

Ce colloque interdisciplinaire est organisé dans le cadre du programme *Watertraces*, soutenu par la fondation Amidex d'Aix-Marseille Université. Il a pour objectif principal d'encourager un dialogue étroit entre les disciplines archéologiques et environnementales, en présentant et en interprétant des études de cas datées de l'Antiquité méditerranéenne, et plus précisément du 4<sup>e</sup> s. av. J.-C. au 1<sup>er</sup> s. apr. J.-C. Il s'agit de présenter des études novatrices sur des sites en partie sélectionnés sur la base de critères géologiques et hydrogéologiques.

Les contextes climatiques en cours lors du développement des villes antiques, mais aussi les conditions hydrogéologiques passées et actuelles nous permettent d'avancer des hypothèses sur l'utilisation des eaux à l'époque antique. Le colloque veut ainsi mettre l'accent sur les études à fortes collaborations entre archéologues et naturalistes.

Il s'organisera autour de trois questions essentielles : tout d'abord, l'approvisionnement mixte eau de pluie/eaux souterraines, qui a été observé dans plusieurs sites de Méditerranée, et qui témoigne de connaissances plus ou moins intuitives des populations concernées.

On analysera ensuite la manière dont les aménagements hydrauliques s'insèrent dans le territoire : nombre de villes antiques se sont dotées d'un approvisionnement complémentaire, extérieur à leur périmètre en installant des aqueducs. Ces aménagements s'inscrivent durablement dans le paysage, et sont repérables à travers des recherches spécifiques. Là aussi, on croisera réflexions théoriques et méthodologiques, avec des études de cas qui reflètent ce dialogue interdisciplinaire entre sciences de la Terre, sciences de l'environnement et sciences archéologiques.

Dans ce cadre, on s'intéressera enfin aux phénomènes karstiques, qui conditionnent la vie d'un territoire ou d'une ville et on s'interrogera sur le mode de gestion des ressources hydriques.

Le colloque abordera diverses stratégies d'acquisition et de distribution de l'eau développées par les villes étudiées. À travers une approche diachronique, on s'efforcera de mettre en lumière les évolutions des choix techniques de l'époque hellénistique à l'époque romaine et de réfléchir aux besoins en eau des populations antiques.

La rencontre veut enfin mettre en place un modèle technique sur l'utilisation des eaux, éclairer l'évolution des savoirs hydrologiques et réfléchir aux transferts technologiques entre les sociétés méditerranéennes. D'autres pistes de recherches pourront émerger à travers les discussions entre spécialistes.

L'eau est un des éléments fondamentaux pour la vie d'une ville et d'une société. Dans l'Antiquité, elle était recherchée, protégée et exploitée au maximum, surtout dans les zones qui ne disposaient pas d'une ressource abondante. En certains endroits de la Méditerranée, les caractéristiques du substrat géologique durent sûrement influencer sur le choix de la répartition topographique des citernes et des habitats. Outre des raisons stratégiques, ces sites furent probablement choisis pour la présence des eaux qui, d'une façon plus ou moins abondante, desservaient les sites. Ainsi le colloque s'appuiera sur une question principale: quels sont les points de captage des eaux et les solutions adoptées pour les exploiter ? On souhaite concentrer l'attention sur les techniques d'approvisionnement des réservoirs/citernes avec l'eau disponible directement sur les sites, mais établir aussi des parallèles avec les techniques de captage des eaux du territoire.

Même si l'hypothèse généralement acceptée prévoit la création de citernes pour la collecte des eaux de pluie (Hodge 2008), il a été possible d'observer, grâce aux recherches les plus récentes, que plusieurs villes anciennes disposaient de citernes qui collectaient aussi les eaux de type hydrothermal ou karstique. Il était régulièrement admis que les citernes soient alimentées en suffisance par les eaux pluviales. Mais parfois, il a été observé que les caractéristiques structurelles des citernes suggéraient un approvisionnement complémentaire d'origine hydrogéologique. Fréquemment, on assiste à la naissance de nouveaux sites de hauteurs aujourd'hui apparemment dépourvus d'alimentation en eau, mais qui offraient probablement des conditions édaphiques satisfaisantes, notamment par la présence d'émergences hydrothermales ou karstiques aujourd'hui tarées. Des phénomènes similaires ont été documentés en Grèce (Higgins, Higgins 1996) et certaines villes de la Sicile et de l'Italie Centrale, caractérisées notamment par un substrat géologique calcareo-dolomitique.

Un aspect que l'on valorisera au cours de ce congrès est donc celui de la collecte des eaux souterraines dans des sites apparemment dépourvus de sources naturelles ou artificielles. Ces sites recueillaient les eaux et les stockaient dans les citernes. Etaient-elles suffisantes pour l'approvisionnement des cités ? Suffisaient-elles à satisfaire les besoins publics et privés, notamment pendant les périodes de sécheresse ?

Grâce à l'expérience de leurs prédécesseurs, les ingénieurs hydrauliques surent résoudre le problème de l'approvisionnement en eau à travers des solutions novatrices. Se diffusèrent donc des citernes/réservoirs qui recueillaient aussi bien l'eau de pluie que l'eau remontant des profondeurs, comme c'est le cas de Solonte (Polizzi *et alii* 2017) ou bien de Mycènes, déjà au cours du II millénaire av. J. C. (Stewart, Piccardi 2017). Dans certains de ces sites, avec le temps, les sources d'eau s'épuisèrent. Les causes de déficit hydrique peuvent être multiples: d'ordre climatique (régimes de répartition des pluies), une augmentation de la population, une utilisation excessive de la nappe, ou bien des évènements sismiques importants qui modifièrent l'hydrogéologie locale. Quelles furent réellement les principales causes et les conséquences de ces déficits hydriques ? Comment fut résolu le problème du manque d'eau ? C'est ce que nous aborderons pour des sites majeurs de la Méditerranée parmi lesquels : Mycènes, Delphes et Délos en Grèce, Pergame en Asie mineure, Baies en Italie méridionale, Solonte, Tyndaris, Termini Imerese, Alesa, Agrigente et Syracuse en Sicile.

## PROGRAMME DE LA JOURNEE

**9h30** : Ouverture et présentation

**10h** : **Luigi Piccardi** (C.N.R. - Institute of Geosciences and Earth Resources)

*Man and the environment in ancient Greece.*

**10h30** : **Giovanni Polizzi** (Aix Marseille Univ, CNRS, CCJ, UniPa), **Vincent Ollivier** (CNRS, LAMPEA), **Olivier Bellier** (Aix Marseille Univ, CEREGE), **Michel Fontugne** (LAMPEA), **Edwige Pons Branchu** (UVQS, LSCE Saclay)

*Hydrogéologie et archéologie en Sicile: Solonte et Tyndaris.*

**11h** : Pause-Café

**11h15** : **Antonio Contino** - (DiSTeM - UniPa; AMESLA), **Patrizia Bova** (AMESLA)

*Analisi storica di variazioni di portata indotte da eventi sismici nei secoli XV-XX: il caso di Termini Imerese (Sicilia Centro-Occidentale).*

**11h45** : **Daniele De Simone** (ALEs S.p.A.)

*Baïe (Bacoli - NA): l'eau et son utilisation dans le complexe des thermes romains.*

**12h15** : Discussion

**12h30** : Déjeuner

**14h**: **Amélie Perrier** (EfA; IRAMAT/CNRS), **Isabelle Moretti** (UMPC; Univ. de Pau et pays de l'Adour)

*Delphes et la gestion du risque naturel : de l'hydrogéologie à l'archéologie hydraulique.*

**14h30**: **Aurelio Burgio** (Università degli studi di Palermo)

*Le risorse idriche nel territorio di Alesa.*

**15h** : **Giovanni Luca Furas** (Università di Roma "Tor Vergata"),

*I cunicoli di approvvigionamento di Akragas.*

**15h30** : **Sophie Bouffier** (Aix Marseille Univ, CNRS, CCJ), **Vincent Ollivier** (CNRS, LAMPEA), **Michel Fontugne** (LAMPEA)

*De l'eau d'Aréthuse à l'eau des monts Hybléens : pourquoi les Syracusains ont-ils créé l'aqueduc du Galermi ?*

**16h00** : Discussion et conclusion

## *Man and the environment in ancient Greece*

Luigi Piccardi - C.N.R. - Institute of Geosciences and Earth Resources

Natural environment has been a primary element in the historical and cultural evolution on man. An interdisciplinary examination of some myths and legendary accounts, combining historical and archaeological data with the natural features, allows to interpret the ancient accounts on historical basis and recover useful information on the inter-relationships between humans, communication routes, water and geology.

A landscape which facilitated displacements allowed to overcome natural obstacles (e.g. seas, mountain chains, deserts). Valleys provided easy ways in mountain areas. Rivers had abundance of water and fertile lands, and also represented a preferred route for transport of people and merchandise. On the other hand, rivers also implied the need to control their water to avoid flooding, for land reclamation and for irrigation purposes. Local water springs represented the most valuable item for a community. Chains of nearby islands permitted to sail only for short distances and on sight, allowing to cross the sea for inexperienced sailors and primitive boats.

A further element that has influenced the siting of towns in antiquity has been, at some place, the presence of active faults, which determined suitable conditions for settlements by generating locally elevated areas, suitable for defence and for the presence of water sources, often emerging along fault lines. This fatal attraction between human, water and seismic faults ended up affecting also religion, so that in some cases seismic faults ended up constituting the fulcrum of major sanctuaries.

Ancient Greece has good case histories to this aim because of the wealth of historical and architectural heritage, the geology and seismicity of the region, the characteristic of water regimes. Besides the climatic reasons, Peloponnesus is, in fact, a dry land also for the diffused presence of limestone lithologies, which favour karst phenomena.

The plain of Argo and nearby areas, cradle of Greek history, shows examples of the complex interrelations of human history with the natural environment, from the use of water and communication routes to the political control of the region. Following the footsteps of Herakles, the most important of Greek heroes, one can understand how his myths originated in a period which covers the entire Bronze Age, and unravel the historical memories preserved in it.

The correspondence between some of Herakles' myths to memories of historical hydraulic engineering works was already understood by ancient authors. This is the case of the wrestle with river-god Achelous, after which the hero acquires the "horn of plenty", the cornucopia, or the fight with Lernaean hydra. In other cases, Herakles is directly described as performing hydraulic works, such as at Pheneus. Modern scholars also relate to water-control activity the cleaning of Augias's stables, the labor at Stymphalus and the flooding of Boeotian Orcomenus.

Traces of impressive Mycenaean hydraulic works, like dams, channels, embankments and other, have been discovered in Greece. The drainage of lake Copais in Boeotia has been recognized as the largest engineering project in prehistorical Greece. The involvement of Herakles with the peculiar behaviour of this lake credit once again the historical interpretation.

The construction of a dam at Tyrins and the diversion of the local river provide example of defence against flood of the town. The access to springs via secret entrances and tunnels, and the presence of reservoirs for rain-water at Mycenae, to whose king Herakles was subject, and at Tyrins, Herakles' realm, are witnesses to the care which was taken to protect water in time of siege.

Repeated earthquake damage is reported by archaeological dating of destruction layers: four times at Tiryns (1330, 1250, 1190, and 1150 B.C.), two at Mycenae (1250 and 1190 B.C.), and one at Midea (1190 B.C.). Tsunamis are described in ancient myths of the Argolic region, and legends describe the influence of earthquakes both on stoppage of existing water springs or creation of new ones.



One of the best examples of the relations between water, tectonics and human history can be found at ancient Lerna, again connected with Herakles, for which we propose an alternative interpretation. Lerna exhibits the most evolved cultural features of its time in continental Greece, and both archaeology and myth concur to indicate repeated destructions by war between the local community and Tyrins. The hydra herself appear as a symbol of the town as well as of the copious karstic springs. This interpretation also allows to understand the meaning of an anomalous tumulus positioned by conquerors above the palace, which has remained an archaeological mystery.

Other cases can be found in other sites to support the historicity of mythological events. The best-known example is the oracle of Apollo at Delphi, whose fulcrum was a famous chasm in the earth. The oracle's origins are also connected with springs and earthquakes. Being built astride an active fault, the myth appears as the memory of a seismic rupture of the Delphi fault.

A similar connection between active faults, hot springs and cult sites is evident in Hierapolis of Phrygia (Turkey), where a temple of Pythian Apollo and the Plutonium, renowned in antiquity, are both situated on top of the trace of the local seismic fault, from where the hot springs creating the beautiful travertine deposits of Pamukkale emerge.

At Colossae, about 10 km south of Hierapolis, in the relative hagiographic legend one can recognize the tentative deviation at surface of the river from its underground course, when an earthquake opened the earth and frustrated the effort. The events at Colossae determined the syncretic origin of the cult of Archangel Michael as an integration of the cult of Apollo with a local heretic cult of the angels.

A few centuries later the above-mentioned event, a similar earthquake related myth in Monte Sant'Angelo (Italy) produced a similar syncretism and consolidated the cult of Archangel Michael. He was claimed to have appeared here, in a cave sacred since prehistory because of the presence of a karstic spring, and from here the cult spread all over western Europe, significantly contributing to the conversion of pagan religions.

### *Hydrogéologie et archéologie en Sicile: Solonte et Tyndaris*

**Giovanni Polizzi** - Aix Marseille Univ, CNRS, CCI, UniPa

**Vincent Ollivier** - CNRS, LAMPEA

**Olivier Bellier** - Aix Marseille Univ, CEREGE

**Michel Fontugne** - LAMPEA

**Edwige Pons Branchu** - UVQS, LSCE Saclay



Cette communication concerne l'étude du rapport entre les caractéristiques hydrogéologiques et archéologiques de Solonte et Tindari, dans le cadre du projet Watertraces.

Les deux villes font face à la Mer Tyrrhénienne, sur la cote septentrionale de la Sicile et sont caractérisées par une histoire urbaine relativement récente par rapport aux autres villes Sicéliotes ou Phéniciennes, en étant fondées au IV siècle av. J.-C.

L'habitat hellénistico-romain de Solonte fut déplacé du promontoire de Solanto au Mont Catalfano après les dévastations du premier site par Dénis l'ancien en 397

av. J.-C. La nouvelle position de l'habitat offrait sûrement des conditions défensives avantageuses et permettait de contrôler un vaste territoire, du Golfe de Palerme au Golfe de Termini et à l'arrière-pays. Les pentes excessives du mont Catalfano, n'ont pas empêché les habitants de réaliser un réseau urbain régulier, probablement inspiré des modèles urbains de Priène ou Pergame. Compte tenu des caractéristiques hydrogéologiques du mont, des remontées d'eaux hydrothermales le long de plans de fracturation engendraient la formation de petites exurgences qui furent utilisées par les habitants et dont les eaux ont été collectées par l'intermédiaire de citernes et de bassins. De cette façon, la ville pouvait profiter d'un double approvisionnement en eau : précipitations et remontées hydrothermales.

La ville de Tindari se trouve également sur une falaise dominant la mer. La fondation du site remonte au début du IV siècle av. J.-C. La ville devint bientôt un important centre commercial par sa situation géographique avantageuse. Comme pour Solonte, les caractéristiques orographiques fournissaient une importante défense naturelle du site renforcée par de puissants remparts épousant les courbes de niveau. La découverte de formations de tufs calcaires recouvrant des structures hydrauliques (nymphee ou fontaine ?) souligne comme à Solonte l'importance du contexte hydrogéologique, ici caractérisé par des exurgences karstiques dont les eaux desservaient la ville et plus probablement la zone publique.

A Solonte et Tindari, les sources hydrothermales et karstiques sont aujourd'hui tarées. Ceci pourrait être rapproché d'un événement sismique décrit dans les sources anciennes. Nous savons en fait que la ville de Tindari fut bouleversée par plusieurs séismes pendant son histoire. L'un d'entre eux nous est reporté par Pline et remonte au I siècle av.-J.-C. Un autre aurait provoqué plusieurs dévastations dans la ville au cours de l'époque tardive (destruction de la « Basilica », du théâtre et du *decumanus* de Cercadenari).

Les analyses en cours au niveau archéologique, géomorphologique, hydrogéologique et paléosimologique, couplées à la géochronologie et à la géochimie isotopique des eaux, nous dévoilent peu à peu l'histoire de l'approvisionnement et de la gestion en eau de ces deux citées phares du monde hellénistico-romain sicilien.

### *Analisi storica di variazioni di portata indotte da eventi sismici nei secoli XV-XX: il caso di Termini Imerese (Sicilia Centro-Occidentale)*

**Antonio Contino** - Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare (DiSTeM), Università di Palermo  
Accademia Mediterranea Euracea di Scienze, Lettere e Arti (AMESLA)

**Patrizia Bova** - Accademia Mediterranea Euracea di Scienze, Lettere e Arti (AMESLA)

Sin dalla dominazione romana, Termini Imerese, l'antica e fiorente colonia augustea di *Thermae Himerenses*, fu approvvigionata attraverso un articolato sistema acquedottistico, costituito da due linee (rispettivamente lunghe circa 7,1 e 3 km), su arcate ed in galleria, che captava una consistente aliquota della portata delle sorgenti che, dal medioevo, furono denominate Brocato, Fridda e Favara (quest'ultima ipotermale). Tali sorgenti sono legate ad acquiferi carbonatici e carbonatico-silicoclastici fratturati e carsificati.



Il sistema acquedottistico romano, in gran parte sopravvisse al collasso dell'impero ed alle variazioni climatiche. Nel XV secolo, dovette essere restaurato in alcune parti, probabilmente a seguito di eventi sismici e/o franosi. Durante la grande siccità siciliana (acme fine XV- inizi XVI sec.) il sistema acquedottistico romano, centrato su Brocato e Fridda, diede segni di problemi di portata e ciò costrinse gli abitanti di Termini Imerese a potenziare la captazione di Favara. Nel 1525 fu completata una nuova opera di captazione che dalla Favara (che allora esibiva portate sino a 60 l/s) giungeva sino al piano della Maggior Chiesa, terminando con una fontana monumentale.

A causa del sisma del 1693 (che colpì gravemente la Sicilia orientale), la sorgente Favara subì non solo un drastico decremento delle portate, ma anche cominciò ad esibire una notevole irregolarità, che andò aumentando in concomitanza dei periodi siccitosi. Questa anomalia si è perpetuata nei secoli seguenti, accentuandosi in concomitanza di ogni forte sciame sismico (1726, 1823, 1906, 1908, 1968, 1980) sino alla totale estinzione dell'emergenza sorgentizia.

## *Baïe (Bacoli - NA): l'eau et son utilisation dans le complexe des thermes romains*

**Daniele De Simone** - ALEs S.p.A.



Les thermes de Baia sont l'un des exemples les plus grandioses et les plus complexes de l'architecture et de l'ingénierie romaines qui, grâce à un système de terrasses imposant, occupe tout le côté oriental du golfe de Pozzuoli et grâce aux caractéristiques géomorphologiques de la région (la caldera des Campi Flegrei) se caractérise par la présence de nombreuses sources hydrothermales dont l'exploitation remonte au moins au III / II<sup>ème</sup> siècle. av. J.C. La richesse des sources hydrothermales, exploitées principalement pour les sudations, s'oppose à l'absence de sources d'eau potable et utilisables pour l'alimentation humaine, facteur qui rend les solutions adoptées ici particulièrement importantes pour le développement des

systèmes de gestion de l'eau du monde romain. En fait, le manque de sources d'eau potable est efficacement résolu par la création d'un système vaste et complexe de collecte, de stockage et de distribution de l'eau de pluie, dont les dimensions sont encore largement méconnues et étudiées aujourd'hui. Système qui sera renforcé et réorganisé au cours des siècles suivants, et rendu plus fonctionnel pour répondre aux besoins changeants de la région de la baie, grâce également à sa connexion à la fin du 1<sup>er</sup> siècle. a.C., avec le comportement de "Acqua Augusta", également appelée Acquedotto del Serino (du nom de la localité, dans la province d'Avellino, où les sources ont été identifiées). Dans la contribution, nous tenterons de montrer les relations existant entre la géomorphologie du lieu, liée au volcanisme, à la présence de sources hydrothermales et aux expédients utilisés par les concepteurs romains, de la fin de la période républicaine au 4<sup>ème</sup> siècle avant JC. d.C., afin d'exploiter cette grande richesse. Des solutions qui permettront à ce quartier résidentiel de luxe, destination des élites romaines, républicaines et impériales, de prospérer longtemps, et que seuls les changements géomorphologiques conduiront d'abord à un lent déclin puis à un abandon total.

## *Delphes et la gestion du risque naturel : de l'hydrogéologie à l'archéologie hydraulique*

**Amélie Perrier** - EfA; IRAMAT/CNRS

**Isabelle Moretti** - UMPC; Univ. de Pau et pays de l'Adour

La situation topographique et historique du site antique de Delphes est exceptionnelle. Flaubert considérait que le sanctuaire oraculaire d'Apollon était sis dans un « paysage à terreurs religieuses » et qu'y avoir mis la Pythie relevait du génie. Le site archéologique est soumis à des risques naturels importants, liés principalement à la sismicité de la région et à l'action de l'eau. Confrontés à des catastrophes dont on a gardé certaines traces archéologiques, les Anciens ont très tôt mis en œuvre des stratégies, plus ou moins heureuses, de gestion de ces risques. Nous proposons ici une première analyse conjointe du contexte géologique et des vestiges archéologiques afin de mesurer les risques liés à l'eau et la pertinence des réponses techniques mises en œuvre.

Le sanctuaire de Delphes est situé sur la côte nord du Golfe de Corinthe. Géologiquement il s'agit d'un rift, avec une extension nord-sud très rapide, jusqu'à 1,5 cm par an à l'ouest du golfe actuellement qui en fait un des rifts les plus rapides au monde. En corolaire, il est aussi la zone la plus sismiquement active de l'Union Européenne et c'est pour cela qu'au début des années 2000 un observatoire naturel y a été implanté (Corinth Rift Laboratory). La surrection spectaculaire du Péloponnèse durant le quaternaire récent a mis à l'affleurement les paléo-deltas et permettent d'étudier les interactions entre tectonique et sédimentation. L'activité sismique y est clairement marquée dans les dépôts ainsi que les passages réguliers du Golfe de bras de mer à lac durant les derniers 4 millions d'années. Le forage et le monitoring d'une des failles de la côte sud a permis de confirmer le rôle prépondérant des failles dans la circulation des fluides souterrains des sommets du Péloponnèse jusqu'au Golfe. Des changements de chemin de migration et donc de

positionnement de certaines sources liées pré- ou post-activité sismique ont parfois eu lieu. Ces travaux ont aussi permis d'affiner notre compréhension du rôle des surpressions et donc des fluides dans la déformation de la croûte supérieure et le déclenchement des tremblements de terre. Les failles à travers les roches relativement peu poreuses que sont les calcaires mésozoïques du bâti de la zone de Corinthe sont en général de barrière transversale et des drains longitudinaux, deux caractéristiques qui aboutissent en général à que toutes les sources soient sur des failles. Par ricochet, les villages se positionnent eux aussi à proximité des sources donc sur les failles. Delphes ne fait pas exception à la règle. Par ailleurs dans le cas du golfe de Corinthe, ces failles normales actives ont des rejets énormes, jusqu'à plus d'un 1km et limitent les demi grabens où des cultures peuvent être envisagées. Delphes est exactement dans cette position, au pied d'une faille majeure et le sol y est composé de brèches de pente et de failles éboulées au cours de l'activité de ces derniers millions d'années. Au risque sismique s'ajoutent donc les risques de glissement de terrain car ces sols n'ont rien de consolidé. Les carbonates mésozoïques composant le mur de la faille qui borde le site au Nord sont comme toutes les roches calcaires solubles dans l'eau sous certaines conditions et donc les infiltrations sur les reliefs entraînent la formation de karst. Les eaux de pluie peuvent s'y engouffrer et y circuler très rapidement entraînant là aussi des risques naturels de résurgences massives et de déstabilisation de pentes.

Que comprenaient les anciens Grecs de tous ces phénomènes? L'analyse topographique et architecturale des vestiges à Delphes semble attester que les entrepreneurs ont eu conscience et tenu compte des risques sismiques en y apportant différentes réponses techniques. L'analyse des vestiges hydrauliques – fontaines, puits, réseau de récupération et de circulation des eaux, citernes etc.- montre également que la gestion de l'eau est apparue, en particulier à partir du IV<sup>e</sup> s. av. J.-C. suite à l'effondrement du temple des Alcméonides, comme une question cruciale pour les constructeurs, afin de réduire les effets des circulations d'eau en surface et en subsurface et de protéger le sanctuaire des glissements de terrain. On constate que les aménagements hydrauliques indiquent des zones particulièrement sensibles que les Anciens avaient choisi de protéger : c'est notamment le cas de la terrasse du temple d'Apollon.

Une des particularités architecturales du sanctuaire d'Apollon Pythien est de juxtaposer une architecture locale, faite selon les techniques et les matériaux locaux, et une architecture exogène d'offrandes monumentales pour la construction desquelles furent importés les matériaux, les techniques et même les artisans. L'hétérogénéité des édifices élevés dans les sanctuaires d'Apollon et d'Athéna pose la question d'une éventuelle adaptation au contexte environnemental de Delphes.

De l'époque archaïque à l'époque protobyzantine, les problématiques de gestion de l'eau dans le sanctuaire et dans la ville semblent aussi évoluer, passant de la simple gestion du risque, certes dans un contexte religieux où l'eau joue un rôle particulier, à une véritable valorisation de la ressource hydrique. En effet, à partir du II<sup>e</sup> s. av. J.-C., la ville de Delphes se transforme avec la construction de grandes villas comportant des bains, l'édification de thermes et de réservoirs associés ou même l'adaptation de certains monuments classiques ou hellénistiques en citernes.

Un des objectifs de la recherche en cours à Delphes, qui rassemble archéologues, géologues, architectes, topographes et historiens, est de comprendre l'évolution de la façon dont furent appréhendés et gérés dans l'Antiquité les phénomènes hydriques au sens large, qu'il aient une cause géologique ou climatique, en confrontant notamment l'analyse des caractéristiques naturelles et environnementales au choix des matériaux et des techniques mis en œuvre.







### *Le risorse idriche nel territorio di Alesa*

**Aurelio Burgio** - Università degli Studi di Palermo  
Si esamina il complesso dei dati archeologici prodotti dalle prospezioni effettuate nell'agro di Alesa, nel tentativo di riconoscere gli elementi essenziali del sistema di captazione e distribuzione dell'acqua negli insediamenti rurali. I dati archeologici si integrano con quanto ricavabile dalla ben nota Tavola di Alesa e con le informazioni di natura toponomastica e ambientale, morfologica e geologica. I risultati vengono confrontati con i dati noti in comprensori dalle caratteristiche simili, in particolare di altre città della costa settentrionale della Sicilia.

### *I cunicoli di approvvigionamento di Akragas*

**Giovanni Luca Furcas** - Università di Roma "Tor Vergata",  
Dipartimento di Studi Letterari, Filosofici e di Storia dell'Arte

L'importanza delle infrastrutture idrauliche agrigentine è attestata dalla loro esplicita menzione in un passo di Diodoro Siculo relativo al grande programma edilizio intrapreso da Terone dopo la battaglia di Imera del 480 a.C., grazie alla manodopera schiavile acquisita in seguito alla celebre vittoria sui Cartaginesi. Confermando il tradizionale legame tra opere idrauliche e tiranni, lo storico ricorda come tale programma avesse comportato, oltre alla costruzione di importanti edifici templari, la realizzazione di un grandioso vaso artificiale, la Kolymbethra, e di imponenti condotti sotterranei, chiamati Feaci dal nome del soprintendente ai lavori. All'opera di Feace è tradizionalmente ricondotta un'articolata rete sotterranea di approvvigionamento costituita da cunicoli idraulici, di cui sussistono ampie testimonianze nel sito. Il sistema si compone di gallerie di captazione che, sfruttando le particolari condizioni idrogeologiche locali, consentivano di raccogliere le acque percolanti nel sottosuolo e veicolarle in superficie; offrendo importanti punti di approvvigionamento all'insediamento. Gli impianti agrigentini rappresentano quindi una delle espressioni più significative di una particolare tecnica di rifornimento idrico attestata in diverse aree del mondo greco (Corinto, Locri) e documentata in altre poleis siceliote (Akrai, Siracusa).



L'estensione di questo sistema ipogeo è solitamente stimata in circa 14,5 km sulla base delle indagini condotte tra l'Ottocento ed il Novecento da J. Schubring e L. Arnone, studi che indussero gli autori a suggerire l'esistenza di un apparato di approvvigionamento costituito da una serie di opere cunicolari organicamente connesse tra loro, ricostruendo così una rete unitaria dallo sviluppo particolarmente imponente, estesa all'intera area circoscritta dalle fortificazioni di età greca.

Recenti indagini, condotte nell'ambito di un progetto di ricerca promosso e finanziato dal "Parco archeologico e paesaggistico della Valle dei Templi di Agrigento", hanno permesso di definire con maggior precisione le caratteristiche di questo peculiare sistema di approvvigionamento e, più in generale, di proporre una nuova lettura del grande programma idraulico intrapreso da Terone.

Gli elementi riscontrati hanno infatti indotto a rivedere la precedente tesi di una colossale rete di approvvigionamento unitaria e ripensare l'apparato cunicolare come un sistema composto da numerosi impianti autonomi, slegati tra loro e di lunghezza non eccessiva, distribuiti nel territorio urbano per garantire l'approvvigionamento idrico di diversi settori dell'abitato.

Nella relazione, dopo un'introduzione sulle caratteristiche generali del sistema, si concentrerà l'attenzione sul funzionamento di tali opere e sulle strutture di prelievo, analizzando inoltre i nessi topografici tra gli impianti e quanto ci è noto dell'antico tessuto urbano (aree sacre, viabilità urbana e percorsi periurbani).

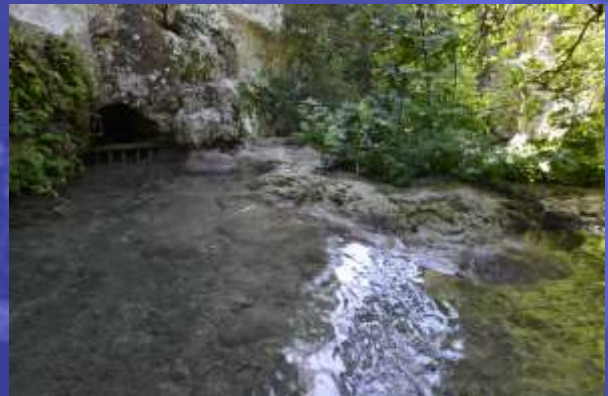
*De l'eau d'Aréthuse à l'eau des monts Hybléens :  
pourquoi les Syracusains ont-ils créé l'aqueduc du Galermi ?*

**Sophie Bouffier** - Aix Marseille Univ, CNRS, CCJ

**Vincent Ollivier** - CNRS, LAMPEA

**Michel Fontugne** - LAMPEA

La ville antique de Syracuse est installée sur une île et un plateau côtier qui bénéficient de ressources hydriques abondantes : à Ortygie, une source, Aréthuse, célèbre dans toute l'Antiquité classique, et sur la terre ferme, une nappe phréatique facilement accessible. De quoi apparemment suffire aux populations locales. Pourtant, à partir au moins du III<sup>e</sup> siècle avant notre ère, les Syracusains vont chercher l'eau de rivières situées à près de 30km du centre urbain et créent un aqueduc qui traverse tout le territoire pour alimenter l'habitat grec puis romain. Quelles raisons ont poussé à l'installation de cet ouvrage, gigantesque pour l'époque et pour la Sicile ? L'eau du plateau urbain des Epipoles et de l'île d'Ortygie était-elle devenue insuffisante ? Celle que sont allés chercher les maîtres d'œuvre de l'aqueduc du Galermi était-elle meilleure ou plus abondante ?



Alors que le principal organisme hydrologique local est le fleuve Anapo, qui prend sa source dans les monts Hybléens, le Galermi a été installé sur des affluents secondaires du fleuve, essentiellement le Calcinara et secondairement le Ciccio et le Costa Giardini qui se développent dans les massifs calcaires miocènes karstifiés environnants. L'origine karstique des eaux de la Calcinara, dont la saturation en carbonates s'exprime par le développement de tufs calcaires dans son lit et sur les parois de l'aqueduc, garantit une alimentation régulière et abondante en eau de bonne qualité, critères déterminants pour alimenter une ville comme Syracuse. La distribution et l'orientation de la fracturation des massifs à l'échelle de l'hydrosystème jouent un rôle déterminant dans l'alimentation et l'organisation des drains karstiques. Bien que les calcaires des massifs constituant le bassin versant du Galermi soient relativement poreux, ce sont surtout les failles (tectoniques ou gravitaires) qui entaillent verticalement les couches géologiques qui permettent aux eaux de passer d'un niveau calcaire à l'autre plus rapidement. Ce type d'aquifère fissuré et karstifié offre une bonne alimentation des réservoirs en profondeur et des débits réguliers aux résurgences. Failles et diaclases peuvent également orienter la structure, les méthodes de construction et l'orientation des aqueducs, car elles fragilisent la roche (brèches tectoniques, pertes au niveau des fissures. Ceci s'observe dans le Galermi amont, où le tracé de l'aqueduc effectue de courts angles droits afin de traverser rapidement les zones fragilisées par des cassures, failles ou fissurations.

Ainsi les travaux conjoints d'archéologues et d'hydrogéologues permettent d'identifier les spécificités de cet aqueduc et de proposer des pistes de lecture sur les choix politiques des autorités antiques en matière de gestion de la ressource environnementale.