut être réduite à 1h – 1h30.

► **Conseils** : Fester la demi-journée en prévoyant de pique-niquer sur place (veiller au ramassage des ordures car il n'y a pas de poubelles sur place). Se rendre au musée (selon vos possibilités, avant ou après la sortie archéologique). Compter 1h en faisant un tour dans les collections pour avoir un aperçu de la civilisation romaine à Arles.

► **Attention !**

Les terrains adjacents au site sont privés (oliviers, villas). Les vestiges archéologiques ne sont pas mis en valeur : ils sont donc susceptibles de s'effondrer à certains endroits. Il paraît donc nécessaire de ne pas monter sur les vestiges ou en provoquer le démontage. Certains endroits, en particulier au niveau de la meunerie (pente à 30%) peuvent s'avérer dangereux (rocher glissant) et nécessitent une grande attention de la part des élèves et du personnel encadrant la sortie.

## Activités associées

## Archéologie et patrimoine

- La visite du site de Barbegal s'accompagne de la visite du musée départemental de l'Arles antique. En effet, celui-ci expose des maquettes ainsi que les meules retrouvées sur le site. Il est question aussi du système d'adduction et d'évacuation d'eau au moyen de tuyaux de plomb.
- La visite du pont du Gard à environ 1h30 en bus. Majestueux exemple d'aqueduc romain.

## Environnement et espaces naturels

- Le centre permanent d'initiative pour l'environnement Rhône-Pays-d'Arles a réalisé un dossier à propos d'un sentier pédestre qui traverse la meunerie (Les sentiers du Pays d'Arles, Le sentier de la meunerie). Il propose des clés d'entrée sur les diverses portes que présente un itinéraire (cartographie thématique, apport de connaissance en histoire, faune, flore, l'eau, le sol, l'occupation de l'espace, etc.). La visite du site peut donc s'intégrer à une randonnée beaucoup plus longue. Cette association propose également des sorties nature accompagnées. Informations au 04 90 98 49 09.
- La MIDEV (mission départementale d'éducation à l'environnement) propose des sorties nature accompagnées d'un éco-guide. A proximité du site de Barbegal : Le trou de la Chèvre d'or (*Qpida*, carrière romaine, moulin à huile, garrigue, vigne, oliveraie) et Petite Crau (parcours d'orientation pour découvrir les différents aspects de ce milieu particulier). Information sur le site [ordina13.com](http://ordina13.com), le site [midev@cg13.fr](mailto:midev@cg13.fr) ( 04 91 21 23 09 / 04 91 21 23 08), le site de la maison de la nature et de l'environnement [direction.mne13.orange.fr](http://direction.mne13.orange.fr) et au 04 42 93 15 30.

## Informations pratiques

## Accès

Non loin de Fontvieille, rendu célèbre par le moulin de Daudet, se trouve le site de Barbegal, qui abrite les vestiges de deux ponts aqueducs romains et d'une meunerie antique. Installé dans la campagne d'Arles, cet ensemble alimentait la cité romaine en eau potable et sans doute aussi en farine.

► **Depuis Arles :**

Prendre la D17 (route de Beaucaire) en direction de Fontvieille. Tourner à droite sur la D 82 et suivre la direction « aqueduc romain ». Traverser un carrefour et continuer tout droit vers « aqueduc romain ». Le site est situé à environ 500 m de ce carrefour.

► **Depuis Marseille :**

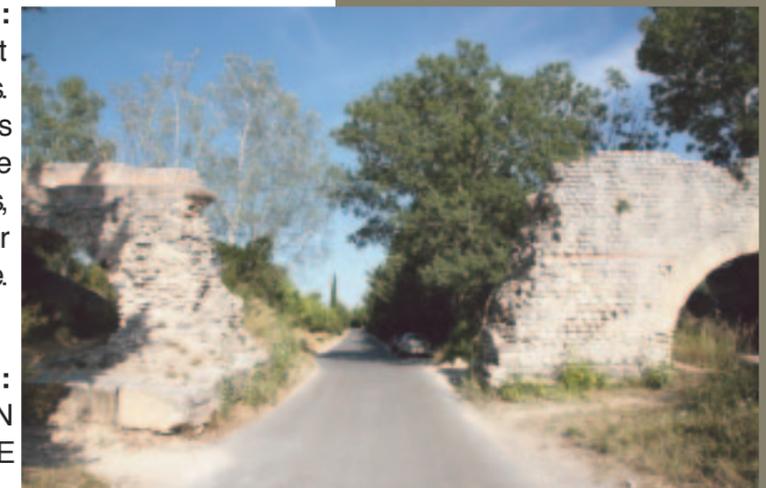
Prendre l'A55 en direction de Fos-Sur-Mer, puis la N568 en direction d'Arles, puis la N113 jusqu'à Arles. Une fois à Arles, prendre la direction indiquée ci-dessus

► **Parking :**

Faire descendre le groupe directement après avoir passé les aqueducs. Un petit emplacement de terre près des cyprès permettra de faire descendre les enfants du car. Par ailleurs, le conducteur pourra faire demi-tour à environ 200 m sur la même route.

► **Coordonnées GPS :**

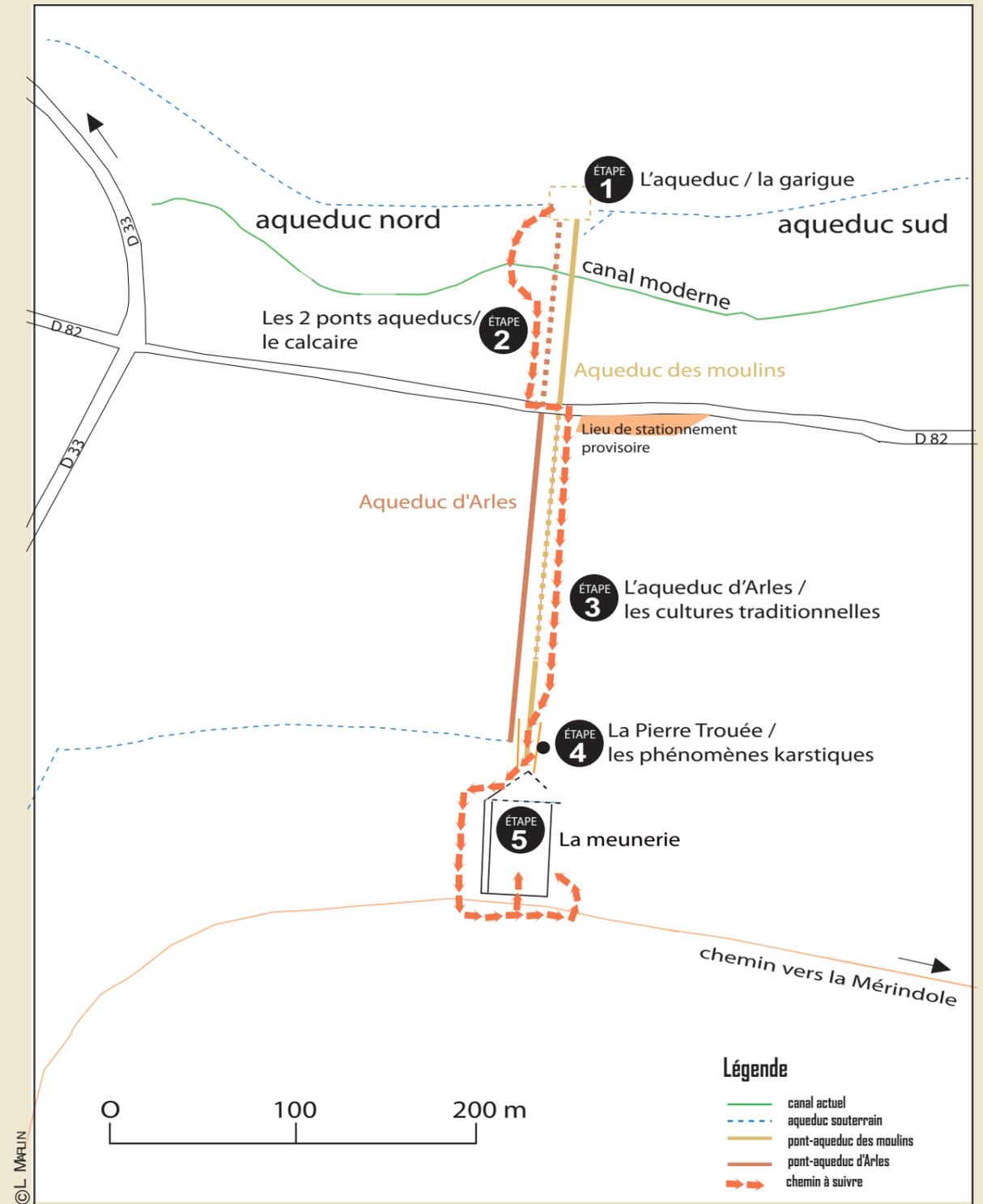
Latitude : 43° 42'17.44"N  
Longitude : 4° 43'18.49"E



## SITE DE LA MEUNERIE DE BARBEGAL



## PLAN DU SITE AVEC LES ÉTAPES DE VISITE



## LES VÉGÉTAUX suite



## à faire

Faire remarquer l'imbrication des végétaux et donc la densité du paysage afin d'expliquer la mutation à partir des tableaux proposés dans le livret sur la collecte des informations. Se placer face à un paysage retenu (exemple avec la photographie) et dégager ensemble son organisation. Grâce à la grille de lecture, analyser d'une part le relief et la géomorphologie (pentes, ruptures, replats, part et présence du travail de l'eau...), la répartition de la végétation d'autre part, et enfin l'impact de l'homme dans ce paysage.

Proposer de faire collectivement ou individuellement, un dessin de paysage analytique, en donnant des indications sous forme de légende et de commentaires.

Voir apport méthodologique : Lire un paysage p. 12



## L'aqueduc\* / La garrigue

La visite  
de l'archéologue

## Le canal sud et les ponts aqueducs\*

Quelles différences entre un canal\* aqueduc et un pont aqueduc ?  
Comment les Romains adaptent leurs constructions aux obstacles liés à la topographie ?



## à voir

➤ La voûte\* de couverture maçonnée de la canalisation de l'aqueduc sud (au sol).

➤ Les ponts-aqueducs en contre bas.

## à savoir

## ➤ Conduire l'eau : le canal

L'eau ne circulait jamais dans des tuyaux, que l'on réservait à l'adduction dans les villes, mais toujours dans un canal maçonné couvert appelé *specus\**, installé dans le sol.

L'essentiel de son parcours était souterrain. Seules des circonstances particulières, tenant au maintien de la pente, pouvaient conduire à construire un canal sur des arcades, au-dessus du sol : rivière, dépression.

## ➤ Franchir les obstacles : le pont aqueduc

Voir la fiche synthèse n°2 : L'adduction d'eau chez les Romains (schémas : le parcours d'un aqueduc selon le relief, coupe d'un aqueduc enterré, schéma d'un aqueduc).



## S'y rendre

De la D33 prendre en direction du nord, le long des ponts aqueducs. Suivre le sentier, puis traverser le canal.

A droite s'arrêter sur la butte qui surplombe les ponts aqueducs.



## à faire

Partir de la topographie du terrain pour expliquer la nécessité de construire un pont-aqueduc sur le site de Barbegal. Dégager les principales caractéristiques des deux constructions : le canal enterré (aqueduc sud) et les ponts-aqueducs.

Voir apport méthodologique : Lire des vestiges archéologiques p. 10

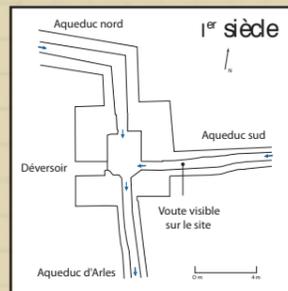
Commencer à faire réagir les élèves sur le nombre de ponts-aqueducs (il y en a deux parallèles) pourquoi ?  
Aller à l'étape 2.



## En savoir +

Vous êtes sur le bassin de convergence\* entre l'aqueduc venant du sud et l'aqueduc venant du nord. L'ensemble n'est plus visible aujourd'hui.

Voir la fiche Icono n°1 : Tracé des ponts-aqueducs d'Arles

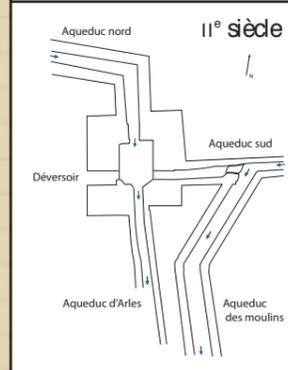


Le bassin de convergence a été fouillé dans les années 1989-1991. Il n'est pas visible aujourd'hui, car comblé pour des raisons de sécurité. Les archéologues ont pu remarquer deux grandes périodes de fonctionnement de ce bassin liées au rôle différent des deux aqueducs :

I<sup>er</sup> siècle ap. J.-C., avant la construction des moulins : le bassin assurait le mélange des eaux des deux aqueducs des Alpilles. Les eaux sorties de ce bassin franchissaient alors le vallon des Arcs en un seul conduit : celui alimentant Arles.

II<sup>e</sup> siècle ap. J.-C., après la construction des moulins : Comme l'eau de l'aqueduc sud était affectée directement aux moulins pour faire fonctionner la meunerie (cf. Etape 5), le bassin ne recevait plus que les eaux de l'aqueduc nord servant à alimenter Arles.

Voir la fiche Synthèse n°1 : CHRONOLOGIE



Plan du bassin de convergence. (A. Genot d'après M. Borely, CC)

## Notions clés

**Aqueduc / Pont-aqueduc :** ouvrage destiné à transporter l'eau, dans des tuyaux ou dans des canaux, et pouvant comporter des tronçons surélevés ou souterrains.

Si la canalisation de l'aqueduc doit franchir un obstacle, on parle de pont-aqueduc.

**Bassin de convergence :** Bassin assurant la convergence de deux canaux différents. Le bassin de convergence avait également une fonction de redistribution de ces eaux accumulées.

## Notions clés

### La Garrigue

Paysage typique des collines calcaires méditerranéennes, constitué principalement d'arbrisseaux résistant à la sécheresse, formant des fourrés épineux et denses, quasiment impénétrables.

# La visite de l'environnementaliste

## La garrigue\*

A quoi reconnaît-on la garrigue ?

Que peut-on dire de l'évolution du paysage ?

Tourner le dos aux ponts-aqueducs et regarder le paysage, face au nord.

## LE SOL

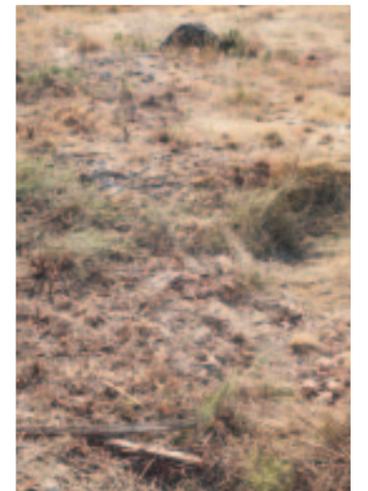
### à voir

Un sol peu épais, rocailleux, où la litière\* est faible voire nulle par endroit.

Des végétaux buissonnants (feuilles piquantes et persistantes), entremêlés les uns aux autres.

### à savoir

On est sur le versant sud, le plus exposé au soleil. En été les températures élevées provoquent une importante évaporation, ce qui ne ménage pas les plantes.

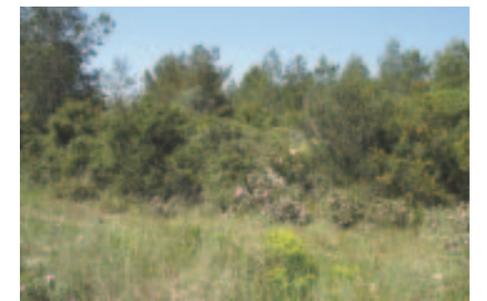


## LES VÉGÉTAUX

### à voir

Une garrigue en mutation : oliviers (trace d'une activité agricole passée), pins d'Alep, chênes-kermès, chênes verts et cistes.

Voir la fiche Synthèse n°3 : L'herbier, identification de la flore



### à savoir

#### L'influence de l'homme sur le paysage

Parmi ce fouillis d'espèces végétales, on reconnaît l'olivier, arbre planté et cultivé par l'homme pour ses olives. Suite à un abandon d'entretien, cette oliveraie a été colonisée par divers plantes sauvages telles que le chêne kermès, typique des garrigues méditerranéennes. Le pin d'Alep, profitant de sa grande capacité à résister à la forte insolation et à la sécheresse, tend à dominer petit à petit le peuplement de la garrigue.

D'une manière générale la garrigue n'est pas naturelle car c'est un lieu d'activités importantes : troupeaux (chèvres, moutons), verriers (bois pour alimenter les fours), bouscatiers (charbonniers, bois pour fabriquer du charbon), ruscaires (écorceurs, écorces à destination des tanneurs), ramasseurs de lavande sauvage (l'aspic) pour la distiller, petits propriétaires (défrichage d'un arpent pour y planter des oliviers, ce qui a été le cas ici, ou de la vigne).

Ces activités ont périéridité avec l'avènement de la révolution industrielle puis l'exode rural, ce qui fait que la végétation regagne du terrain et rend ces zones dangereuses en cas d'incendie.

## LES VÉGÉTAUX



## à faire... suite

## Lire le paysage

Faire dessiner ou utiliser la photo pour faire remarquer sur les différents plans chaque espèce de végétaux et les décrire selon les grilles de collecte et les types de végétaux.

Voir la fiche Synthèse n°3 : L'herbier, identification de la flore

Voir apport méthodologique : Lire un paysage (tableaux) p. 12

Les deux ponts aqueducs  
le calcaireLa **visite**  
de l'archéologueLes deux ponts aqueducs  
du vallon des Arcs

Pourquoi deux ponts aqueducs ?  
Qu'est ce qui les différencie ?

 à voir

- Le « **pont d'Arles** », qui est le plus ancien des deux (1<sup>er</sup> siècle), est caractérisé par l'utilisation de gros blocs appelés grand appareil\*.
- Le « **pont des moulins** », construit seulement au 11<sup>e</sup> siècle, est, à l'inverse, bâti en maçonnerie de blocage en petit appareil\*. C'est le même mode de construction que l'on pourra observer pour la meunerie. Le grand appareil n'est utilisé qu'en deux endroits précis des piliers : à la base et pour les impostes\*.

Voir la fiche Icono n°1 : Tracé des ponts aqueducs d'Arles

Voir la fiche Synthèse n°1 : CHRONOLOGIE



## S'y rendre

Pedescendre de la butte sur le sentier, longer les aqueducs et s'arrêter au niveau des piles en grand appareil de l'aqueduc d'Arles.

 à savoir

- Le vallon des Arcs est franchi par deux ponts aqueducs parallèles de 325 m de long. L'un appelé « pont des moulins » était destiné à alimenter l'usine de Barbegal. L'autre appelé « pont d'Arles » amenait à la cité d'Arles l'eau potable.
- Si le pont d'Arles comportait 36 arches\*, l'autre n'en avait que 28. Cela était dû au mode de construction du pont des moulins, qui permettait d'élever un nombre moindre de piles\* et d'arches.
- Comme tous les ponts romains, ils comportaient chacun une section sur arche et une section sur mur de soutènement.

Voir la fiche synthèse n°2 : L'adduction d'eau chez les Romains

## à faire



Repérer deux types différents de construction et donc deux ponts différents.

Les différencier : le grand appareil du pont d'Arles et le petit appareil du pont des moulins.

Réaliser un relevé de chaque type de construction :

grand appareil / petit appareil à l'aide d'un quadrillage fourni aux élèves.

Voir apport méthodologique : Lire des vestiges archéologiques p.10

## Notions clés

### Grand appareil :

ensemble non maçonné constitué par des pierres taillées n'ayant pas moins de 0,40 à 0,50 m de hauteur ;

### Petit appareil :

Ensemble maçonné constitué par des pierres de 0,15 m de hauteur et 0,25 à 0,30 m de longueur.



## LES VÉGÉTAUX

Tourner le dos aux aqueducs, et regarder le paysage, face à l'ouest.

### à voir

- › **Espace ouvert** : le champ
- › **Les arbres fruitiers** : le verger
- › **Les pins**
- › **La garrigue** : chênes-kermès, cistes

### à savoir

La roche calcaire blanchâtre n'est quasiment plus visible ici. Elle est recouverte d'un sol plus meuble autorisant des zones de cultures sèches\* traditionnelles du type oliviers, arbres fruitiers, vignes. Comme suite à un arrêt de l'activité agricole, on constate une nouvelle fois une forte colonisation du verger par la garrigue puis les pins.

Voir la fiche Icono n° 4 : Plan en coupe du site des ponts aqueducs et de la meunerie de Barbegal

### à faire :

#### Le photographe amnésique

Un photographe vient de terminer un reportage sur la meunerie romaine de Barbegal et ses environs proches, en oubliant la légende des photos et le lieu exact des prises de vue. À l'aide de la photo représentant le détail d'un bloc de calcaire avec des fragments de récifs coralliens, retrouver l'endroit précis de prise de vue. À cet endroit, on répond à un questionnaire qui nécessite une observation et / ou une recherche d'informations à propos du calcaire.

## La visite de l'environnementaliste

### Le calcaire

De quelle nature est la pierre utilisée pour les aqueducs ?

A quoi voit-on l'arrêt récent de l'activité agricole ?

### LE SOL

#### à voir

L'aqueduc est construit avec de gros blocs de calcaire.

On peut observer dans la roche des fragments de récifs coralliens, mollusques fossiles, huîtres..., véritable "mémoire" des milieux naturels qui se sont succédé depuis des millions d'années.



#### à savoir

Le calcaire utilisé ici est de type urgonien\*.

Sa solidité et sa couleur blanche en font une pierre très employée dans le bâtiment. Ces caractéristiques sont dues à son mode de formation : il s'agit d'une roche sédimentaire\* créée il y a 115 millions d'années par le dépôt d'animaux et de plantes au fond d'une mer peu profonde et dans un climat tropical. La tectonique des plaques jouant (compression et soulèvement des Pyrénées puis des Alpes), ce calcaire s'est retrouvé dans des collines, des massifs montagneux, et affleure actuellement à l'air libre.

## LE SOL ET LE CLIMAT



## à voir

➤ **Sol plus profond** et plus argileux qu'à l'étape 1 et 2.

## à savoir

Cela est dû à la topographie du sol, le rocher est bien plus profond à cet endroit et la situation en bout de pente permet le ruissellement et favorise l'accumulation de sédiments propre à un sol argileux.

Les oliviers du champ ci-devant bénéficient donc d'une qualité de sol meilleure (profond, argileux), d'une meilleure irrigation due à l'intervention de l'homme (canal) et d'une protection du vent du nord en raison de la haie de cyprès plantée par l'homme.

Voir la fiche Icono n°4 : Plan en coupe du site des ponts aqueducs et de la meunerie de Barbegal

## à faire

Faire comparer les oliviers de l'étape 1 et ceux du champs ci-devant : taille différente en raison de la qualité du sol, meilleur et plus arrosé dans le champ.

Voir apport méthodologique : Lire un paysage (tableaux) p. 12

## En savoir +

## LA CULTURE DE L'OLIVIER dans les Alpilles



Les Alpilles accueillent environ 585 700 oliviers et 4 600 producteurs. C'est une culture en pleine expansion. En 2004, 450 000 litres d'huile d'appellation d'origine contrôlée (AOC) vallée des Baux (soit près de 20% de la production nationale) ont été produits.

Le label de qualité AOC vallée des Baux a permis de relancer la plantation d'oliviers.

**Les caractéristiques principales de cette AOC sont :**

- **Variétés principales :** Salonenque, Berugnette, Grossane, Verdale des Bouches-du-Rhône.

- **Variétés secondaires :** Ficholine et variétés locales diverses.
- Chaque olivier dispose d'une superficie minimale de 24 m<sup>2</sup>.
- **Taille :** Les oliviers doivent être taillés au moins une fois tous les deux ans.

Une huile d'olive AOC vallée des Baux-de-Provence se caractérise par la variante "fruité vert" aux arômes d'artichaut cru, de foin coupé, d'herbe mouillée, de thym, de tomates, d'agrumes, d'amandes amères, de bananes fraîches, de pommes vertes.

L'aqueduc d'Arles /  
les cultures traditionnellesLa **visite**  
de l'archéologue

## L'aqueduc d'Arles

Comment ce pont aqueduc a-t-il subi l'épreuve du temps ?

Comment décrire, le vocabulaire technique ?

## à voir



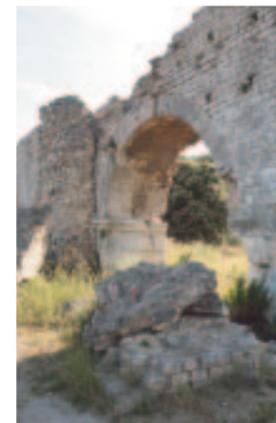
- **La base en grand appareil** qui correspond à un état plus ancien du pont aqueduc d'Arles.
- **La maçonnerie de petit appareil** qui correspond à un nouvel état du pont daté du II<sup>e</sup> siècle.

## à savoir

Au II<sup>e</sup> siècle, le pont d'Arles a été reconstruit pour consolider les arches. Les anciennes piles ont été arasées et ont servi de fondation\* aux nouvelles.

Voir la fiche synthèse n°2 : L'adduction d'eau chez les Romains

## voir



- **La maçonnerie de blocage (pile)** en petit appareil faisant office d'entretoise\*.

## à savoir

➤ pour éviter qu'un pont ne tombe sur l'autre, il a fallu effectuer de rapides travaux de consolidation. Une pile est installée entre les deux ponts.

Voir la fiche synthèse n°2 :  
L'adduction d'eau chez les Romains



## S'y rendre

Longer les ponts aqueducs, traverser la D33 et reprendre le sentier le long de l'aqueduc (à droite), et du champ d'oliviers (à gauche).



S'arrêter environ 20 mètres après la route. En chemin faire observer à droite, la canalisation (*specus*) conservée au sommet de l'aqueduc d'Arles.



## à voir

➤ **les traces de mortier de tuileau\*** de couleur rosée. Ce mortier permettait d'assurer l'étanchéité de la canalisation. La photo montre l'intérieur de la canalisation.



## à savoir

Normalement en hauteur, cette section de canalisation tombée à terre permet de voir et toucher la canalisation qui transportait l'eau. La « pierre » qui recouvre le fond de la canalisation correspond aux dépôts carbonatés liés au passage de l'eau.

Voir la fiche synthèse n°2 : L'adduction d'eau chez les Romains

## Notions clés

**Mortier de tuileau :** mélange de chaux et de débris de poteries et de briques concassées recouvrant les parois d'une maçonnerie afin d'en assurer l'étanchéité.

## Notions clés

### Cultures sèches :

cultures pratiquées sans aucun autre apport d'eau que les précipitations locales ou la réserve naturelle en eau des sols.

# La visite de l'environnementaliste

## Les cultures traditionnelles

Comment sont gérées les cultures traditionnelles aujourd'hui ?

## LES VÉGÉTAUX CULTURES SÈCHES

### à voir

- **Les cyprès** le long de la D83. (Faire constater l'alignement des haies dû à la main de l'homme).
- **Le champ d'oliviers** cultivé (alignement, terrain travaillé).



### à savoir

Là aussi, la roche calcaire blanchâtre n'est plus visible. Elle est recouverte d'un sol plus meuble favorable aux cultures sèches - ici d'oliviers. Ces cultures sont très majoritairement situées dans le massif, alors que les cultures de céréales et de primeurs sont surtout dans la plaine. L'irrigation des Alpilles demeure récente. Pour le sud, c'est le canal de la vallée des Baux qui achemine l'eau depuis le début du <sup>xx</sup>e siècle. Seule la partie est, depuis Adam de Craponne\*, bénéficiait d'un réseau d'irrigation depuis le <sup>xiii</sup>e siècle.

Depuis le terrible gel de 1956, la plupart des oliviers sont repartis de la souche, ce qui explique la présence d'une vieille souche au centre de 3 à 5 rejets.



### à faire

Faire remarquer sur les différents plans, chaque espèce de végétaux, les décrire selon les grilles de collecte.

Voir la fiche Synthèse n°3 : L'herbier, identification de la flore  
Voir apport méthodologique : Lire un paysage (tableaux) p. 12

## à faire

Collecte d'informations organisée sous formes de tableaux.

Voir apport méthodologique : Lire un site archéologique p. 10

Faire dessiner ou utiliser la photo et à l'aide du vocabulaire des étapes 2 et 3 défini dans le lexique, compléter l'image suivante.



## S'y rendre

Laisser les vestiges romains derrière soi et observer la vue : champ d'oliviers au premier plan, et haie de cyprès à gauche.

## LE SOL ET L'EAU

à voir 

- **La roche calcaire**
- **Les fissures dans la roche** (La structure fissurale du karst\* dans la partie creusée dans la roche).

à savoir 

L'ensemble de ces fissures est le résultat de l'action des eaux acides\* sur les roches calcaires : c'est un processus d'érosion. L'eau chargée d'acide a la propriété de dissoudre les carbonates constituant les calcaires,

créant ainsi des vides (fissures) souvent très importants (grottes, gouffres).

Le creusement des cavités, comme l'érosion superficielle des roches calcaires, fait intervenir à la fois des processus chimiques (dissolution des carbonates par des eaux enrichies en gaz carbonique) et mécaniques (conditions de circulation de l'eau, tant en surface que dans les roches).

## LES VÉGÉTAUX ET LE SOL



zone est soumise à une forte insolation, avec une faible capacité de rétention de l'eau de pluie en surface.

Voir la fiche Icono n°4 : Plan en coupe du site des ponts aqueducs et de la meunerie de Barbegal



## à faire :

Une lecture approfondie de paysage est recommandée à cette endroit.

Voir la fiche Synthèse n°4 : Lecture d'un paysage : la vallée des Baux-de-Provence

 S'y rendre

Traverser la Pierre Trouée et arrêtez vous face au point de vue sur la vallée.

à voir 

- **Les escarpements rocheux.** Observer le sol à gauche comme à droite. Comparaison avec étape 1 et 2 sur la végétation : faire constater le faible taux de recouvrement du sol.

à savoir 

Les sols sont largement exposés à l'érosion (ruissellement), peu épais voire nuls, pentus ou en zone de crête. La roche affleure directement à la surface. Cette

# La Pierre Trouée / les phénomènes karstiques\*

## La visite de l'archéologue

### La Pierre Trouée « pèira traucada »

Comment les deux canaux franchissaient-ils la crête de la Pène ?

 à voir


Au niveau de la Pierre Trouée, nous marchons sur le fond de la canalisation et c'est l'occasion de repérer la maçonnerie, les traces de mortier de tuileau et le dépôt calcaire.

 à savoir

Le mortier de tuileau est un indice important pour l'archéologue puisqu'il signale la présence de l'eau. On en retrouve plusieurs traces dans la meunerie elle-même.

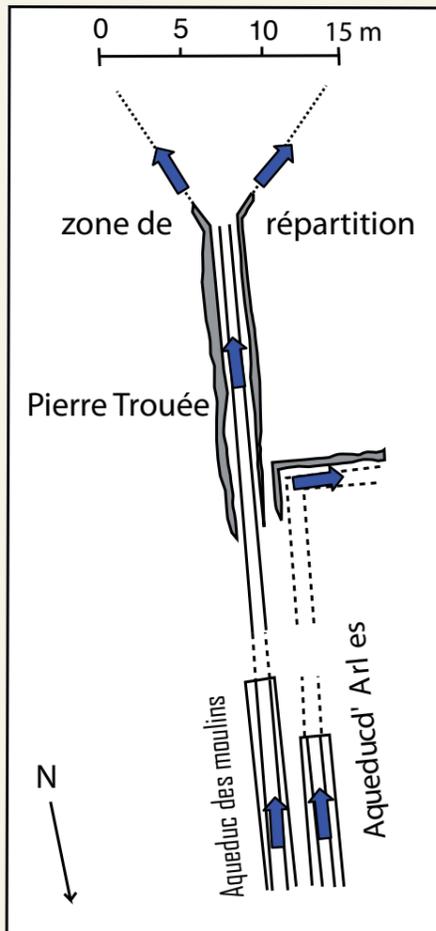
 à voir

- A gauche, **la canalisation de l'aqueduc des moulins**, qui arrive à la Pierre Trouée.
- A droite, **la bifurcation à angle droit de l'aqueduc d'Arles**, qui contourne la crête pour traverser la vallée des Baux.



## S'y rendre

Prolonger le sentier en montant. S'arrêter avant le passage creusé dans la pierre.



### à savoir

Les ponts aqueducs parallèles viennent buter sur un éperon rocheux : la crête de la Pène. Là, les deux canaux qui sont creusés dans la roche se séparent.

Celui de l'aqueduc d'Arles bifurque à angle droit, contourne la crête et se dirige vers Arles. L'autre, l'aqueduc des moulins, traverse la crête de l'éperon par une tranchée profonde, longue d'environ 15 m : la Pierre Trouée. Cette canalisation permettait de faire fonctionner les moulins. **Attention** : la canalisation n'est pas un chemin.

Voir la fiche synthèse n°2 : L'adduction d'eau chez les Romains

Arrivée de l'aqueduc des moulins et départ de l'aqueduc d'Arles  
(L. Marlin, d'après F. Benoit, Revue archéologique, 1940, 1)

### à faire

Un travail d'observation à l'aide des tableaux de collecte d'information.

Voir apport méthodologique : Lire des vestiges archéologiques p. 10

Lecture de plan : confrontation entre le schéma et le site.

### Notions clés

**Phénomène karstique** : Le karst est un paysage façonné principalement dans le calcaire. Les paysages karstiques sont caractérisés par des formes de corrosion de surface, mais aussi par le développement de cavités par les circulations d'eaux souterraines.

# La visite de l'environnementaliste

## La pèira traucada

Comment débute la formation d'un sol sur un rocher ?

Comment expliquer l'aspect fissuré de la roche ?

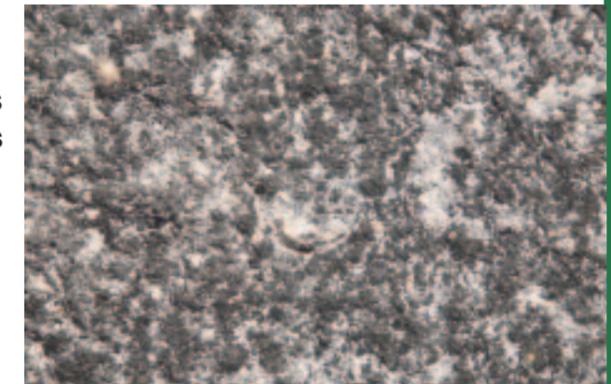
### S'y rendre

S'approcher à l'entrée de la Pierre Trouée.

## LES VÉGÉTAUX

### à voir

- Les lichens\* orangés, blancs, gris
- Les mousses



### à savoir

Les roches solides, comme celles de la "Pierre Trouée", sont rapidement colonisées par des algues microscopiques dont les conditions de vie sont précaires car la moindre sécheresse les tue. Si des spores de champignons viennent à germer à la surface de ces algues, elles sont alors protégées de l'évaporation et forment une nouvelle entité qui peut survivre sur un rocher. Le résultat de cette symbiose est le lichen. Ces lichens produisent des acides capables d'extraire les sels minéraux du calcaire. Ils participent en quelque sorte à l'érosion de la roche. Après leur mort, ils constituent un terreau fertile, propice à la croissance des mousses puis d'autres végétaux. C'est le premier stade de colonisation par la végétation d'un milieu "sans sol" et délaissé par la plupart des autres organismes.



## Le moulin et la chambre de mouture

Comment fonctionne cette meunerie ?

A compléter par la visite du musée départemental de l'Arles antique



### à voir

- **Le bief et la chambre de mouture la mieux conservée** derrière le mur en moellons.
- **Les escaliers de service** permettant d'accéder plus facilement aux roues pour les entretenir. Ils étaient adossés au mur extérieur de l'édifice. Cette chambre de mouture correspond à la chambre n°2 du plan de la meunerie de Barbegal.

Voir la fiche Icono n°2 : Plan de la meunerie de Barbegal

- **La couche de mortier de tuileau et de calcaire** permet de voir l'endroit où était logé la roue du moulin.



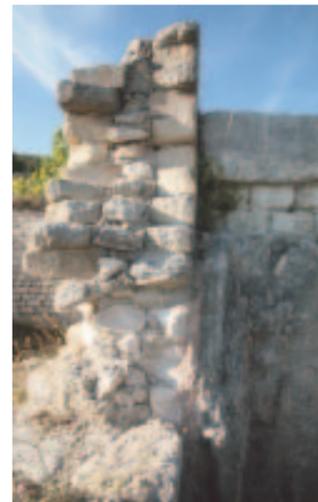
## S'y rendre

Longer la meunerie par la droite puis remonter le petit sentier sur la gauche.

### Notions clés

#### Roues à augets :

godets en bois fixés à la circonférence d'une roue hydraulique et destinés à recevoir l'eau motrice. Ces roues en bois n'ont pas été conservées.

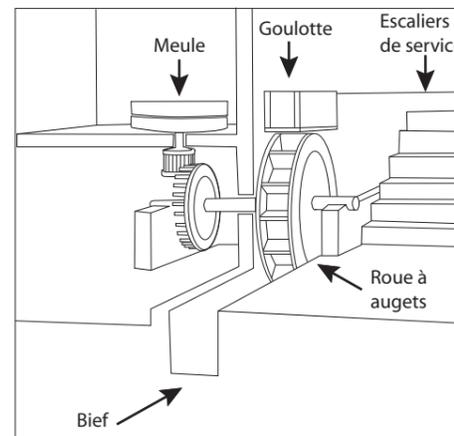


### à savoir

#### Le moulin et la chambre de mouture

Une goulotte en bois amène l'eau par-dessus la roue à augets\* qui, une fois remplis, font tourner la roue par leur poids (la rotation s'effectue dans le sens du courant). Ces roues devaient mesurer environ 2,20 m de diamètre pour une largeur de 0,70 m. Elles étaient montées sur un arbre horizontal qui, par un système d'engrenage, transmettait le mouvement aux meules\* de broyage du grain.

Voir la fiche Synthèse n°5 : La maquette de la meunerie de Barbegal  
Voir la fiche Icono n°3 : Vue de la maquette de Barbegal



Reconstitution du mécanisme du moulin de Barbegal  
(L. Martin, d'après J.-P. Adam)

### à faire

Repérer à chaque étape l'emplacement des vestiges visibles en les reportant sur le plan de la meunerie (les surligner par exemple d'une couleur).

Voir la fiche Icono n°2 : Plan de la meunerie de Barbegal

# La meunerie de Barbegal

## La visite de l'archéologue

### La zone de répartition et l'acheminement de l'eau

Comment l'eau se distribuait-elle pour actionner les moulins ?

Comment était-elle ensuite évacuée ?



### à voir

- **Des traces de taille** dans la roche à l'extrémité de la Pierre Trouée, qui correspondent au départ des deux canalisations qui partent chacune de façon oblique vers la droite et vers la gauche.



### à savoir

L'eau arrivait en haut de la colline par la canalisation qui traverse la Pierre Trouée. De là, deux murs partaient à l'oblique (en éventail) et supportaient chacun une canalisation qui venait alimenter la meunerie ou l'usine hydraulique.

L'eau amenée par l'aqueduc des moulins se subdivisait en deux canalisations. Celles-ci alimentaient deux séries de biefs\* disposés en gradin qui actionnaient les roues des moulins.

Au bas de la meunerie, l'eau était évacuée par deux égouts souterrains dont l'un a été fouillé dans les années 90, mais qui se trouve à environ 1,30 m sous le niveau actuel du chemin du Paradou (chemin situé au bas de la meunerie). Cette eau devait être utilisée pour irriguer les champs de blé, que l'on peut imaginer en contrebas de la colline, dans la vallée des Baux.

Voir la fiche Synthèse n°5 : La maquette de la meunerie de Barbegal

Voir la fiche Icono n°2 : Plan de la meunerie de Barbegal

Voir la fiche Icono n°3 : Vue de la maquette de Barbegal



## S'y rendre

Traverser et rester à la sortie de la Pierre Trouée, tourner le dos à la vallée.



## Le choix du lieu

Pourquoi et comment implanter une meunerie à cet endroit ?



### à voir

Localiser l'implantation de la meunerie sur une pente.

### à savoir

Les moulins sont implantés sur le versant sud du chaînon calcaire de la Pène, d'un dénivelé de 18,60 m et d'une longueur de 60 m. Leur localisation s'explique donc par la topographie, qui offrait une pente de 30%, propice à l'utilisation de la force motrice hydraulique.

## Le mur de clôture



### à voir

Les vestiges du mur de clôture de la meunerie qui partaient du haut de la colline à droite de la Pierre Trouée.

### à savoir

Le mur de clôture : la meunerie proprement dite était encadrée par un mur de clôture ou une enceinte, dont le tracé est reconnaissable sur les deux côtés aux gradins en escaliers qui gravissent la pente rocheuse. Ces « petites marches » taillées dans la pierre supportaient les fondations du mur de clôture de la meunerie.



## S'y rendre

Se décaler sur la droite, face à la vallée, pour disposer d'un espace plus grand pour faire une introduction sur la meunerie.

La meunerie hydraulique de Barbegal est considérée comme un ensemble industriel unique dans le monde antique. La taille et la capacité de production de cette usine laissent à penser qu'il s'agissait d'un monument municipal alimentant la cité romaine d'Arles.



## S'y rendre

Descendre par la droite du site (face à vous) en empruntant l'ancien mur de clôture qui forme comme un escalier, correspondant aux assises du mur de clôture ouest.

## L'escalier central

Comment s'organise l'implantation d'un tel bâtiment ?



### à voir

L'escalier au centre dont il ne subsiste que quelques marches.

De part et d'autre de cet escalier, on peut observer les murs correspondant aux chambres de mouture.

Tout en bas, le seuil d'entrée dans la meunerie.

### à savoir

L'escalier central permettait d'accéder aux chambres de moutures\* adjacentes. Les archéologues supposent qu'une rampe le joignait. Cette dernière devait servir à faire remonter des sacs de farine ou autres charges importantes en haut de la colline.

Au bas de l'escalier, se trouve un seuil. Il s'agissait de la « porte d'entrée » de l'usine.



## S'y rendre

Arrivé au bas du site, sur le chemin, se mettre face à la meunerie.

## Chronologie

### Rome, l'Empire et Arles Site de Barbegal

#### Haut Empire

**-46**

Arles devient une colonie romaine avec César

**Dynastie des Julio-Claudiens**

(- 27 / 68)

**-27**

Auguste établit l'Empire

**-12 / -10**

Construction du forum et du théâtre d'Arles par Auguste

**Dynastie des Flaviens**

(68 / 96)

**90**

Construction de l'amphithéâtre d'Arles

**Dynastie des Antonins**

(96 / 193)

**149**

Construction du cirque d'Arles

**Période d'instabilité, crise de l'Empire romain**

(235 / 284)

**284**

Empire divisé en deux :  
Dioclétien en Orient,  
Maximien en Occident

**Courant I<sup>er</sup> siècle**

Construction de 2 aqueducs convergeant dans un bassin au niveau du vallon des Arcs et continuant vers Arles pour l'alimenter en eau.

**117**

Règne d'Hadrien

Construction de la meunerie et d'un second pont aqueduc pour alimenter les moulins. Reconstruction de l'aqueduc d'Arles (?)\*

**Fin du III<sup>e</sup> - Début IV<sup>e</sup>**

Arrêt du fonctionnement de la meunerie.



## Rome, l'Empire et Arles

## Site de Barbegal

Antiquité tardive

**313**

Installation d'un atelier monétaire à Arles

**314**

Premier concile à Arles

**324**

l'Empire réunié par Constantin  
Début du IV<sup>e</sup> siècle :  
**construction des thermes de Constantin à Arles**

**395**

Empire définitivement divisé  
entre Empire romain d'Orient  
et Empire romain d'Occident

**410**

Pillage de Rome par les Wisigoths

**455**

Sac de Rome par les Vandales

**476**

Chute de l'Empire romain d'Occident.  
Odoacre, roi des Ostrogoths, chasse le dernier  
empereur de Rome.

**512**

Edification du monastère de moniales  
Saint-Jean-Baptiste  
par l'évêque Césaire à Arles

**536**

La Provence devient franque

**Début du IV<sup>e</sup>**

Reconstruction  
de la partie centrale du pont  
aqueduc d'Arles ( ?)\*



Courant IV<sup>e</sup>  
Arles est toujours alimentée par  
l'aqueduc ouest

\* D'après les récentes publications de Philippe Levau, l'aqueduc d'Arles ne serait pas reconstruit au IV<sup>e</sup> siècle (comme on le pensait traditionnellement) mais au II<sup>e</sup> siècle.

## Lexique

**Adam de Craponne**

Né à Salon-de-Provence en 1526 et mort empoisonné à Nantes en 1576. Gentilhomme provençal et ingénieur français, il fit construire entre 1557 et 1558 le canal qui porte son nom, qui permet d'irriguer la Crau avec de l'eau provenant de la Durance.

**Appareil**

Ensemble maçonné constitué d'éléments taillés ou dressés. Il existe une grande variété d'appareils souvent appelés *opus*. Dans le cas d'une construction en pierre de taille, on parlera de grand appareil, moyen appareil, ou de petit appareil, suivant la hauteur des blocs de pierre.

- ▶ un grand appareil est constitué par des pierres taillées (0,40 à 0,50 m de hauteur) à joints vifs (sans mortier)
- ▶ un petit appareil est constitué par des pierres maçonnées de 0,15 m de hauteur et 0,25 à 0,30 m de longueur.

**Aqueduc**

Du latin *aquae ductus*, qui signifie « conduire l'eau » : ouvrage destiné à transporter l'eau, dans des tuyaux ou dans des canaux, et pouvant comporter des tronçons surélevés ou souterrains.

**Arche**

Baie libre couverte d'une voûte en berceau et inscrite dans toute l'épaisseur d'une construction, comme l'arche d'un pont par exemple.

**Augets**

Godets en bois fixés à la circonférence d'une roue hydraulique et destinés à recevoir l'eau motrice (il existe aussi des roues à pales).

**Bassin de convergence**

Bassin assurant la convergence de deux canaux différents. Le bassin de convergence avait également une fonction de redistribution de ces eaux accumulées.

**Bief**

Canal de dérivation qui conduit les eaux d'un cours d'eau vers une machine hydraulique. On appelle également bief la portion d'un canal de navigation comprise entre deux écluses.

**Canal**

Conduit permettant le passage d'un fluide. Le canal de l'aqueduc est constitué d'un radier (maçonnerie de revêtement édifiée pour résister à la pression des eaux) avec deux piédroits et une voûte en berceau.

**Chambre de mouture**

Pièce abritant la meule.

**Climat méditerranéen**

Il se manifeste souvent par ses excès et son imprévisibilité. Les pluies sont irrégulières et souvent brutales. En moyenne, sur 365 jours, seulement 80 sont pluvieux. Les températures sont rarement négatives en hiver et dépassent souvent les 30°C en été. Exceptionnellement les gelées peuvent être fortes. La saison chaude est aride : la quantité d'eau de pluie est inférieure au total de ce que consomment les êtres vivants et de ce qui s'évapore du sol.

**Cochenille**

Grande famille d'insectes à 4 ailes membraneuses identiques, possédant des pièces buccales avec un rostre court et un système piqueur déroulant, adapté à la succion.

**Conifère**

Plante à graines en cône. Tous les conifères existants sont des plantes ligneuses dont la plupart sont des arbres, les autres étant des arbustes. Les conifères les plus répandus dans les Alpes sont le pin et le cyprès.

### Cultures sèches

Elles sont traditionnellement opposées aux cultures irriguées. Elles peuvent être pratiquées sans aucun autre apport d'eau que les précipitations locales ou la réserve naturelle en eau des sols sur lesquels elles sont pratiquées.

### Cultures maraîchères

Concerne la culture des légumes et des primeurs.

### Outicule

Fine couche de cutine et de cires, imperméable à l'eau, plus ou moins perméable aux gaz, qui recouvre les feuilles de certains végétaux.

### Eau chargée d'acide

Les eaux de pluie ne sont normalement pas acides. Elles le deviennent en traversant l'atmosphère, ensuite et surtout par effet de percolation à travers le sol, pour s'enrichir en gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) issu de l'activité bactériologique sur la matière organique présente dans les sols (végétaux, animaux...).

### Entretoise

Dans une charpente, pièce placée horizontalement entre deux pièces parallèles pour maintenir leur écartement et les raidir.

### Fondations

Parties inférieures enfouies d'une construction destinées à en assurer à la base la stabilité.

### Garrigue

C'est la formation végétale la plus typique des collines calcaires. Son aspect est caractéristique. On y retrouve surtout des buissons assez bas, ne dépassant guère la taille pin d'Alep. Ils conservent presque tous leur feuillage l'hiver, qui n'est pas particulièrement la mauvaise saison pour eux, car le

sol est assez humide, et les périodes de grand froid sont assez courtes.

Traditionnellement, les garrigues étaient surtout les espaces parcourus par les troupeaux ; aujourd'hui, tous les terrains calcaires abandonnés, friches, zones brûlées restent, pour un temps seulement des garrigues traditionnelles.

### Imposte

Du latin *imponere*, qui signifie « placer sur » : moulure saillante située au-dessus d'un pilier ou d'un piédroit et en dessous de la naissance d'un arc.

### Karst

Caractérise l'ensemble des vides créés dans un massif de roches calcaires par dissolution de la roche sous l'action des eaux (pluie, neige, ruissellement).

### Lichen

Les lichens sont le résultat d'une symbiose entre un champignon hétérotrophe (nécessité de se nourrir de constituants organiques préexistants, d'origine animale ou végétale) et une algue verte autotrophe (qui produit sa propre matière organique et peut ainsi se développer sur un milieu minéral).

C'est une association à bénéfices réciproques pour les partenaires, qui entraîne des modifications morphologiques et physiologiques (ces dernières liées à des interactions génétiques entre les deux partenaires). Le champignon fournit le support, les sels minéraux et la réserve d'humidité ; l'algue fournit les nutriments issus de la synthèse chlorophyllienne.

### Litière

Ensemble de feuilles mortes et de débris végétaux et animaux en décomposition qui recouvrent le sol (des forêts principalement).

### Meule

Cylindre plat et massif, servant à broyer, à moulin les grains de blé pour en faire, à terme, de la farine.

### Mortier de Tuileau

En latin *opus signinum* : ce mortier hydraulique était constitué d'un mélange de chaux grasse (calcaire blanc) et d'une argile cuite et pulvérisée (débris de poteries et de briques concassées). Recouvrant les parois d'une maçonnerie, il permettait d'assurer l'étanchéité d'un ouvrage.

### Parement

Surface extérieure et visible d'un mur.

### Phénomènes karstiques

Le karst est un paysage façonné dans des roches solubles carbonatées. Ce n'est pas une roche mais bien un paysage qui peut se développer principalement dans le calcaire. Les paysages karstiques sont caractérisés par des formes de corrosion de surface, mais aussi par le développement de cavités par les circulations d'eaux souterraines.

### Pile

Pilier de maçonnerie soutenant les arches (d'un pont). Support vertical au plan massé le plus souvent rectangulaire. La pile se distingue du pilier par son aspect massif. Ce terme désigne plus couramment les supports d'un pont reliés par les arches.

### Pont aqueduc

Ouvrage d'art sur arches destiné au transport d'une canalisation. Le pont est utilisé dans tous les cas où la canalisation de l'aqueduc devait franchir une rivière ou une dépression profonde.

### Roche sédimentaire

Elle résulte de l'accumulation et du compactage de débris d'origine minérale (dégradation d'autres roches), organique (restes de végétaux ou d'animaux, fossiles) ou de précipitation chimique.

### Souche drageonnante

Les drageons sont de nouvelles tiges qui naissent des racines d'un arbre.

### Specus

En latin cave ou caverne : par suite, on transposa ce mot au canal sombre et couvert qui servait à conduire l'eau dans un aqueduc.

### Stomate

Pore ouvert dans l'épiderme des feuilles et permettant les échanges gazeux avec l'atmosphère. Il peut s'ouvrir et se fermer.

### Urgonien

Nom donné aux roches calcaires abondantes dans les chaînes pré-alpines (Vercors, massif de la Chartreuse, Bauges, etc.) et le sud-est de la France. Ce nom provient de la commune d'Orgon (Massif des Alpilles) où cette pierre est exploitée.

### Voûte

Ouvrage de maçonnerie cintré, formé d'un assemblage de pierres qui s'appuient les unes sur les autres. Le plus souvent le type de voûte est défini par la translation d'un arc (voûte en berceau).

## Maquette du musée n°8 La meunerie de Barbegal

### < Fiche d'identité

#### Définition

➤ **Stuée sur la commune de Fontvieille**, non loin de l'abbaye de Montmajour, la meunerie hydraulique de Barbegal est la plus grande et la mieux conservée du monde antique. La construction de ce bâtiment quasi industriel semble liée au développement de la culture des céréales et à l'approvisionnement en farine de la colonie d'Arles.

#### Date

➤ **Construite dans le courant du II<sup>e</sup> siècle**, elle fut utilisée jusqu'à la fin du III<sup>e</sup> siècle. Découverte et fouillée entre 1937 et 1939 par Fernand Benoit, elle est classée au titre des Monuments historiques.

### Fiche descriptive

#### Particularité

◊ La capacité de production de l'usine est évaluée à 4,5 tonnes de farine par jour, quantité suffisante à l'approvisionnement quotidien d'une population d'environ 12 000 personnes. Ce chiffre correspondant à une estimation basse de la population arlésienne à l'époque du fonctionnement de la meunerie.

#### Description

▼ La meunerie est judicieusement implantée sur la pente d'une colline qui dominait un marécage : dénivelé de 18,60 m, longueur de 60 m, pente de 30%.

Elle est composée de deux séries parallèles de huit meules en basalte actionnées par des roues à augets\* (diamètre d'environ de 2,20 m) disposées en escalier et alimentées par des biefs\* dont l'eau est issue de l'un des aqueducs d'Arles. Un escalier central dessert l'ensemble des 16 chambres de mouture\*.



## Maquette du musée n°8 La meunerie de Barbegal

### Le site aujourd'hui

#### Archéologie

➤ Le site de la meunerie a entièrement été fouillé. Cependant de nombreux aspects du fonctionnement de cet établissement restent à étudier. Situé sur un terrain privé, il n'est à ce jour pas mis en valeur. Le réseau des aqueducs des Alpilles quant à lui, fait l'objet d'une étude archéologique complète dans le cadre de la mise en place du parc naturel régional des Alpilles.



#### Collection

◀ La meule en basalte, provenant de la meunerie de Barbegal. Les roues font tourner les meules au moyen d'un système de lanterne\*.

### Lexique architectural

#### Meunerie hydraulique

Moulin à eau destiné à utiliser l'énergie mécanique produite par le courant d'un cours d'eau amené au moulin par un bief. En conduisant l'eau au-dessus de la roue, c'est la chute de l'eau qui transmet son énergie à la roue (l'énergie hydraulique remplace l'énergie animale ou humaine).

#### Chambre de mouture

◀ Pièce dans laquelle on moule des céréales à l'aide des meules et des roues actionnées par la force de l'eau.

#### Roue à augets

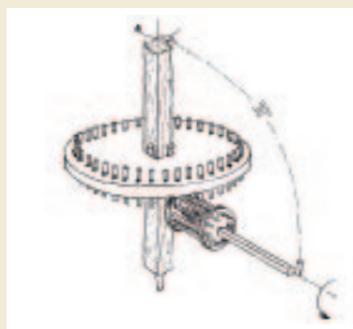
◀ Roue hydraulique sur laquelle sont fixés des godets en bois destinés à recevoir l'eau motrice.

#### Bief

◀ Canal (ou portion de canal) amenant l'eau sur la roue d'un moulin.

#### Système de lanterne ▶

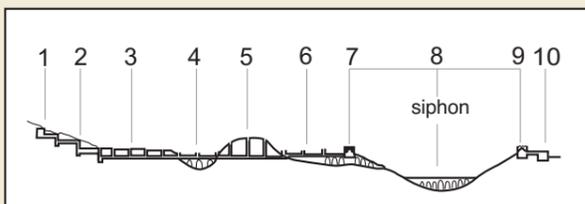
Prenvoi d'axes par deux systèmes d'engrenages dont l'un est une roue munie de dents (alluchons) et l'autre, un tambour formé de deux roues parallèles réunies par des barreaux et qui ressemble à une lanterne.



## L'adduction d'eau chez les Romains

### « L'eau et la ville romaine

Dans l'Antiquité romaine, l'eau représentait un élément important du confort urbain. La construction d'aqueducs\* monumentaux était à la fois un enjeu pour la ville et le moyen, pour Rome, de marquer le paysage rural de sa puissance et de sa permanence. Les Romains possédaient un niveau de recherche et de technicité sur l'adduction de l'eau très avancé avec la construction d'aqueducs dignes de véritables ouvrages d'art.



Légende

- |                                  |                                     |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1 Captage ( <i>castellum</i> )   | 6 File d'arches                     |
| 2 Chute                          | 7 Réservoir de chasse               |
| 3 Canal en tranchée avec regards | 8 Pont-siphon                       |
| 4 Pont-canal                     | 9 Réservoir de fuite                |
| 5 Tunnel avec puits              | 10 <i>Castellum</i> de distribution |

#### Au départ : trouver et capter l'eau

Selon les ingénieurs romains, le point de départ d'un aqueduc doit être en hauteur et la source abondante et régulière. Une fois captée, l'eau, qui peut être retenue par un barrage si nécessaire, est conduite vers un *castellum*\*, dans un bassin de décantation. L'eau est alors acheminée par le canal\* de l'aqueduc pour atteindre à l'arrivée un autre *castellum*.

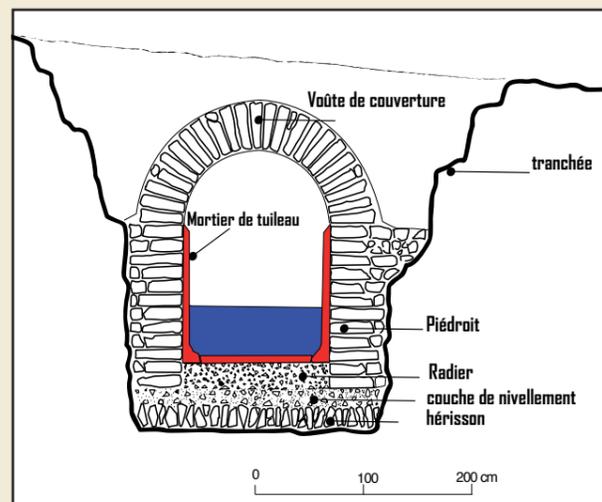
◀ Schéma : le parcours d'un aqueduc selon le relief.  
(D'après J. Burdy, Les aqueducs romains de Lyon, FUL, 2002)

#### Conduire l'eau : le canal

##### Le *specus*\*, souterrain ou aérien

L'utilisation de tuyaux est réservée à l'adduction ou à l'évacuation de l'eau dans les villes. Pour l'aqueduc, l'eau chemine dans un canal couvert, creusé dans le roc ou maçonné dans le sol, appelé *specus*.

##### La forme du *specus*



Un canal couvert ou *specus* est composé d'une galerie maçonnée assez haute pour qu'un homme puisse y pénétrer. Cette galerie est constituée d'un radier\*, de parois montées en pieds-droits\* et d'une voûte en plein-cintre si l'aqueduc est souterrain ou fermée par des dalles (tuiles ou pierres) s'il est aérien.

◀ Schéma : Coupe d'un aqueduc enterré.  
(L. Marlin, d'après J.-L. Paillet, IRPA, CNRS, 1991)

##### L'étanchéité et l'entretien

L'étanchéité est assurée par un mortier rouge appelé *opus signinum*\* ou béton de tuileau\* qui recouvrait le fond et les parois du canal. Pour pénétrer dans le canal afin de le nettoyer ou le réparer, des ouvertures appelées *puteus* (regards) étaient aménagées dans la voûte.

## Lexique

**Aqueduc** (*aquae ductus*) : ouvrage destiné à transporter l'eau au moyen de canaux et pouvant comporter des tronçons surélevés ou souterrains. Schéma d'un aqueduc. © ? ?

**Canal** (*specus*) : cours d'eau artificiel

**Castellum** : il désigne le château d'eau ou de grands réservoirs. Il y en avait un au départ et un à l'arrivée de l'aqueduc.

**Mortier de tuileau** (*opus signinum*) : ce mortier hydraulique est un mélange de chaux grasse (calcaire blanc de carrière) et d'une argile cuite (débris de poteries et de briques concassées).

**Opus arcuatum** : nom latin donné aux aqueducs surélevés sur des arcades.

**Pieds-droits ou piédroits** : chacune des parties verticales maçonnées qui supporte la naissance d'une voûte, d'une arcade.

**Radier** : fond du canal maçonné et recouvert du mortier de tuileau.

**Siphon** : système permettant de faire passer une canalisation d'un bout à l'autre d'une vallée profonde, sans construire de pont.

**Voûte en plein cintre** : ouvrage de maçonnerie cintré, formé d'un assemblage de pierres qui s'appuient les unes sur les autres. L'arc est dit en plein cintre lorsqu'il a la forme d'un demi-cercle.

### L'acheminement de l'eau

L'eau coulait par gravité, il fallait donc une pente régulière et continue.

#### Une pente trop forte ?

Il fallait établir des systèmes de chutes pour éviter la dégradation du canal.

#### Une montagne ou autres hauteurs ?

➤ **Les tunnels** : franchissement souterrain

Cette technique exigeait des travaux longs, dangereux et difficiles. Les Romains creusaient les tunnels en progressant à l'intérieur et en extrayant les déblais en même temps qu'ils avançaient. Lorsque la galerie était très longue, ils foraient d'abord à la surface des puits, à partir desquels ils creusaient les tunnels qui se rejoignaient de forage en forage.

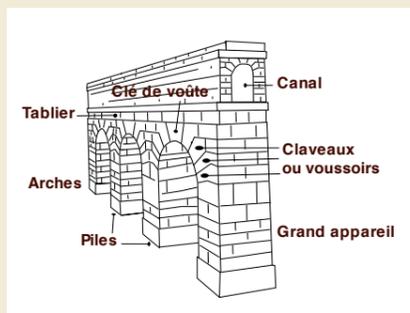
#### Dans le cas de dépressions ?

C'est alors que l'on construisait d'importants ouvrages d'art.

➤ **Les ponts** : franchissement des vallées

Pour franchir des rivières, les Romains utilisaient la technique de l'*opus arcuatum*\* ou aqueduc sur arcades. Les arches permettaient de maintenir la canalisation à un niveau élevé sur de longues distances. Avec ses 48,77 mètres de hauteur, le pont du Gard est le pont aqueduc le plus haut connu à ce jour.

➤ **Les siphons\*** : une alternative pour le franchissement de vallées profondes.



### Distribuer l'eau

#### L'arrivée dans la ville : le système de distribution de l'eau

À l'entrée de l'aqueduc dans la ville, l'eau arrivait dans un vaste réservoir *castellum divisorium* (bassin répartiteur) qui jouait le rôle de château d'eau. Il était muni d'orifices d'où partaient des conduits pour alimenter certains édifices, quartiers ou fontaines. Grâce à l'archéologie, on connaît deux *castelli* à Nîmes et à Pompeï.

#### Les canalisations dans la ville : *tubuli* ou *fistulae* ?

À partir du *castellum*, l'eau était conduite soit par des canalisations de bois ou de poterie (*tubuli*) soit par des canalisations en plomb (*fistulae*). Les tuyaux de poterie étaient d'avantage utilisés pour l'irrigation des jardins, des citernes ou l'abduction des eaux sales. Le plomb, plus solide et malléable mais plus cher, était mieux adapté aux endroits sinueux.



© M. Lazarus/MDA

◀ Tuyaux de plomb permettant de distribuer l'eau dans la ville d'Arles.

#### Utiliser l'eau

L'eau ainsi prélevée permettait de satisfaire les besoins journaliers en eau de boisson, d'alimenter les industries comme la meunerie de Barbegal, de nettoyer les égouts et les latrines (toilettes), de se protéger du feu. Elle remplissait les bains et les thermes ou servait de décor dans les jardins des luxueuses *villae*.

## L'herbier

< Pin d'Alep (*Pinus alepensis*)**Éléments de détermination**

Famille des conifères\* peut atteindre 20 m de haut, tronc tortueux rouge-brun, aiguilles fines et souples groupées par deux.

**Milieu de vie**

Région méditerranéenne (en dessous de 800 m), sol calcaire, garrigue.

**Adaptation à la sécheresse**

Transformation des feuilles en aiguilles réduit la surface d'évaporation, ramification extrême des racines, pilosité importante à proximité des stomates (maintien d'un air plus humide).

**Particularités et anecdotes :**

Sous les pins, le couvert végétal est souvent faible du fait de la zone d'ombre importante peu propice au développement des plantes vertes, et de la nature des aiguilles possédant des substances anti-croissance vis à vis des autres végétaux.

< Romarin officinal (*Rosmarinus officinalis*)**Éléments de détermination**

Feuilles vertes en toute saison, étroites, linéaire, très aromatiques, floraison dès février jusqu'en avril-mai, fleurs en grappes, bleu pâle au violet.

**Milieu de vie**

Pourtour méditerranéen, sol calcaire, garrigue, forêt mixte, pelouse sèche, escarpements rocheux, culture, champ ouvert.

**Adaptation à la sécheresse**

Petite taille des feuilles qui permet de réduire la surface d'évaporation, poils à la surface des feuilles pour maintenir un air plus humide, ramification extrême des racines pour aller chercher l'eau.

**Particularités et anecdotes :**

Herbe à la fois condimentaire, médicinale et mellifère (très recherchée pour faire du miel).

< Ronce sp (*Rubus Sp*)**Éléments de détermination**

Feuilles piquantes uniquement sur les nervures de la face inférieure, souvent blanchâtres sur une face.

**Milieu de vie**

Pinède, forêt mixte, garrigue, pelouse sèche, escarpements rocheux, culture, champ ouvert.

**Adaptation à la sécheresse**

Rejet de la souche à partir de grosses racines capables de produire de nouvelles tiges lorsque le feu a détruit l'ensemble des parties aériennes de la plante.

**Particularités et anecdotes :**

Les dizaines d'espèces différentes de ronces distinguées par les botanistes modernes produisent toutes des mûres, disséminées par les oiseaux ou les renards, dont la teinte est d'abord rouge.

< Thym vulgaire (*Thymus vulgaris*)**Éléments de détermination**

Plante rampante et aromatique, tiges ligneuses et rameuses regroupées en buisson très dense, feuilles très petites, ovales, linéaires, de couleur grisâtre ou vert-bleuté, petites fleurs rose pâle ou blanches.

**Milieu de vie**

Indissociable de la culture méditerranéenne, sol calcaire, plein soleil, garrigue, escarpements rocheux.

**Adaptation à la sécheresse**

La taille réduite des feuilles qui permet de réduire la surface d'évaporation, poils à la surface des feuilles pour maintenir un air plus humide, ramification extrême des racines pour aller chercher l'eau.

**Particularités et anecdotes**

Principale herbe aromatique de Provence très largement utilisée dans la cuisine, vertus thérapeutiques (riche en huile essentielle).

**Autre nom :** Farigoule

Voici une synthèse des principaux végétaux rencontrés sur le site de Barbegal et qui composent pour l'essentiel la végétation de garrigue. On retiendra l'importance du sol calcaire et les faibles ressources en eau pendant la période estivale. Cet aspect typique du climat méditerranéen\* impose des contraintes particulières à la flore (adaptations pour survivre à la sécheresse notamment).

< Ajonc de Provence (*Ulex parviflorus*)**Éléments de détermination**

Arbuste hérissé d'épines très pointues, floraison très précoce, dès janvier, fleurs de couleur jaune doré.

**Milieu de vie**

Garrigue, pinède, escarpements rocheux.

**Adaptation à la sécheresse**

Transformation des feuilles en épines qui permet de réduire la surface d'évaporation, ramification extrême des racines pour aller chercher l'eau.

**Particularité**

Il envahit très facilement les collines après les incendies en profitant de la place libre. Il persiste des dizaines d'années après.

**Autres noms**

Argelàs, argelat ou argeràs, également genêt épineux.

< Chêne vert (*Quercus ilex*)**Éléments de détermination**

Arbre à feuilles persistantes, feuille de formes très changeantes, vert foncé et vernissée sur le dessus, claire et duveteuse au-dessous, bord entier et légèrement dentelé.

**Milieu de vie**

En climat méditerranéen\*, forêt mixte, garrigue, escarpements rocheux.

**Adaptation à la sécheresse**

Feuilles dures avec une épaisse cuticule\*, ramification extrême des racines pour aller chercher l'eau.

**Adaptation au passage du feu**

Rejet de la souche à partir de grosses racines capables de produire de nouvelles tiges lorsque le feu a détruit l'ensemble des parties aériennes de la plante.

**Particularités et anecdotes :**

La dissémination naturelle d'un gland se fait mal sauf si un animal l'emporte pour le manger et le perd. C'est souvent le cas avec un oiseau nommé le geai des chênes. Jusqu'au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, c'était l'arbre des collines qui rapportait le plus. On le favorisait par rapport au chêne blanc et on éliminait les pins d'Alep.





## ◀ Chêne kermès (*Quercus coccifera*)

### Éléments de détermination

Arbuste à feuilles persistantes et piquantes, écorce lisse et gris clair, feuilles raides vert brillant sur le dessus, plus claires en dessous, forme ovoïde et allongée.

### Milieu de vie

Régions méditerranéennes, garrigue, pelouse sèche, escarpements rocheux.

### Adaptation à la sécheresse

Feuilles dures avec une épaisse cuticule\*, ramification extrême des racines pour aller chercher l'eau.

### Adaptation au passage du feu

Résiste aux incendies par sa souche drageonnante\* qui lui permet de repousser après le passage du feu.

### Particularité

Le nom de kermès est celui d'un petit insecte, une cochenille (*coccus ilicis*) qui provoque sur les feuilles l'apparition de petites masses rouges autrefois employées en teinturerie. Cette cochenille ou graine d'écarlate (*vermeou* en provençal) était un produit industriel. Les paysannes provençales allaient les cueillir dans les collines. Pour cette opération, elles se laissaient pousser suffisamment les ongles pour ne pas trop se piquer les doigts en arrachant les cochenilles. Cette exploitation a cessé au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle à cause de la concurrence d'une cochenille importée du Mexique, le nopal.

### Autres noms

chêne à cochenille\*, chêne-garrigue

## ◀ Ciste cotonneux (*Ostus albidus*)

### Éléments de détermination

Arbuste dense à feuilles persistantes, opposées, cotonneuses, plates, enveloppant à moitié les tiges, fleurs roses d'avril à juin.

### Milieu de vie

Garrigue, pelouse sèche, escarpements rocheux.

### Adaptation à la sécheresse

Filosité importante à proximité des stomates\* qui permet de maintenir un air plus humide, ramification extrême des racines pour aller chercher l'eau.



### Particularités et anecdotes :

Appelé ciste cotonneux ou ciste blanc, en référence aux feuilles duveteuses blanchâtre.

### Autre nom

Messuguet

## ◀ Cyprès toujours vert (*Cupressus sempervirens*)



### Éléments de détermination

Feuillage vert foncé permanent et dense, forme très élancée (colonne) et tronc de 20 à 30 m de haut, floraison en mars-avril.

### Milieu de vie

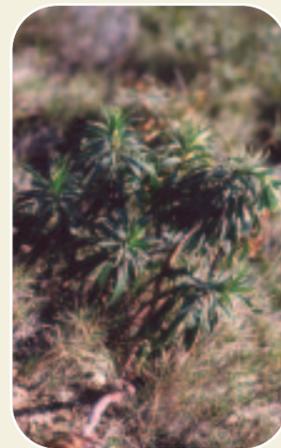
Bassin méditerranéen, forêt mixte, cultures et champs ouverts (arbre typique des haies coupe-vent).

### Adaptation à la sécheresse

Transformation des feuilles en écailles pour réduire la surface d'évaporation.

### Autres noms

Cyprès toujours vert, cyprès d'Italie ou cyprès de Provence.



## ◀ Grande euphorbe (*Euphorbia characias*)

### Éléments de détermination

Tige ligneuse et ramifiée, feuilles très allongées et persistantes, fleur en ombelle (forme de coupe) vert jaunâtre.

### Milieu de vie

Pourtour méditerranéen, garrigue, pelouse sèche, escarpements rocheux.

### Adaptation à la sécheresse

Perte des feuilles en période sèche. L'assimilation se fait directement par les tiges vertes.

### Particularités et anecdotes

Appartient à la famille des euphorbes dont la caractéristique est de posséder un liquide blanc (du latex), qui apparaît à la cassure, et qui est très toxique (irritation de la peau et des yeux).

### Autre nom

Lanchousclo

## ◀ Filaire à feuilles étroites (*Phillyrea angustifolia*)



### Éléments

#### de détermination

Arbuste très ramifié au feuillage persistant, coriace, vert au revers plus clair, feuilles étroites terminées par une petite pointe, floraison de mars à mai, petites baies noires non comestibles.

### Milieu de vie

Typique de la flore méditerranéenne (adapté à la sécheresse, aux sols secs), forêt mixte, garrigue, pelouse sèche.

### Adaptation à la sécheresse

Feuilles dures avec une épaisse cuticule\* et réduites en largeur pour limiter la surface d'évaporation et d'insolation, ramification extrême des racines pour aller chercher l'eau.

## ◀ Genévrier cade (*Juniperus oxycedrus*)

### Éléments

#### de détermination

Petit arbre à feuilles persistantes, feuilles en forme d'aiguille (2 bandes blanches sur la face supérieure) attachées par groupe de trois aux branches, floraison en mai, baies brun-rouge.

### Milieu de vie

Bassin méditerranéen, lieux arides, rocaillieux, sur calcaire ou sur sol acide, pinède, forêt mixte, garrigue, pelouse sèche, escarpements rocheux, culture et champ ouvert.

### Adaptation à la sécheresse

Transformation des feuilles en aiguilles pour réduire la surface d'évaporation ainsi qu'une pilosité importante à proximité des stomates\* afin de maintenir un air plus humide, ramification extrême des racines pour aller chercher l'eau.



## ◀ Genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*)

### Éléments de détermination

Petit arbre à feuilles persistantes vert foncé en écailles et non en aiguilles (genévrier cade), floraison en février - avril, baie d'un brun-rouge.

### Milieu de vie

Régions méditerranéennes, garrigue, pelouse sèche, escarpements rocheux, lieux rocaillieux et calcaires, pinède, forêt mixte.

### Adaptation à la sécheresse

Transformation des feuilles en écailles pour réduire la surface d'évaporation ainsi qu'une pilosité importante à proximité des stomates\* afin de maintenir un air plus humide, ramification extrême des racines pour aller chercher l'eau.



## ◀ Nerprun alaterne (*Rhamnus alaternus*)

### Éléments de détermination

Arbuste formant un buisson compact et dense, feuillage persistant à petites feuilles vertes, minuscules fleurs jaunâtres entre mars et avril, baies en automne.

### Milieu de vie

Pourtour méditerranéen, sol calcaire, garrigue, maquis.

### Adaptation à la sécheresse

Feuilles luisantes revêtues d'une couche de cire (cuticule\*) qui réduit la transpiration.

### Particularités et anecdotes :

Les baies sont d'abord rouges puis noires à maturité, légèrement toxiques.

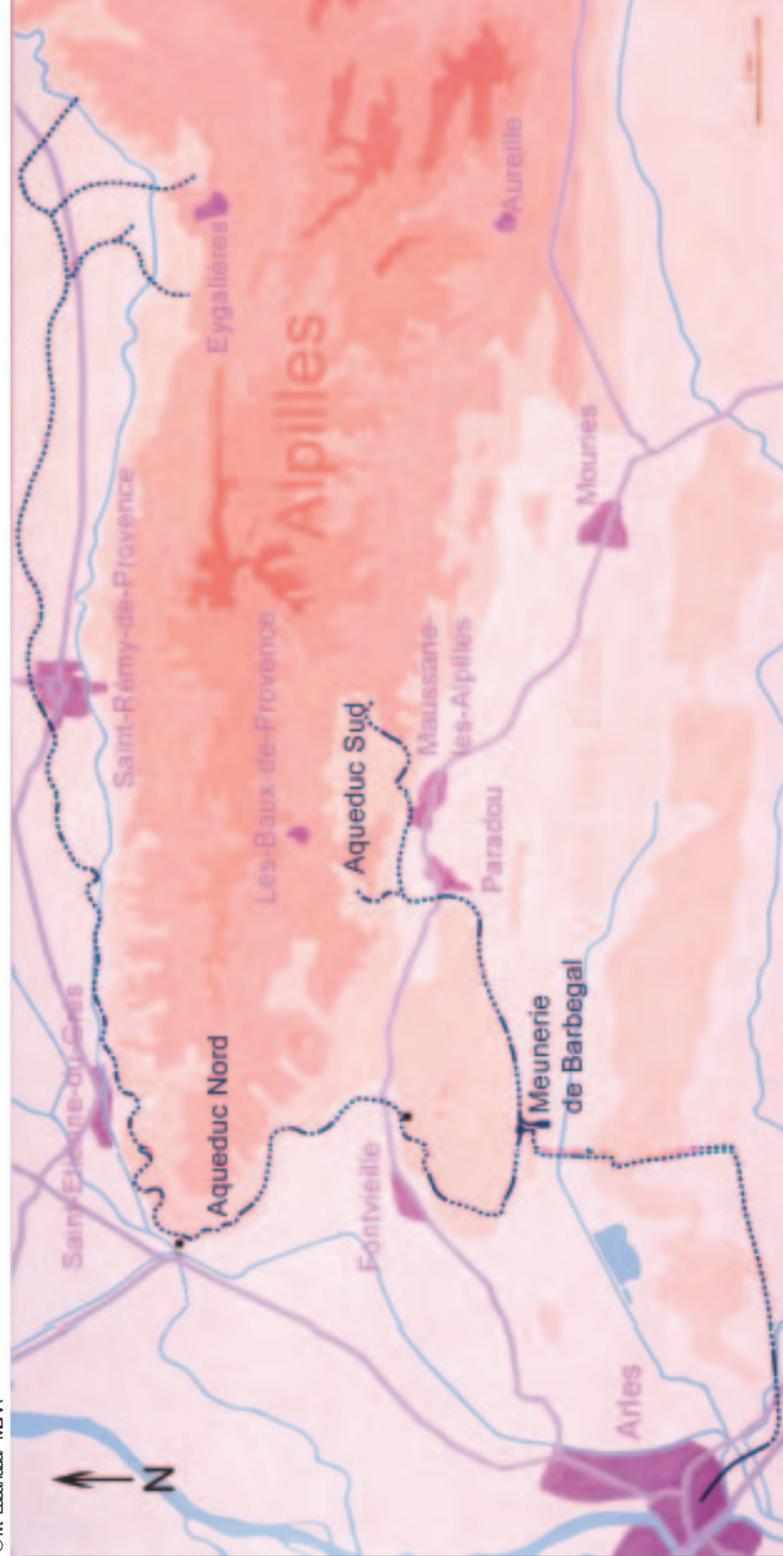
### Autre nom

Bourgue-épine



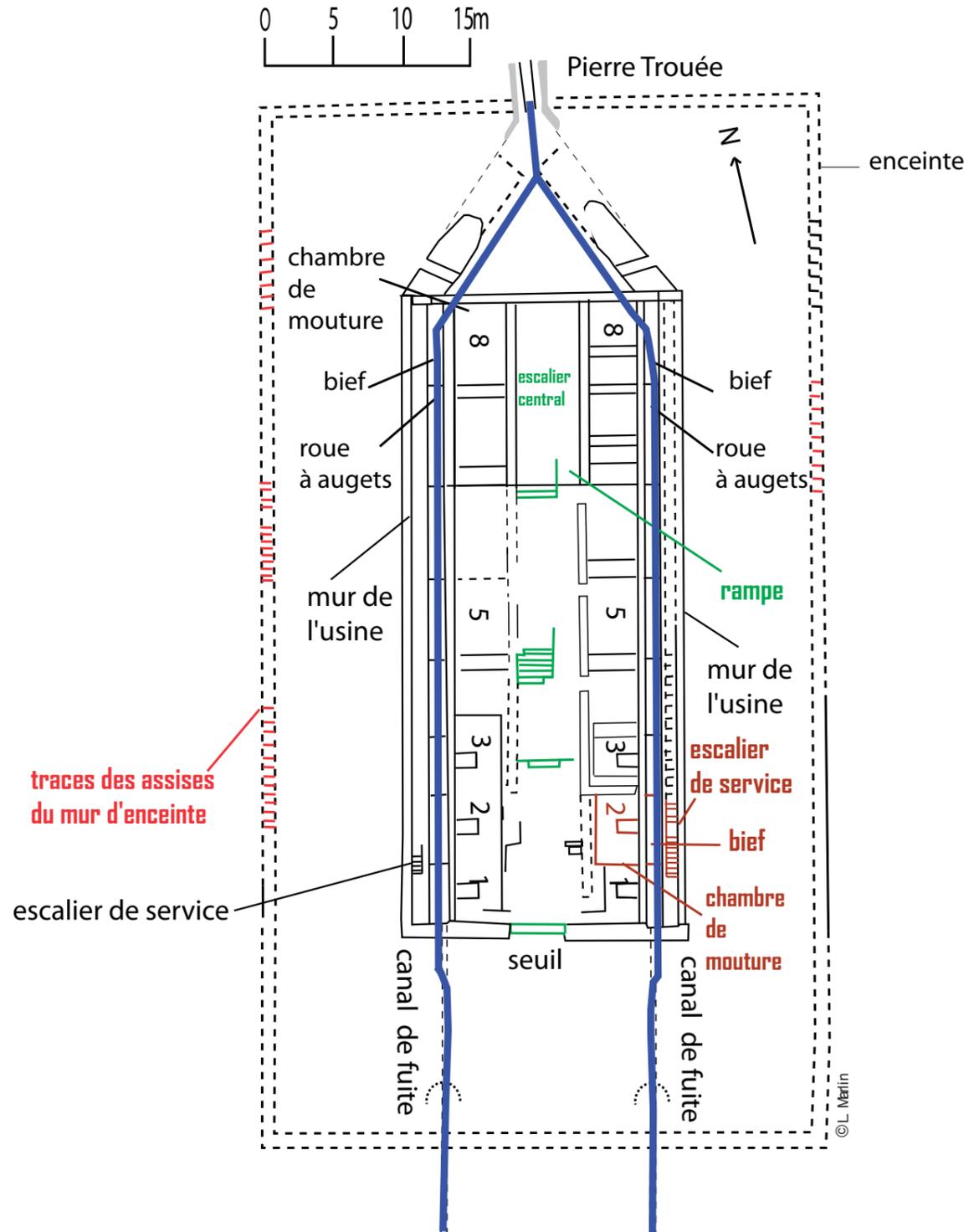
# Fiche Iconographie

## Tracé des ponts aqueducs d'Arles



# Fiche Iconographie

## Le plan de la meunerie de Barbegal



# Fiche Iconographie

## Vue de la maquette de Barbegal



# Fiche Iconographie

## Plan en coupe du site des ponts aqueducs et de la meunerie de Barbegal

