

Titre :

« GeoArcC » **Géomorphologie et Archéosismicité** dans le Petit Caucase : des paysages aux risques

Participants :

Vincent Ollivier (LAMPEA, UMR 7269), Olivier Bellier (CEREGE, UMR 7330), Sébastien Joannin (ISEM, UMR 5554).

Partenaires impliqués :

NOM Prénom	Expertise	Statuts, affiliations et Laboratoires	Activités
Ollivier V.	Géomorphologie	IR CNRS, MMSH, UMR 7269 LAMPEA, Aix-Marseille Université	Erosion et forçages arméniens
Bellier O.	Morphotectonique et paléosismologie	PR- AMU, CEREGE, UMR 7330, Aix-Marseille Université	Marqueurs sismotectoniques et impacts / paysages et sociétés
Chataigner C.	Archéologie	IR CNRS, MOMArchéorient, UMR 5133, Université Lyon 2	Occupations humaines
Perello B.	Archéologie	CR CNRS, MOMArchéorient, UMR 5133, Université Lyon 2	Activités humaines
Joannin S.	Pollens	CR CNRS, UMR 5554 ISE-M, Montpellier	Scénario climatique arménien
Rizza M.	Paléosismologie	McF- AMU, CEREGE, UMR 7330, Aix-Marseille Université	Marqueurs sismotectoniques et impacts / paysages et sociétés
Siame L.	Géomorphologie et tectonique	McF- AMU, CEREGE, UMR 7330, Aix-Marseille Université	Marqueurs sismotectoniques et impacts / paysages et sociétés
Karakhanyan A.	Géologie	Institut des Sciences Géologiques, Erevan, Académie des Sciences d'Arménie	Lac Sevan, volcans, failles
Badalyan R.	Archéologie	Institut d'Archéologie et d'Ethnographie, Erevan, d'Arménie	Chronologie et origine des sites archéologiques

Principaux résultats

Aucune reconstitution paléoenvironnementale ne couvre l'intégralité de l'Holocène (soit 11700 ans) en Arménie, et plus généralement dans le Petit Caucase. Ce manque nuit à la bonne compréhension des changements de végétation en réponse aux impacts du climat et de la pression humaine (par exemple par l'usage des feux). Parmi les différentes questions qui se posent sur les environnements en Arménie aujourd'hui, la dégradation en cours de l'état des forêts ainsi que la désertification à plus basse altitude nous incitent à identifier les mécanismes qui contrôlent l'évolution des biotopes arméniens. Les résultats obtenus proviennent de l'étude de dépôts lacustres en contexte montagnard, sous la limite supérieure potentielle des arbres, et proches des sites archéologiques. Ces enregistrements sédimentaires holocènes sont les plus « profonds » d'Arménie. Pour la première fois, ces données sont croisées avec des analyses paléosismologiques et géomorphologiques afin de mieux contraindre la trilogie des risques (Erosions, séismes, variations brutales des contextes bioclimatiques) dans le Petit Caucase et leurs impacts longue durée sur les sociétés.

Les sites investis dans le programme GeoArcC et ceux en cours ou en prévision d'étude dans le cadre d'actions et de projets obtenus dans sa continuité (fig 1) sont complémentaires d'un important corpus initié en 2011 par une partie de notre équipe.

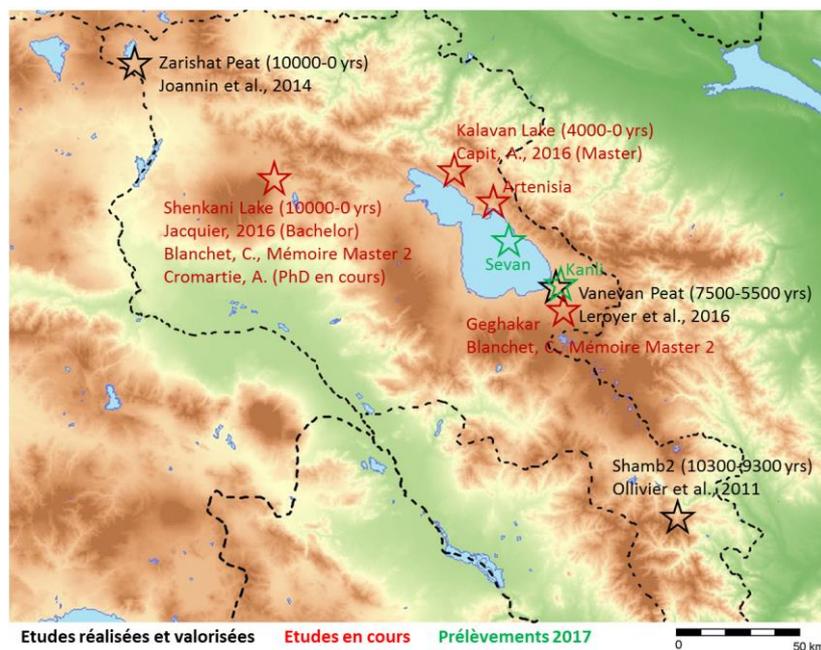


Figure 1, les sites étudiés (palynologie, géomorphologie, tectonique, archéosismicité) dans le cadre de GeoArcC et des programmes afférents (Joannin et al., 2017).

Aux analyses non-destructives au core scanner (géochimie XRF des éléments majeurs et traces) des carottes prélevées, s'ajoutent des datations ^{14}C et la construction de modèle d'âge afin de caler chronologiquement dans la précision les analyses palynologiques réalisées. Des relevés de failles affectant les dépôts lacustres holocènes et pléistocènes, dont les niveaux sont en train d'être corrélés avec ceux datés par notre équipe dans le même secteur, permettent d'envisager de croiser nos données climatiques et sismotectoniques afin d'appréhender leurs impacts sur les sociétés et sites archéologiques proches.

-Résultats les plus aboutis :

-

Lac rouge de Kalavan :

(GPS : $40^{\circ}39.254\text{N } 045^{\circ}08.773\text{E}$; alt. 1912m) lac en zone forestière située en versant nord du massif montagneux le séparant du lac Sevan (Fig. 1) qui est positionné à la même altitude. Ce dernier est logé dans un large glissement de terrain affecté en son cœur par une cuvette où sont piégés les sédiments. L'origine du glissement (ca 4000 BP) peut être rapporté à des remontées artésiennes d'eaux juvéniles le long de failles / fracturations d'origine tectonique, engendrant une sursaturation en eau des couvertures superficielles. Ce lac se trouve à proximité de sites archéologiques datant du Paléolithique (Kalavan1, Ghukasyan et al., 2011 ; Montoya et al., 2013) et d'une nécropole de l'âge du Bronze (MAE, 2011 ; Poulmarc'h et al., In press). Des échantillons d'eau du lac sont analysés en géochimie afin de comprendre son état écologique actuel (une pollution naturelle est suspectée), démarche indispensable pour l'interprétation des données archivées dans les sédiments.

Lac Geghakar

Ce lac (GPS : $40^{\circ}5'40.69\text{N}, 45^{\circ}40'40.67\text{E}$; alt. 2334m, fig. 1) se trouve en versant orienté nord dans un paysage ouvert à graminée et à steppe. Reposant sur une coulée volcanique Pléistocène, son petit bassin versant est recoupé par une faille (probablement à l'origine de ce même lac) qui se relie vers le nord à la faille majeur du Pambak-Syunik-Sevan. A proximité, on trouve une coulée basaltique Holocène et un site archéologique datant de l'âge du Bronze (Karakhanian et al., 2002). Ce site n'est pas fouillé et semble affecté par la faille qui le traverse (structures en probable décrochement). Un premier âge et des analyses palynologiques préliminaires indiquent que ce site pourrait couvrir près de 5500 ans dans un environnement toujours ouvert. Le lac en lui-même se modifie par comblement et est tout d'abord aquatique riche en algue, puis riche en éléments semi-aquatiques, et enfin dominé par les spores dont les spores de champignon coprophile, probablement en lien avec le pastoralisme.

L'étude de ses deux lacs de la région du Sevan nous permet de préciser les relations entre l'activité tectonique régionale (faisceaux principaux et secondaires de la faille de Pambak-Sevan-Sjunik) et ses impacts sur l'origine et les modalités des milieux de sédimentation, de même que sur l'implication des variations bioclimatiques holocènes sur les sociétés et leurs vestiges.

Publications (en gras : noms des participants de l'AOI 2016) :

Ollivier V., 2018, Multiple geomorphic factors and response in the landscape reconstruction of Aknashen archaeological site (Arax Valley, Armenia). Archaeopress Oxford, accepted.

Ollivier V., Fontugne M., Hamon C., Decaix A., Hatté C., Jalabazde M., 2018, Neolithic water management and flooding in the Lesser Caucasus (Georgia), Quaternary Science Reviews, submitted.

Joannin S., Capit A., **Ollivier V.**, **Bellier O.**, Peyron O., **Chataigner C.**, Tozalakian P., **Karakhanyan A.**, **Perello B.**, After landslide forest recolonisation: a 4000 years old case study from Kalavan Red Lake (Armenia). In preparation (the Holocene?).

Rapport de stage de Master 1:

Seyan L., 2017, Relation entre tectonique extensive et volcanisme dans la région de Gavar (Arménie Centrale), Mémoire de stage d'initiation à la Recherche, CEREGE, Master SET 1ère année, Spécialité: SYSTER, Direction : Rizza M., Siame L., Bellier O., 24 p.

Communication en colloque international:

Ollivier V., 2016, Hydrogeomorphology and water management, an open Mediterranean perspective, HYDRΩMED: water management in the Mediterranean during the 1st Millennium BC, Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme, 30 mai-1er juin 2016, Aix en Provence, France.

Suite donnée au projet (contrats plus vastes, bourses de thèse...):

Afin d'explorer » les potentialités du volet Tectonique / Volcanisme, nous avons co-encadré un stage de Master (Lena Sayan, 2017) dont les résultats ne sont que préliminaires (Lena Sayan, 2017). Ce projet a également permis de renforcer nos collaborations avec les Instituts des Sciences Géologiques et archéologiques de l'Université de Erevan ainsi qu'avec l'équipe de GEORISK. Les collaborations et intégrations des membres de notre équipe dans le **LIA NHASA** (Dir. Bérengère Perello, Archéorient, UMR 5133) se sont développées. Nos travaux se sont également insérés dans un cadre international encore plus large et sur de plus nombreux sites par l'intermédiaire de la **Gerda Henkel grant**, portée par Ariel Malinsky, (Römisch-Germanisches Zentralmuseum - Forschungsinstitut für Archäologie (RGZM) - RGZM Archaeological Research Institute, MONREPOS Archaeological Research Centre and Museum for Human Behavioural Evolution, Neuwied, Germany). Deux bourses **Leakey Foundation**, un projet **National Geographic** et un **ERC** ont été déposés en partenariat afin de consolider nos recherches respectives et complémentaires. Les résultats sont en attente sauf en ce qui concerne l'ERC qui n'a pas été retenue. Le programme ECCOREV GeoArC a également été un excellent support pour l'obtention d'un **Projet d'Action Internationale**, *Archéosismicité, paléoenvironnements et sociétés du sud Caucase, définition des risques et coopérations* (Aix-Marseille Université/Yerevan State University (Institute of Geology & Institute of Archaeology, contrat d'établissement, Appel à projets RI, 2016) ainsi que d'une **Mobilité Internationale de Crédit 2017**, (Aix Marseille Université, Projet Arménie), associant le CEREGE le LAMPEA et le LA3M (Patrick Donabedian) grâce à laquelle des chercheurs arméniens vont pouvoir être invités dès cette année dans nos unités. dans la continuité de la valorisation/ouverture découlant de l'AOI 2016. Un programme **OT-Med GeoArT** (Geomorphology and Archeosismicity in Transcaucasia) a également été obtenu en 2017 et est actuellement en cours. Enfin, un **programme A*MIDEX Water Traces: Water Traces between Mediterranean and Caspian Seas before 1000 AD : From Resource to Storage**, Dirigé par. Sophie Bouffier, (CCJ) et co-dirigé par Vincent Ollivier (LAMPEA) a été obtenu pour une durée de trois ans à partir de 2018. Ce dernier, dans sa partie caucasienne, s'appuie grandement sur les démarches et résultats du programme ECCOREV GeoArC et s'ouvre sur la méditerranée en conservant une importante partie de l'équipe initiale. Notons également que ce programme a permis d'investir dans l'acquisition (en cours) d'un XRF portable, outil permettant d'effectuer directement des analyses élémentaires sur les séquences et matériaux étudiés, re-exploitable pour de futurs projets de recherches et de futures analyses.