



**HAL**  
open science

## **Signatures et impacts des changements climatiques rapides sur la travertinisation, la morphogenèse et les sociétés holocènes des régions circumcasiennes**

Vincent Ollivier, Sebastien Joannin, Paul Roironc, Samuel Nahapetyand,  
Christine Chataigner

### ► To cite this version:

Vincent Ollivier, Sebastien Joannin, Paul Roironc, Samuel Nahapetyand, Christine Chataigner. Signatures et impacts des changements climatiques rapides sur la travertinisation, la morphogenèse et les sociétés holocènes des régions circumcasiennes. Variabilités environnementales, mutations sociales Nature, intensités, échelles et temporalités des changements. XXXIIe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes 20 – 22 octobre 2011., A paraître. hal-01766616

**HAL Id: hal-01766616**

**<https://hal.science/hal-01766616>**

Submitted on 25 May 2018

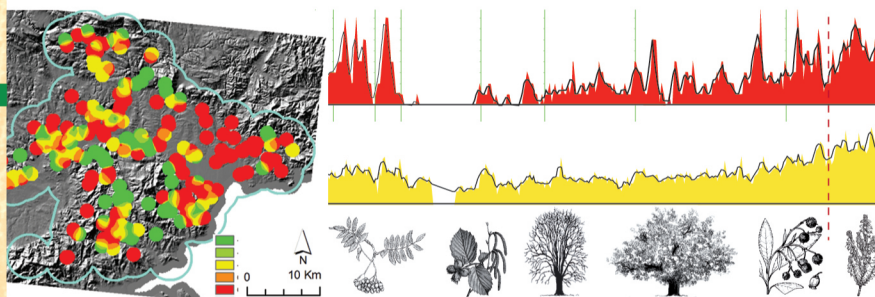
**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

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

# VARIABILITÉS ENVIRONNEMENTALES, MUTATIONS SOCIALES

*Nature, intensités, échelles  
et temporalités des changements*

*Sous la direction de  
Frédérique Bertoncello et Frank Braemer*





*Variabilités environnementales, mutations sociales*  
*Nature, intensités, échelles et temporalités des changements*

# ASSOCIATION POUR LA PROMOTION ET LA DIFFUSION DES CONNAISSANCES ARCHÉOLOGIQUES

T2, 357 Boulevard Delmas  
F-06600 Antibes

*Relecture des textes*

Anne Guérin-Castell et Clark Warren

*Secrétariat d'édition, maquette et traitement des illustrations*

Antoine PASQUALINI

## *Illustrations de couverture (de haut en bas)*

1. Carte du changement de densité d'occupation entre les IV<sup>e</sup>-I<sup>er</sup> s. av. n. è. et les I<sup>er</sup>-IV<sup>e</sup> s. de n. è. dans la vallée de l'Argens et le massif des Maures (Var, France).  
F. Bertonecello, C. Gandini - ArchaeDyn, ACI Espace et Territoire ET28, 2008.
2. Troupeau de moutons dans une Dehesa à frênes et chênes lièges.  
Vallée du Tietar, Extremadura, Espagne, 2006 (cl. Claire Delhon).
3. Défrichements dans le cadre d'une agriculture sur brûlis  
à Djaba, Cameroun (cl. Olivier Langlois).
4. Barrage de Kharbaqa pour l'irrigation du domaine de Qasr el Khair  
dans la steppe aride, Syrie. (cl. Frank Braemer).

***Pour toute information relative à la diffusion de nos ouvrages,  
merci de bien vouloir contacter***

LIBRAIRIE ARCHÉOLOGIQUE

1, rue des Artisans, BP 90, F-21803 Quetigny Cedex

Tél.: 03 80 48 98 60 - [infos@librairie-archeologique.com](mailto:infos@librairie-archeologique.com)

Site internet: [www.librairie-archeologique.com](http://www.librairie-archeologique.com)

© APDCA, Antibes, 2012

ISBN 2-904110-52-6

***VARIABILITÉS ENVIRONNEMENTALES,  
MUTATIONS SOCIALES  
Nature, intensités, échelles  
et temporalités des changements***

ACTES DES RENCONTRES

20-22 octobre 2011

***Sous la direction de***

Frédérique Bertoncello et Frank Braemer

***Avec le concours***

du CEPAM: Cultures et Environnements. Préhistoire, Antiquité, Moyen Âge  
(Centre national de la recherche scientifique et Université de Nice-Sophia Antipolis)  
et de la ville d'Antibes



## Sommaire

- 11 Frédérique BERTONCELLO, Frank BRAEMER  
*Introduction*
- Mesurer le changement environnemental :  
forçages climatiques et signatures anthropiques**
- 17 Michel MAGNY, Odile PEYRON, Laura SADORI, Elena ORTU,  
Giovanni ZANCHETTA, Boris VANNIÈRE, Willy TINNER  
*Changements dans la saisonnalité des précipitations en Méditerranée centrale  
au cours de l'Holocène. Implications pour l'histoire des sociétés*
- 27 Vincent OLLIVIER, Sébastien JOANNIN, Paul ROIRON,  
Samuel NAHAPETIAN, Christine CHATAIGNER  
*Signatures et impacts des changements climatiques rapides  
sur la travertinisation, la morphogenèse et les sociétés holocènes  
des régions circumcaspiennes*
- 37 Mauro CREMASCHI, Andrea ZERBONI  
*Adapting to increasing aridity: The cuvette of Palmyra (central Syria)  
from late Pleistocene to early Holocene*
- 53 Rémi DAVID, Chantal LEROYER, Florence MAZIER,  
Philippe LANOS, Philippe DUFRESNE,  
Gisèle ALLENET DE RIBEMONT, David Aoustin  
*Les transformations de la végétation du Bassin parisien par la modélisation  
des données polliniques holocènes*
- Mesurer le changement environnemental :  
forçages anthropiques**
- 71 Nicolas POIRIER, Eyméric MORIN, Samuel LETURCO, Camille JOLY  
*Comment mesurer l'impact érosif des dynamiques de l'occupation du sol ?  
Approche pluridisciplinaire dans la vallée de la Choisille  
(Indre-et-Loire, France)*
- 85 Damien ERTLEN, Anne GEBHARDT, Nathalie SCHNEIDER, Frédérique  
DURAND, Johann THOMAS, Matthieu MICHLER,  
François SCHNEIKERT, Éric BOËS, Dominique SCHWARTZ  
*Anthropisation et érosion agraire dans un paysage lassique (Bas-Rhin, France)*



- 93 Lydie JOAN, Dominique SORDOILLET  
*La Basse Vallée de l'Ognon de l'Antiquité au Moyen Âge :  
évolution du paysage et dynamique du peuplement*
- 101 Pier Luigi DALL'AGLIO, Enrico GIORGI, Michele SILANI,  
Martina ALDROVANDI, Carlotta FRANCESCHELLI, Olivia NESCI,  
Daniele SAVELLI, Francesco TROIANI, Luisa PELLEGRINI, Davide ZIZIOLI  
*Ancient landscape changes in the North Marche region :  
an archaeological and geomorphological appraisal in the Cesano valley*
- Mesurer les transformations des sociétés :  
modéliser le comportement des communautés***
- 115 Xavier RODIER, Lahouari KADDOURI  
*Modéliser les dynamiques spatiales en sciences humaines*
- 127 Marco MADELLA, Bernardo RONDELLI, SimulPast Team  
*Social and environmental transitions: Simulating the past to understand  
human behaviour (SimulPast)*
- 139 Laure NUNINGER, Philip VERHAGEN, François-Pierre  
TOURNEUX, Frédérique BERTONCELLO, Karen JENESON  
*Contextes spatiaux et transformation du système de peuplement : approche  
comparative et prédictive*
- 155 Lucile PILLOT, Laure SALIGNY  
*L'évolution de l'occupation humaine: l'analyse spatiale exploratoire  
des données. Le problème de l'incertitude et de l'hétérogénéité des données  
en archéologie*
- 175 Frédérique BERTONCELLO, Élise FOVET, Cécile TANNIER, Cristina  
GANDINI, Laurence LAUTIER, Pierre NOUVEL, Laure NUNINGER  
*Configurations spatiales et hiérarchiques du peuplement antique : des  
indicateurs quantitatifs pour une confrontation interrégionale*
- 191 Nicolas POIRIER  
*Mesurer la durabilité et l'intensité des activités agraires dans la longue durée :  
approches statistiques et spatiales des espaces cultivés au sein du programme  
Archadyn*
- 199 Maurits W. ERTSEN  
*Modelling human agency in ancient irrigation*
- Réponses des sociétés aux changements environnementaux***
- 213 John BINTLIFF  
*Environmental degradation and the decline of ancient complex societies  
in the Mediterranean region*
- 221 Philippe LEVEAU  
*Phénomènes météorologiques extrêmes et stratégies d'adaptation urbaine  
au Maghreb durant les premiers siècles de l'ère*

- 233 Geertrui BLANCQUAERT, Chantal LEROYER, Thierry LORHO,  
François MALRAIN, Véronique ZECH-MATTERNE  
*Rythmes de créations et d'abandons des établissements ruraux  
du second âge du Fer et interactions environnementales*
- 247 Élise FOVET, Krištof OŠTIR  
*Potentialités agronomiques et peuplement antique en Languedoc oriental :  
l'apport des ressources de la télédétection satellitaire*
- 261 Eva KAPTIJN  
*The impact of climate on daily life*
- 273 Luca MATTEI, Luis MARTÍNEZ VÁZQUEZ, Sonia VILLAR MAÑAS  
*Islamic society in a new environment: adaptation or transformation.  
The south of the Iberian Peninsula in the Middle Ages*
- 281 Guillermo GARCÍA-CONTRERAS RUIZ  
*Hydrogeological conditions in the medieval settlement pattern  
in the Northeast valleys of Guadalajara (Spain)*
- 293 I Lin WU  
*Discontinuité d'occupation sur l'Est de Taiwan aux environs de 2500 B.P. :  
une cause climatique ou une mauvaise discrimination chronologique ?*
- Restituer l'évolution des environnements :  
interactions des processus climatiques et anthropiques***
- 301 Gwénolé KERDIVEL  
*Vers un modèle de peuplement : apports et limites d'une archéologie spatiale  
à petite échelle dans le Nord-Ouest de la France au Néolithique*
- 309 Kevin FERRARI, Piero BELLOTTI, Pier Luigi DALL'AGLIO,  
Lina DAVOLI, Marta MAZZANTI, Paola TORRI  
*Environment and settlements near the Garigliano river mouth :  
history of an evolving landscape*
- 323 Josep Maria PALET, Ramon JULIÀ, Santiago RIERA-MORA,  
Hèctor A. ORENGO, Llorenç PICORNEL, Yolanda LLERGO  
*The role of the Montjuïc promontory (Barcelona) in landscape change :  
human impact during roman times*
- 335 Arnau GARCIA, Marta FLÓREZ, Meritxell LLADÓ, Arnau TRULLÉN,  
Josep M. PALET, Santiago GIRALT  
*Settlement evolution, field systems and sedimentary processes  
in a Mediterranean mid-mountain (Montserrat Massif, Catalunya)*
- 343 Michele MATTEAZZI  
*Between Brenta and Adige: environmental changes and land use in the low  
Venetian plain (northern Italy) during Roman times*



# Signatures et impacts des changements climatiques rapides sur la travertinisation, la morphogénèse et les sociétés holocènes des régions circumcaspiennes

Vincent OLLIVIER<sup>a</sup>, Sébastien JOANNIN<sup>b</sup>, Paul ROIRON<sup>c</sup>,  
Samuel NAHAPETIAN<sup>d</sup>, Christine CHATAIGNER<sup>e</sup>

## Résumé

L'analyse des travertins caucasiens donne une grille de lecture de la variabilité environnementale. Vers 12900 cal. B.P. (11000 cal. B.C.), les paysages connaissent le développement des feux et une dynamique de remblaiements alluviaux. L'Holocène voit une hausse des taxons forestiers entre 9900-9400 cal. B.P. (7900-7400 cal. B.C.) suivi de zones humides travertineuses. Postérieurement à 9200-9000 cal. B.P. (7200-7000 cal. B.C.), la carbonatation s'interrompt, une puissante incision intervient et la forêt recule face au Changement climatique rapide 9000-8000 cal. B.P. (7000-6000 cal. B.C.). Vers 4000 cal. B.P. (2000 cal. B.C.), la travertinisation et une riche ripisylve réapparaissent. La comparaison des données permet de cerner l'ampleur des mutations paysagères liées au climat et à la tectonique et leur éventuel impact sur les sociétés holocènes.

**Mots clés:** Travertins, changements climatiques rapides, morphogénèse, Holocène, sociétés circumcaspiennes.

---

a. Collège de France, PrOCauLAC-UMR 7192 du CNRS, Proche-Orient, Caucase : Langues, Archéologie, Cultures, Paris, France, vincent.ollivier@college-de-france.fr. & Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme, LAMPEA-UMR 7269 du CNRS, Aix en Provence, France.

b. UMR CNRS 5276, Laboratoire de Géologie de Lyon : Terre Planète Environnement, Université Claude Bernard Lyon 1, France, sebastien.joannin@univ-lyon1.fr.

c. Université de Montpellier 2, CBAE-UMR 5059 du CNRS, Centre de Bio-Archéologie et d'Ecologie, Montpellier, France, roiron@univ-montp2.fr.

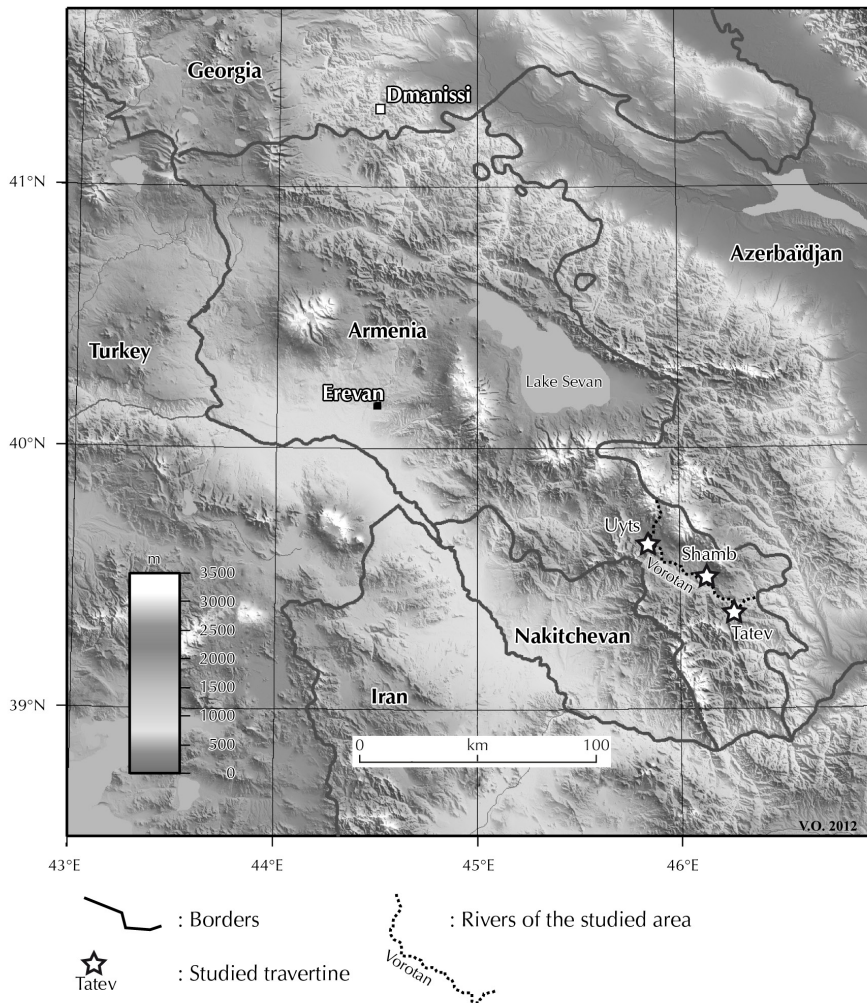
d. Department of Cartography and Geomorphology, Yerevan State University, Armenia, nahapetyan@ysu.am

e. Université de Lyon 2, Archéorient, UMR 5133, Maison de l'Orient, Lyon, France, christine.chataigner@mom.fr

**Abstract**

Caucasian travertine analysis is a reading grid for environmental variability. Around 12900 cal. B.P. (11000 cal. B.C.), fire development and alluvial infilling dynamic are the landscape components. Forest taxa and humid travertine area concern the Holocene Between 9900-9400 cal. B.P. (7900-7400 cal. B.C.). After 9200-9000 cal. B.P. (7200-7000 cal. B.C.) carbonatogenesis is interrupted, a powerful incision occurs and the forest taxa are diminished in response to the Rapid Climate Change 9000-8000 cal. B.P. (7000-6000 cal. B.C.). Around 4000 cal. B.P. (2000 cal. B.C.), travertinization and a rich riparian forest appears again. The dataset connection allows us to understand how the landscape mutation is linked to climate and tectonic and their relative impact on Holocene societies.

**Keywords:** Travertines, Rapid Climate Changes, morphogenesis, Holocene, circumcas-pian societies.



**Fig. 1.** Carte de localisation des formations étudiées (location map).

## Contexte et problématique

Les travertins sont de précieuses archives paléoenvironnementales. Formations biosédimentaires d'origine physico-chimique et biochimique, celles-ci sont sensibles aux moindres modifications de leur biotope (oscillations climatiques, activités humaines, OLLIVIER *et alii*, 2006). Développées à l'aval d'exurgences karstiques, des climats tempérés et humides, des eaux claires abondantes et un bassin versant bien foresté sont nécessaires à leur croissance optimale. Couplé aux analyses sur l'évolution morphosédimentaire des hydrosystèmes, l'étude des formations travertineuses est déterminante dans la modélisation des mutations paysagères sur de courtes ou longues périodes chronologiques. Intégrée dans le cadre de la mission Caucase (CNRS, ministère des Affaires Etrangères) et du Laboratoire international associé HEMHA (Humans and Environment in Mountainous Habitats: the case of Armenia), un des objectifs de notre recherche est de caractériser les « Changements climatiques rapides » holocènes (MAYEWSKI *et alii*, 2004) et leur impact sur les mutations paysagères (expressions, modalités, rythmes, amplitudes) et les sociétés du Caucase. Notre méthodologie, pluridisciplinaire, est une approche comparative du développement des systèmes travertineux en relation avec les variations de tendances morphogéniques.

Les travertins étudiés se situent dans la vallée du Vоротan (fig. 1). Cette importante rivière prend sa source dans les montagnes du Syunik et conflue avec l'Araxe à la frontière iranienne. La vallée du Vоротan est dominée par la présence de diatomites d'origine fluvio-lacustre datées du Pléistocène inférieur. Ces formations contiennent des pollens et une riche flore fossile (JOANNIN *et alii*, 2010; OLLIVIER *et alii*, 2010).

Cinq formations travertineuses sont étudiées dans les localités d'Uyts, Shamb et Tatev. Les analyses se sont concentrées sur la formation de Shamb 2. Les échantillons pour datation ont été prélevés à chaque changement de faciès, considéré comme l'expression de variations hydrodynamiques et/ou climatiques dans une temporalité restreinte. L'utilisation de datations  $U^{230}/Th^{232}$  et  $^{14}C$  permet de caler chronologiquement l'évolution paysagère proposée (Poznan radiocarbon Laboratory, Poznan, Pologne; IFM GEOMAR, Kiel, Allemagne). Certaines formations analysées ont un contenu palynologique significatif. Les échantillons ont été collectés dans les faciès limono-crayeux de la formation de Shamb 2, séquence la plus représentative.

## Résultats

Du Tardiglaciaire à l'Holocène, les vallées connectées à la rivière Vоротan ont été remblayées par de puissantes formations alluviales (6 à 10 m d'épaisseur). Dominés par la fraction grossière, ces dépôts présentent aussi des niveaux limoneux portant les stigmates de paléo-incendies (rubéfections, liserés charbonneux).

Sample ID	Lab. code	Material	Thickness (cm)	AMS <sup>14</sup> C Age B.P.	Cal. yr B.P. (2σ)	Cal. yr B.C. (2σ)
Shamb 2 N17 P32	Lyon 69-89	Charcoal	310	8255 ± 45	9089-9406	7457-7140
Shamb 2 N15 P30	Poz-23102	Charcoal	280	8360 ± 50	9254-9491	7542-7305
Shamb 2 N11 P17	Poz-37369	Charcoal	160	8780 ± 50	9941-9581	7992-7632
Shamb 2 N9 P8	Poz-37371	Charcoal	70	8860 ± 50	9760-10172	8223-7811
Shamb 1-3	Poz-23099	Charcoal	-	11080 ± 140	12665-13238	11289-10716

**Tab. 1.** *Datations radiocarbone (POZNAN, Pologne).*

Leur datation à 12900 cal. B.P. (11000 cal. B.C., tab. 1) les rattache au Dryas récent, période climatique fraîche et relativement sèche. Les travertins holocènes, qui expriment une importante production de carbonates biogéniques et de hauts niveaux des aquifères, apparaissent dès les premiers instants du réchauffement climatique vers 10780 cal. B.P. (8830 cal. B.C., tab. 2).

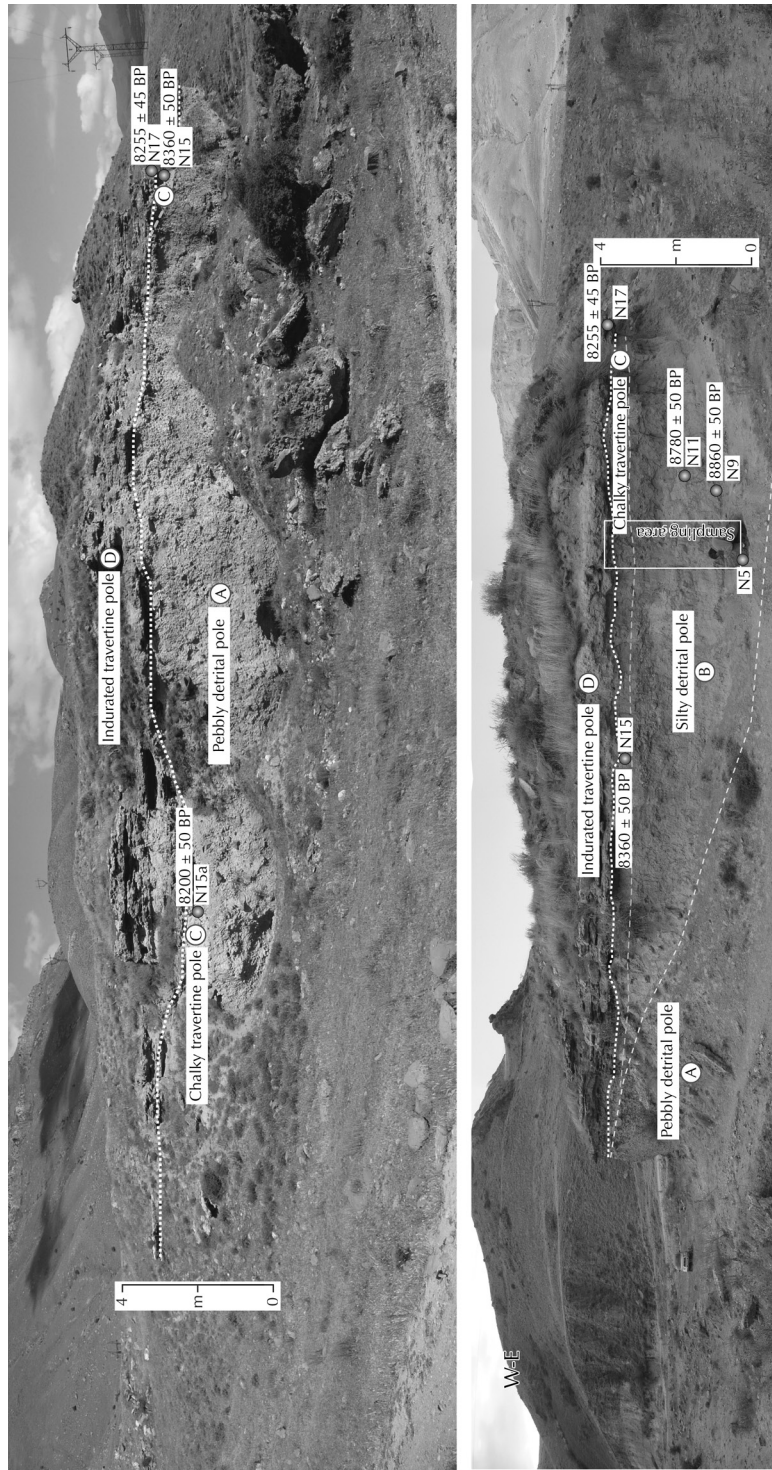
### « *Rapid Climate Change* » et morphogénèse

Le travertin de Shamb 2 (fig. 2) est le plus démonstratif des « Changements climatiques rapides » (CCR) de la première partie de l'Holocène (MAYEWSKI *et alii*, 2004). Les faciès indiquent une progression des conditions climatiques tempérées et humides avec un optimum centré autour de 9300-9000 cal. B.P. (7500-7200 cal. B.C., tableau 1). Ce nouveau contexte s'exprime par le développement subit des craies et travertins construits. Outre une importante modification de la physiographie des hydrosystèmes par de puissants remblaiements, le développement rapide de la travertinisation souligne l'apparition de zones humides attrayantes pour les populations néolithiques dans des paysages auparavant semi-arides. Les pollens extraits des niveaux limono-craieux apportent un éclairage sur le développement et la préservation d'une couverture végétale plus forestière dans les vallées. Les données paléoécologiques et sédimentologiques, bien qu'exprimant des rythmicités spatiotemporelles différentes, soulignent une période humide entre 9500-9000 cal. B.P. (7500-7000 cal. B.C.) dans le Petit Caucase et son interruption lors du CCR 9000-8000 cal. B.P. (7000-6000 cal. B.C., MAYEWSKI *et alii*, 2004).

L'espace Turquie-mer Caspienne est considéré comme une zone refuge en phase glaciaire pour les taxons les plus thermophiles (BENNETT *et alii*, 1991). À partir de cette région, les taxons se développent successivement quand les conditions climatiques s'améliorent. Ceci s'enregistre sous le terme de succession de végétation (p. ex., WICK *et alii*, 2003; KVADADZE, CONNOR, 2005; MORTEZA *et alii*, 2008;

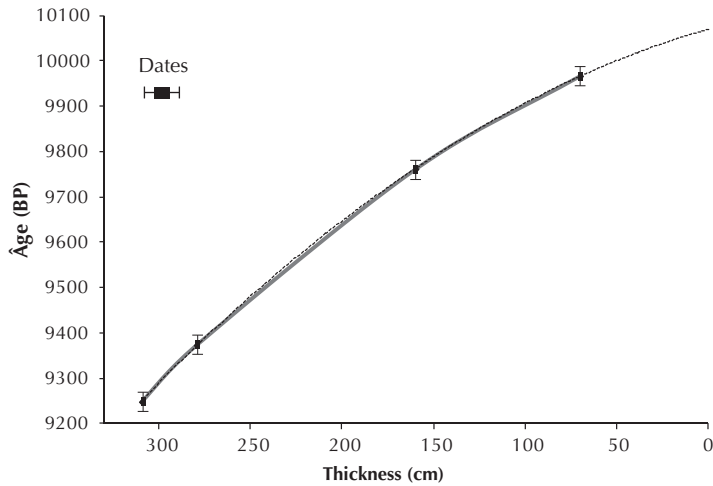
Sample	Age	±	min-Age Ky	max-Age Ky	U238 ppm	± ppm	Th232 ppb	± ppb	Th230 ppt	± ppt
Tat1	4,14	0,36	3,78	4,50	0,1277	0,0018	6,91	0,02	0,197	0,010
Uys 6	10,78	1,79	9,01	12,58	0,609	0,000	161,298	0,546	1,62	0,01
	Th230/Th232 dpm/dpm	± dpm/dpm	U238/Th232 dpm/dpm	± dpm/dpm	Th230/U238 dpm/dpm	± dpm/dpm	Th230excess/U238 dpm/dpm	± dpm/dpm	U234/U238 dpm/dpm	± dpm/dpm
Tat1	5,31	0,27	57,2	0,8	0,09283	0,00483	0,08234	0,00581	2,2064	0,0341
Uys 6	1,874	0,012	11,682	0,040	0,16044	0,00092	0,10908	0,01715	1,1579	0,0007

**Tab. 2.** Datations U/Th (GEOMAR, Kiel, Allemagne).



**Fig. 2.** Travertin de Shamb 2 (Shamb 2 travertine formation).





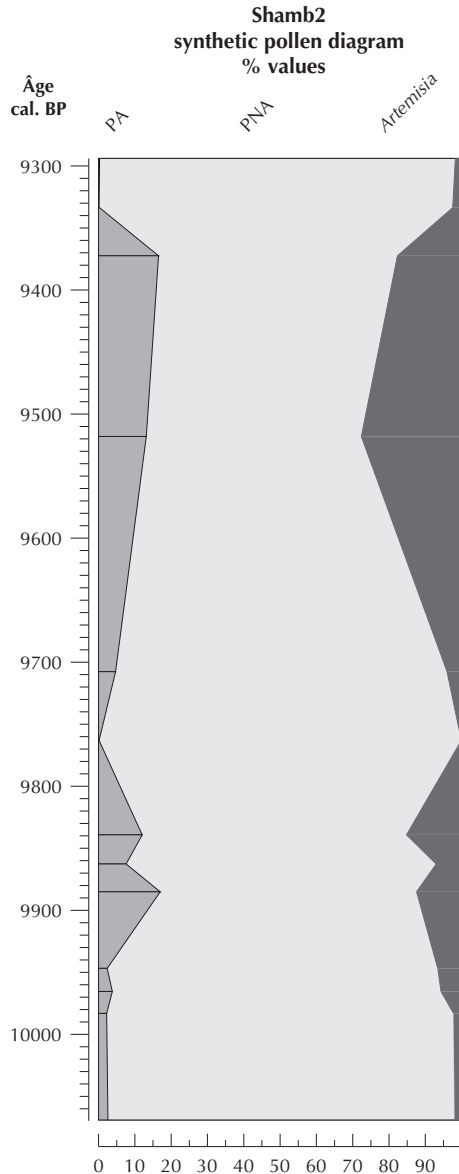
**Fig. 3.** *Modèle âge-profondeur (age model).*

WASYLIKOWA *et alii*, 2008). Pourtant, les données holocènes sur la dynamique de végétation du Caucase manquent (MESSAGER *et alii*, soumis). Ceci est d'autant plus troublant que l'emprise humaine sur l'environnement lors du développement de la culture néolithique se serait faite ici, avant même l'amélioration climatique holocène. C'est-à-dire dans un paysage de forêt-steppe (MONTROYA *et alii*, soumis), quand les données connues plus au nord indiquent le développement très tardif de la chênaie mixte à environ 8000 cal. B.P. (6000 cal. B.C., MESSAGER *et alii*, soumis). Notre travail comble en partie les connaissances pour le sud du Petit Caucase. En l'absence de larges zones humides ou de dépôts lacustres connus, il est possible d'étudier les dépôts travertineux comme archive pollinique (p. ex., VERMOERE *et alii*, 1999). Sur les 32 prélèvements effectués dans les dépôts associés au travertin de Shamb, 13 échantillons ont fourni assez de grains de pollen pour analyse (~350 grains comptés en moyenne). La résolution temporelle moyenne pour l'intervalle de temps étudié est inférieure au siècle, avec cependant des disparités entre les niveaux (fig. 3 et 4). Au cours de l'intervalle 10000-9300 cal. B.P. (8000-7300 cal. B.C.), un paysage ouvert à herbes (NAP) et steppe (*Artemisia*) compose la zone. Les taxons arboréens (AP) incluant les thermophiles (chêne et charme principalement) sont présents jusqu'à 20 % de 9900 à 9400 cal. B.P. (7900-7400 cal. B.C.). Les assemblages polliniques semblent donc caractériser, comme de nos jours, une écosystème de forêt-steppe dont la forêt devait occuper les versants nord, où pouvaient se maintenir le hêtre et l'orme, et les fonds de vallées. Les steppes et prairies pouvaient s'étendre partout ailleurs et sur les sommets. Bien que ce site ne couvre qu'une partie de l'Holocène, la végétation du sud du Petit Caucase confirme la persistance de la forêt-steppe entre 10000 et 9300 cal. B.P. (8000-7300 cal. B.C.) comme en Djavakheti (MESSAGER *et alii*, soumis) et son potentiel de zone refuge.

Le développement optimal de la travertinisation vers 9500-9000 cal. B.P. (7500-7000 cal. B.C.) correspond à une période d'humidité identifiée en Anatolie, dans

le nord-ouest de l'Iran et plus généralement dans le Caucase (KVADADZE, CONNOR, 2005; MORTEZA *et alii*, 2008; TURNER *et alii*, 2008; WASYLIKOWA *et alii*, 2008; WICK *et alii*, 2003). Par la suite, la croissance des formations travertineuses enregistre une interruption brutale postérieurement à 9000 cal. B.P. (7000 cal. B.C.) en réponse au CCR 9000-8000 cal. B.P. (7000-6000 cal. B.C., refroidissement et assèchement). Vers 4000 cal. B.P. (2000 cal. B.C.), l'antagonisme permanent des bilans sédimentaires (incision/dépôt), paramètre contrôlant le développement des formations, est à nouveau en faveur de l'accumulation carbonatée. Ceci s'exprime dans le travertin de Tatev en aval de la vallée du Vorotan. Cet édifice, daté de 4140 cal. B.P. (2060 cal. B.C., tab. 2 et fig. 5), contient des empreintes foliaires nous informant sur la ripisylve environnante (*Platanus sp.*, *Acer sp.*, *Betulaceae sp.*, *Populus alba L.*, *Salix sp.*, *Monocotyledones sp.*, *Phyllites sp.*). Ce travertin est le dernier témoignage d'une carbonatogenèse efficace et de l'accumulation des concrétionnements dans le Vorotan. Sa position dans la vallée permet d'appréhender l'impact des phases d'incision liées aux variations climatiques et à l'évolution tectonique.

Entre 9000-4000 cal. B.P. (7000-2000 cal. B.C.), une puissante incision concerne les vallées (ca. 40 m de profondeur). Les datations et la géométrie des formations de Shamb (9500-9000 cal. B.P./7500-7000 cal. B.C.) et de Tatev (4140 cal. B.P./2060 cal. B.C.) suggèrent que cette incision dérive du cumul des variations de budget sédimentaire et de la néotectonique. L'interpolation de nos résultats a permis de calculer un soulèvement d'environ 8 mm/an dans le secteur, en accord avec les données régionales disponibles (MOSAR *et alii*, 2010).



**Fig. 4.** Diagramme palynologique synthétique (synthetic palynological diagram).

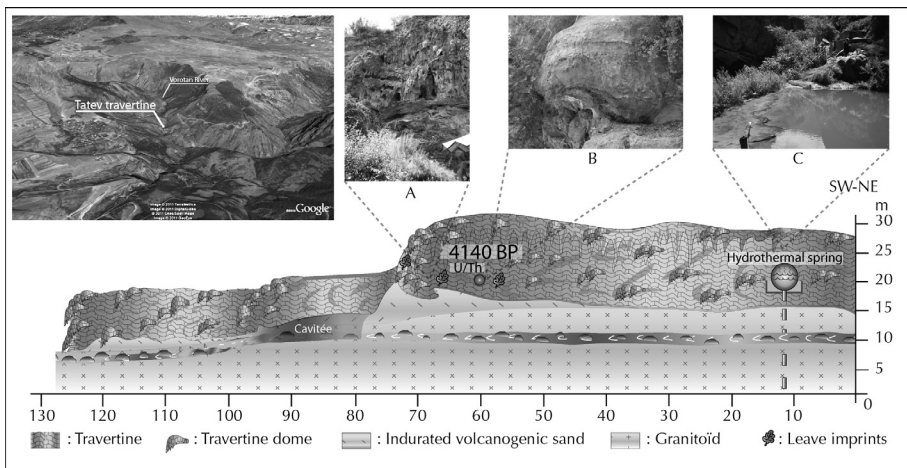


Fig. 5. Formation travertineuse de Tatev (Tatev travertine formation).

### Une grille de lecture des mutations paysagères?

L'analyse morphosédimentaire du développement des travertins caucasiens permet la caractérisation des changements climatiques postglaciaires et de leur impact sur les paysages. La sensibilité de ces formations en fait des enregistreurs efficaces des changements climatiques rapides (inférieurs au millénaire). Le développement général et synchrone des systèmes travertineux illustre un changement environnemental majeur et l'apparition de milieux alluvio-palustres dans un paysage autrefois dominé par des vallées sèches et steppiques. L'effet de l'incision et du soulèvement tectonique sur la physiographie des vallées entre le début et la fin de l'Holocène souligne l'ampleur des mutations paysagères. Une telle modification rapide des milieux a nécessairement influencé la mobilité des groupes humains et leurs modes d'occupation.

Par comparaison avec les régions mieux documentées du nord du Proche Orient ou voisines de la mer Noire et de la mer Caspienne, les données concernant le début de la néolithisation dans le centre de la Transcaucasie sont trop peu nombreuses. Sur le flanc oriental de l'Aragats (Arménie), lors de la fouille de l'abri de Kmlo 2, la découverte d'une culture de transition entre le Mésolithique et le Néolithique (ARIMURA *et alii*, 2009) exploitant un outillage microlithique et où une économie utilisant l'élevage fait son apparition est toutefois une première étape importante. Peu de sites néolithiques sont connus en Arménie (Tsaghkunk, Aratashen, Verin Khatunarkh/Aknashen, Teghut, Ada-Blur, Masisi-Blur, Artashat). Le caractère fragmentaire des informations n'a jusqu'à présent pas permis d'élaborer une séquence chronologique précise des cultures matérielles du VII<sup>e</sup>/VI<sup>e</sup> millénaire au IV<sup>e</sup> millénaire B.C. (BADALYAN *et alii*, 2010). Dans ce contexte, le croisement des données archéologiques et environnementales devient une absolue nécessité. Ce constat est également mis en exergue pour le

Chalcolithique d'Arménie au travers du site de Godedzor (IV<sup>e</sup> millénaire B.C.) fouillé par la mission Caucase (CHATAIGNER *et alii*, 2010). La mise en évidence du développement et/ou de la disparition rapide des zones humides (millénaire ou demi millénaire) représentant des aménités d'ordre hydrologique, végétal et cynégétique, apporte de précieux éléments d'informations sur les conditions de mobilité concernant ces groupes et communautés semi-nomades pratiquant la transhumance et les activités agricoles. Ces travaux doivent cependant être approfondis.

L'utilisation de la grille de lecture paysagère fournie par l'étude des travertins est une des clés possibles permettant d'identifier la nature et la variabilité des changements environnementaux de même que leur degré d'influence sur les sociétés. La large répartition des travertins dans le Caucase permet une recherche d'échelle locale à extrarégionale, diachronique sur l'ensemble du Quaternaire. Des opportunités d'études pluridisciplinaires, centrées sur l'évolution des milieux travertineux circumcaasiens, sont ouvertes.

## Bibliographie

- ARIMURA M., CHATAIGNER C., GASPARYAN B., 2009. Kml0 2. An Early Holocene Site in Armenia, *Neo-Lithics*, 2, 09, p. 17-19.
- BADALYAN S. R., HARUTYUNYAN A. A., CHATAIGNER C., LE MORT F., CHABOT J., BROCHIER J. E., BALASESCU A., RADU V., HOVSEPYAN R., 2010. The settlement of Aknashen-Khatunarkh, a Neolithic site in the Ararat plain (Armenia) : excavation results 2004-2009, *Tüba-Ar*, 13, p. 185-218.
- BENNETT K. D., TZEDAKIS P. C., WILLIS K. J., 1991. Quaternary refugia of north European trees, *Journal of Biogeography*, 18, p. 103-115.
- CHATAIGNER C., AVETYSIAN P., PALUMBI G., UERPMANN H. P., 2010. Godedzor, a late Ubaid-related settlement in the Southern Caucasus, *in*: A. C. ROBERT, P. GRAHAM, *Beyond the Ubaid, transformation and integration in the late prehistoric societies of the Middle East, papers from: the Ubaid expansion? Cultural meaning, identity and the lead-up to urbanism*, International Workshop, Grey College, University of Durham, 20-22 April 2006, The Oriental Institute of the University of Chicago, Studies in Ancient Oriental Civilization, 63, p. 277-394.
- DJAMALI M., BEAULIEU J.-L. DE, SHAH-HOSSEINI M., ANDRIEU-PONEL V., AMINI A., AKHANI H., LEROY S. A. G., STEVENS L., ALIZADEH H., PONEL P., BREWER S., 2008. An Upper Pleistocene long pollen record from the Near East, the 100 m-long sequence of Lake Urmia, NW Iran, *Quaternary Research*, 69, p. 413-420.
- JOANNIN S., CORNÉE J.-J., MUNCH P., FORNARI M., VASSILIEV J., KRIJGSMAN W., NAHAPETIAN S., GABRYELIAN Y., OLLIVIER V., ROIRON P., CHATAIGNIER C., SUC J.-P., 2010. Early Pleistocene climatic cycles in continental deposits of the Lesser Caucasus of Armenia inferred from palynology, magnetostratigraphy, and <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar dating of volcanic tufs, *Earth and Planetary Science Letter*, p. 149-158.

- KVAVADZE E. V., CONNOR S. E., 2005. *Zelkova carpinifolia* (Pallas) K. KOCH in Holocene sediments of Georgia – an indicator of climatic optima, *Review of Palaeobotany and Palynology*, 133, p. 69-89.
- MAYEWSKI P. A., ROHLING E. E., CURT STAGER J., KARLÈN W. R., MAASCH K. A., DAVID MEEKER L., MEYERSON E. A., GASSE F., KREVELD S. VAN, HOLMGREN K., LEE-THORP J., ROSQVIST G., RACK F., STAUBWASSER M., SCHNEIDER R. R., STEIG E. J., 2004. Holocene climate variability, *Quaternary Research*, 62, 3, p. 243-255.
- MESSAGEUR E., BELMECHERI S., GRAFENSTEIN U. V., NOMADE S., OLLIVIER V., VOINCHET P., MGELADZE A., LORDKIPANIDZE D., MAZUY A., MOREAU C., 2012. Palaeoenvironmental records of the last 13 ka in Lesser Caucasus: First data from Paravani Lake (DJAVAKHETI, Georgia), *Quaternary research*, soumis.
- MONTOYA C., BALASESCU A., JOANNIN S., LIAGRE J., NAHAPETYAN S., OLLIVIER V., GASPARYAN B., COLONGE D., CHATAIGNER C., 2012. The upper paleolithic site of Kalavan 1 (Armenia): an Epigravettian settlement in the Lesser Caucasus, *Journal of Human Evolution*, soumis.
- MOSAR J., KANGARLI T., BOCHUD M., GLASMACHER U. A., RAST A., BRUNET M. F., SOSSON M., 2010. Cenozoic – Recent tectonics and uplift in the Greater Caucasus: a perspective from Azerbaijan, Londres, *Geological Society, Special publications*, 340, p. 261-280.
- OLLIVIER V., GUENDON J-L., ALI A., ROIRON P., AMBERT P., 2006. Évolution postglaciaire des environnements travertineux provençaux et alpins: nouveau cadre chronologique, faciès et dynamiques morphosédimentaires, *Quaternaire*, 17, 2, p. 51-67.
- OLLIVIER V., NAHAPETYAN S., ROIRON P., GABRIELYAN I., GASPARYAN B., CHATAIGNER C., JOANNIN S., CORNÉE J.-J., GUILLOU H., SCAILLET S., MUNCH P., KRIJGSMAN W., 2010. Quaternary volcano-lacustrine patterns and paleobotanical data in South Armenia, *Quaternary International*, 223-224, p. 312-326.
- WASYLIKOWA K., ZEIST W. VAN, WRIGHT H. E. JR, STEVENS L., WITKOWSKI A., WALANUS A., HUTOROWICZ A., ALEXANDROWICZ S. W., LANGER J. J., 2008. The Lake Zeribar palaeoecology: a synthesis, in: K. WASYLIKOWA, A. WITKOWSKI, (éd.), *The palaeoecology of Lake Zeribar and surrounding areas, Western Iran, during the last 48,000 years*, Ruggell A.R.G., Gantner Verlag K.G., Diatom Monographs 8, p. 303-321.
- WICK L., LEMKE G., STURM M., 2003. Evidence of Lateglacial and Holocene climatic change and human impact in eastern Anatolia: high resolution pollen, charcoal, isotopic and geochemical records from the laminated sediments of Lake Van, Turkey, *The Holocene*, 13, p. 665-675.



## VARIABILITÉS ENVIRONNEMENTALES, MUTATIONS SOCIALES

### *Nature, intensités, échelles et temporalités des changements*

*Sous la direction de Frédérique Bertoncello et Frank Braemer*

La perception des interactions entre les facteurs naturels et anthropiques sur l'évolution des environnements et des sociétés est une préoccupation majeure de la communauté scientifique, au croisement des sciences de la Terre, de l'Environnement et de la Société. La question centrale est celle de l'impact respectif des processus naturels (climatiques essentiellement) et anthropiques dans les dynamiques sociales et environnementales, que l'on peut désormais restituer avec de plus en plus de finesse. Pour dépasser les interprétations déterministes et mécanistes qui recherchent des relations directes de causes à effets, et envisager les relations sociétés-milieus dans la perspective d'un système en co-évolution, il est nécessaire de proposer des modèles de représentation et d'interprétation de plus en plus nuancés et adaptés à la variabilité des situations étudiées et des fonctionnements régionaux des géosystèmes et des anthroposystèmes. Cela passe par la mobilisation de données hétérogènes (climatiques, paléoenvironnementales, archéologiques, historiques...), souvent lacunaires, de résolutions chronologiques et spatiales variées et différents degrés de précision. De même, les effets des changements climatiques et des actions anthropiques sur les environnements et les sociétés ne se manifestent pas avec la même intensité, selon les mêmes rythmes ni les mêmes échelles. Pour confronter, dans l'espace et dans le temps, des dynamiques environnementales et sociales, des outils méthodologiques permettant de mesurer et de modéliser le changement commencent à être élaborés.

Ce sont ces questions de nature, d'intensité, de seuils, d'échelles et de temporalité des impacts climatiques et anthropiques, principaux enjeux de la modélisation des dynamiques socio-environnementales, qui ont été explorées au cours de ce colloque.

Our perception of the interactions between natural and human factors on environmental and social dynamics is a major concern of the scientific community at the crossing of Earth, Environmental and Social Sciences. The central question is the relative impact of natural (mainly climatic) and human processes on the evolution of ancient environments and societies, which we can now perceive with more accuracy. In order to go beyond mechanical and deterministic interpretations seeking direct causal links, and to consider on the contrary human-nature interactions in a co-evolutive perspective, it is necessary to propose finely-tuned models adapted to the regional diversity of the geosystems and anthroposystems. This implies to mobilise heterogeneous data (climatic, palaeoenvironmental, archaeological, historical...), often incomplete, with various chronological and spatial resolutions and degrees of accuracy. Moreover, the intensity, rhythm and scale of the impacts of climatic changes and human activities on the environments and societies can differ greatly. New methods and tools allow change measurement and modelling in order to compare environmental and social dynamics, in space and time. This conference aimed to investigate these questions of nature, intensity, threshold, scale and temporality of the climatic and social impacts, key issues in the modelling of socio-environmental dynamics.

