



CENTRO UNIVERSITARIO EUROPEO
PER I BENI CULTURALI
Ravello

SCIENZE E MATERIALI DEL PATRIMONIO CULTURALE

**CULTURAL HERITAGE
FACING CLIMATE CHANGE:
EXPERIENCES AND IDEAS
FOR RESILIENCE AND ADAPTATION**

Edited by
Roger-Alexandre Lefèvre and Cristina Sabbioni

OFFPRINT



EDIPUGLIA
Bari 2018

Centro Universitario Europeo per i Beni Culturali
Villa Rufolo - I 84010 Ravello - Tel. 0039 089 857669 - Fax 0039 089 857711 - <http://www.univeur.org> - e-mail: univeur@univeur.org
Redazione: Monica Valiante

MAIN SPONSOR



WITH THE SUPPORT OF



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



THE FRENCH MINISTRY OF CULTURE
AND COMMUNICATION

© 2018 - Edipuglia srl, via Dalmazia 22/b - 70127 Bari-S.Spirito
tel. 080. 5333056-5333057 (fax) - <http://www.edipuglia.it> - e-mail: info@edipuglia.it

Consulente editoriale: Giuliano Volpe
Copertina: Paolo Azzella

ISBN 978-88-7228-862-7

TABLE OF CONTENTS

E. Fernandez-Galiano, R.-A. Lefèvre, C. Sabbioni Forewords	7
A. Bonazza Cultural Heritage in the Italian Strategy for Adaptation to Climate Change	9
R.-A. Lefèvre Le Patrimoine Culturel dans le Plan National Français d'Adaptation au Changement Climatique	15
P. Brimblecombe Policy Relevance of Small Changes in Climate with Large Impacts on Heritage	23
A. Gómez Bolea & J. C. Peña Rabadán Bioprotection of Stone Monuments under Warmer Atmosphere	31
J. Leissner, R. Kilian, F. Antretter, Z. Huijbregts, H. Schellen & J. Van Schijndel Climate Change Modelling and whole Building Simulation as a Tool for Assessing Indoor Climates in Buildings	39
T. Mikkonen Cultural Environment as a Resource in Climate Change Mitigation and Adaptation	49
Ł. Bratasz Towards Sustainable Climate Control in Museums. Global Climate Change, Risk and Energy consumption	59
S. de Courtois, D. Mirallié & J.-M. Sainsard Le Jardinier et le Projet, pour une Adaptation aux Changements Climatiques	65
E. Korca Natural Disasters and Risks in World Heritage Monuments of Greece. Lessons Learnt	75
D. Camuffo, F. Beccherini & A. Della Valle Climate Related Challenges for Venice: Lessons from the Past, Solutions for the Future?	81
C. Daly Informing Heritage Policy in an Uncertain Climate. Reflections from Ireland	95
F. Neto & S. Pereira Listening to the STORM: Preliminary Survey to Identify Needs in Risk Management Policies for Cultural Heritage Endangered by Natural Hazards	103
P. Bianconi Joint Programming Initiative on Cultural Heritage and Global Change: Strategies and Activities Plan	113
E. Rossoni-Notter, O. Notter, É. Gilli, P. Simon, S. Simone & E. Pons-Branchu Patrimoine Culturel et Changement Climatique au Travers des Recherches Paléolithiques: l'Exemple de la Région Liguro-Provençale	121
Recommendation	135
Recommandation	137

Patrimoine Culturel et Changement Climatique au travers des Recherches Paléolithiques: l'Exemple de la Région Liguro-Provençale

Elena ROSSONI-NOTTER*, Olivier NOTTER* et**, Éric GILLI***, Patrick SIMON*, Suzanne SIMONE*, Edwige PONS-BRANCHU****

*Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco

**Muséum National d'Histoire Naturelle

*** Université Paris 8, LADYSS Paris 8 et CEK

****Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, LSCE/IPSL, CEA-CNRS-UVSQ, Université Paris-Saclay

Résumé: Les sites archéologiques sont d'une importance capitale pour la compréhension de l'Histoire de l'Homme et de son évolution mais aussi pour celle des paléoenvironnements et des paléoclimats. Les données interdisciplinaires, préhistoriques et géologiques, recueillies par de nombreuses équipes de recherches, permettent de dater et éclairer les processus paléoclimatiques et paléoenvironnementaux, depuis 1 million d'années pour la région liguro-provençale. Intégrées au sein d'analyses plus larges, tel le projet «Karstodyssée» porté par l'un d'entre nous (E. G.), les données des équipes du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco enrichissent et étayent l'étude des marqueurs eustatiques, tectoniques et tsunamiques locaux. L'objectif est de mieux appréhender le pic final du dernier interglaciaire (125 000 ans ou MIS 5e) et d'estimer les fourchettes de hausse et du niveau marin et des vitesses prévisibles.

Abstract: Cultural Heritage and Climate Change through Paleolithic researches: an example from the Liguro-provençal area. Archeological sites are of a major importance for the understanding of Human History and Evolution, as well as for paleoenvironmental and paleoclimate issues. Interdisciplinary, prehistoric and geological data, collected by numerous research teams, allow to date and to enlighten paleoenvironmental and paleoclimate processes, over 1 million years within the liguro-Provençal area. Used in broader analyses, as the project "Karstodyssée" chaired by one of us (E. G.), the available data of the Museum of Prehistoric Anthropology of Monaco provide and enrich the local study of eustatic, tectonic and tsunamic evidence. The aims are to characterize locally the final peak of the last interglacial period (ca 125 000 years or MIS 5e) as well as establishing benchmarks used as estimated ranges of the expected sea-level increases and foreseeable variations.

Mots-clés: Paléolithique, paléoenvironnement, eustatisme, projet Karstodyssée, Monaco, Italie.

Keywords: Palaeolithic, paleoenvironmental, eustatic cycles, Karstodyssée program, Monaco, Italy.

1. Introduction

Les données interdisciplinaires, préhistoriques et géologiques, recueillies dans le secteur liguro-provençal par diverses équipes de recherches permettent de dater et éclairer les processus paléoclimatiques et paléoenvironnementaux locaux, sur une période d'environ 1 million d'années. Dès la fin du XIX^{ème} siècle, les équipes monégasques se sont intéressées aux sites paléolithiques et aux témoins quaternaires du littoral liguro-provençal. Aujourd'hui, ces

collections et échantillons, conservés au Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco, ont été mis à disposition d'un tout nouveau programme de recherches «*Karstodyssée*», qui appréhende localement les hausses du niveau marin.

2. Mise en contexte: le littoral liguro-provençal, un secteur singulier

La collaboration scientifique mise en place récemment par les auteurs (cf. 3) est

dédiée à l'étude d'échantillons géologiques et paléontologiques prélevés dans le secteur liguro-provençal, et plus précisément sur le littoral s'étendant de Monaco à la Ligurie (Vintimille, Imperia, Italie). La côte et les sites paléolithiques liguro-provençaux ont enregistré les empreintes de transgressions et de régressions marines spécifiques qu'il est important d'interpréter en vue d'obtenir des repères diachroniques et locaux (Blanc, 1995-1996; Hearty *et al.*, 2007).

2.1 *Un cadre géologique complexe*

Le littoral liguro-provençal représente un couloir de terre étroit, le long des côtes françaises et italiennes; délimité au sud par la mer Méditerranée, au nord par la chaîne des Alpes et celle des Apennins. Corridor naturel entre mer et montagne, il a constitué une zone de refuge et de passage des hommes depuis des centaines de milliers d'années. L'extension de cette bande littorale s'est évidemment métamorphosée en fonction des cycles climatiques. Durant les périodes tempérées, comme au cours du stade isotopique 5e, elle fut parfois totalement immergée; durant les périodes plus froides du Pléistocène supérieur, en particulier il y a 20 000 ans, le niveau marin s'est en revanche abaissé d'une centaine de mètres, laissant place à de vastes plaines de Menton (France) à San Remo (Italie). Ces fluctuations et péjorations paléoclimatiques sont d'autant plus intéressantes qu'elles s'inscrivent dans un terrain sujet aux actions tectoniques (Bonifay, 1975; Le Cann, 1987; Gilli, 1997). La géologie régionale reflète la complexité structurale d'une zone charnière entre deux domaines continentaux (la plaque ouest-européenne et la microplaque adriatique) mis en contact au travers de la chaîne de collision alpine. Les terrains les plus anciens connus dans notre région sont:

- le massif Maures-Estérel-Tanneron qui associe des terrains cristallins et cristallophylliens varisques à une unité volcano-sédimentaire d'âge permien (Estérel); ce massif, autrefois raccordé au massif corso-sarde, en est aujourd'hui séparé par la mer ligure.
- le massif de l'Argentera-Mercantour lui aussi varisque appartient au groupe des massifs cristallins externes exhumés lors de l'orogène alpin.

Au nord et à l'ouest de ces ensembles qui constituent le socle et séparée par la dépression permienne se développe une couverture sédimentaire autochtone (provençale à l'ouest et subalpine à l'est) dont la stratigraphie est quasiment continue depuis le Trias inférieur jusqu'au Plio-Quaternaire, les quelques hiatus existants étant les marqueurs chronologiques de l'histoire géologique de la région. Les chaînons subalpins (arcs de Castellane, de Nice et de la Roya) vont disparaître à l'est par recouvrement d'unités allochtones tel le flysch à Helminthoïdes d'âge crétacé, ce contact anormal constitue le Front pennique qui limite les Alpes externes des Alpes internes, trait majeur de la chaîne de collision alpine que l'on va suivre sur la majeure partie des Alpes franco-italiennes. À l'arrière de ces formations charriées, on observe l'ensemble Briançonnais caractérisé par son squelette permio-carbonifère sur lequel repose un Trias marin calcaire particulièrement développé, ensemble que l'on va retrouver comme élément majeur des Apennins ligures. Ce bref raccourci permet d'aborder la très importante instabilité tectonique du sous-sol du Sud-Est de la France et de la Ligurie italienne qui se manifeste à la fois par une sismicité et une épirogenèse notables. Pour mémoire nous pouvons rappeler l'important séisme de 1887 (épicerne au large de San Remo) qui avait occasionné de très nombreux dégâts et plusieurs centaines de morts dans les villages de l'arrière-pays (Baiardo, 220 morts) (Laurenti, 2006). L'épirogenèse quant à elle correspond à de lents mouvements verticaux positifs (ou négatifs) d'exhaussement continental; ainsi la région liguro-provençale est soumise à ce type de mouvement et plus particulièrement dans le secteur sud de l'arc de Nice (entre l'estuaire du fleuve Var et la frontière italienne). Ce secteur est à dominante carbonatée (calcaires du Jurassique moyen et supérieur), ce qui a permis d'enregistrer de manière très nette les hauts niveaux marins. L'association du cycle eustatique global (fréquence de l'ordre de 100 000 ans et d'une amplitude moyenne de l'ordre de la centaine de mètres) et du phénomène épirogénique (élévation de l'ordre du mètre par 10 000 ans) a conduit à un étagement remarquable des marqueurs littoraux (plages soulevées, encoches marines,



1. - Carte des principaux sites paléolithiques localisés sur le littoral liguro-provençal et mentionnés dans le texte (d'après Magnaldi in Lumley *et al.*, 2011).

Map showing the main Paleolithic sites located in the liguro-provençal area and mentioned in the text (after Magnaldi in Lumley *et al.*, 2011).

perforations du lithodome *Lithophaga lithophaga* L., corniches bioconstruites à *Mélobésiées* et *Lithophyllum* sp. (Pérès & Picard, 1964). Ce sont ces marqueurs que nous nous proposons d'étudier entre le niveau 0 actuel et les plus hauts repères connus à un peu plus de 100 m d'altitude datés de près d'un million d'années.

2.2 Des sites paléolithiques en nombre

Zone privilégiée pour les animaux et les hommes, le secteur liguro-provençal a livré à ce jour plus d'une vingtaine de gisements paléolithiques (fig. 1). De tels sites sont d'une importance capitale pour la compréhension de l'Histoire de l'Homme et de son évolution mais aussi pour celle des paléoenvironnements et des paléoclimats. D'une part, les vestiges paléontologiques (macrofaune, microfaune, malacofaune), palynologiques et carpologiques, découverts dans les grottes, abris et sites de plein-air sont des enregistreurs remarquables de fluctuations climatiques et d'adaptation des biotopes quaternaires. D'autre part, les sédiments, falaises et parois ont pu parfois conserver les traces de paléorivages et d'anciennes transgressions marines: dépôts de plages fossiles ou de formations marines (e.g. stade isotopique 5e, trottoirs bioconstruits à Lithothamnium), modelage structural (e.g. visor, trous ou perforations dus à des mollusques marins térébrants: lithodomes, pholades). En parallèle, les exutoires sous-marins d'eaux douces, comme

la Source Mortola (Balzi Rossi, Vintimille, Italie) aujourd'hui sous-marine (Gilli, 1997 et 1999; Fleury *et al.*, 2007; Emily *et al.*, 2011), renseignent l'amplitude des régressions marines lors des pléniglaciaires (abaissement du niveau de base). Ces données, assemblées, permettent une reconstitution étayée et hiérarchisée des paysages et climats passés.

La grotte du Vallonnet (Roquebrune-Cap-Martin, Alpes-Maritimes, France) concède à ce jour les témoignages culturels, paléontologiques et paléoenvironnementaux les plus anciens du Sud-Est de la France, datés de -1,2-1,1 Ma (Echassoux, 1998; Yokoyama *et al.*, 1988; Michel *et al.*, 2017). Ces derniers rapportent par la suite, grâce aux recherches menées sur des sites voisins et plus récents, une série de variations successives. D'ouest en est, quelques exemples: le site de Carros-le-neuf (Carros, France) (Morel, 1972; Goudet, 1975; Lumley *et al.*, 2008), le site de Vallon Obscur (Saint-Isidore, France) (Cauche *et al.*, 2014), le site de Terra Amata (Nice, France) (Lumley, 1969 et 1976; Lumley *et al.*, 1976 et 2009), la grotte du Lazaret (Nice, France) (Lumley, 1969 et 1976; Lumley *et al.*, 2005), la grotte de l'Observatoire (Monaco) (Boule & Villeneuve, 1927; Simone, 1993; Rossoni-Notter *et al.*, 2016f; Notter *et al.*, 2017), les grottes Saint-Martin (Monaco) (Verneau, 1933), le complexe des Balzi Rossi (Vintimille, Ligurie, Italie) (Rivière, 1887; Villeneuve *et al.*, 1906-1912; Graziosi, 1951; Vicino, 1976 et 1997; Negrino & Tozzi, 2008; Arellano *et al.*, 2009; Moussous, 2014; Rossoni-Notter & Simon, 2016b; Rossoni-Notter *et al.*, 2016a et 2017), la grotte de Fate (Savona, Finale Liguria, Italie) (Isetti & Lumley, 1962), la grotte de Madonna dell'Arma (Cauche, 2002 et 2007; Lumley *et al.*, 2008), la grotte Arma delle Manie (Isetti & Lumley, 1963; Giuggiola & Vicino, 1996; Cauche, 2007; Lumley *et al.*, 2008), le site de San Francesco (Lumley & Isetti, 1965; Pirouelle, 2006), la grotte du Colombo (Tozzi, 1965; Barral & Simone, 1983; Arobba *et al.*, 2008) ou celle de Santa Lucia Superiore (Tozzi, 1962; Valensi *et al.*, 2000; Cauche, 2007; Lumley *et al.*, 2008). La majorité de ces sites renseigne non seulement sur les évolutions biologiques, culturelles et techniques mais également, par la faune, la microfaune et la malacofaune contenues, sur les

cycles glaciaires et interglaciaires manifestes influant sur les variations du niveau marin.

3. L'archéologie au service de la résilience, la convention Karstodyssée/M.A.P.

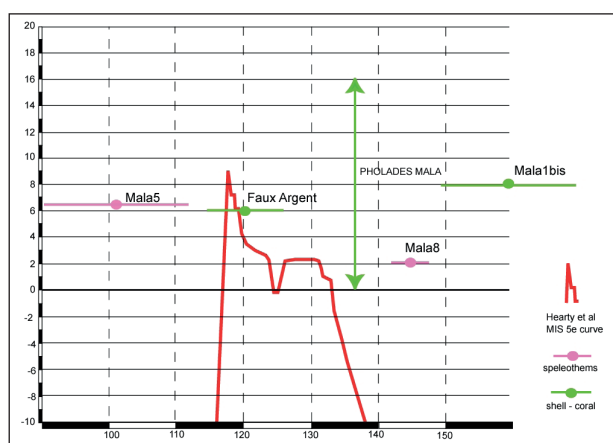
Une convention a été signée le 23 mars 2016 entre le Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco (M.A.P.) et le Centre d'Etude du Karst (C.E.K.). Ce projet est porté par le C.E.K. en partenariat avec le laboratoire LADYSS de l'université Paris 8 et le laboratoire des sciences du climat et de l'environnement de Gif-sur-Yvette. Il s'agit d'une extension d'un programme d'études préexistant *Karstodyssée* créée par l'un d'entre nous (E.G.), qui vise à étudier les marqueurs eustatiques, tectoniques et tsunamiques dans les karsts littoraux méditerranéens français, de l'Eémien à l'Actuel. L'objectif de cette collaboration scientifique est d'inventorier, d'identifier, de dater et de géoréférencer différents témoins géomorphologiques et biologiques de sites littoraux locaux, notamment ceux des niveaux marins assignables à l'Eémien afin de mieux caractériser le pic final pluriel de ce dernier interglaciaire (MIS 5e soit entre 130 ± 2 et 111 ± 2 ka) (Iaworsky *et al.*, 1965; Chapell & Veeh, 1978; Aharon *et al.*, 1980; Benjamin *et al.*, 2017; Hearty *et al.*, 2007).

3.1 Missions et objectifs du projet Karstodyssée

Le sud de la France est riche en littoraux calcaires (Corbières maritimes, Chaînes de la Nerthe et de l'Estaque, Calanques de Marseille-Cassis, Alpes-Maritimes (entre Nice et la frontière italienne), falaises de Bonifacio, baie de Saint Florent). Ces zones offrent un modelé karstique dans lequel sont présentes des grottes, des sources sous-marines et des encoches littorales dont l'évolution a été dictée par les relations continent-mer. Dans certaines conditions, le karst peut conserver les traces des événements qui l'ont façonné, et constituer ainsi un enregistreur naturel de paléoenvironnements et en particulier des variations du niveau marin (Gilli, 2011). Parmi les indices, les grottes littorales, marines ou sous-marines, protégées de l'érosion, sont des points privilégiés d'étude

de ces variations. Lorsqu'elles sont riches en spéléothèmes, grâce aux méthodes de datation par U/Th (Pons -Branchu, 2001; Roy Barman & Pons-Branchu, 2007; Pons-Branchu *et al.*, 2014), il est possible d'établir une chronologie précise des événements qu'elles ont enregistrés (Antonioli *et al.*, 2006; Tuccimei *et al.*, 2012). Il en est de même pour les encoches littorales ou sous-marines (visors) fréquentes à proximité des embouchures de fleuves ou des sources sous-marines (Collina-Girard, 1999). Ces dernières traduisent l'existence d'aquifères importants peu ou pas utilisés (Gilli *et al.*, 2008; Arfib & Gilli, 2010) qui pourraient être valorisés. Si plusieurs sites, comme la grotte Cosquer, celle de Port Miou ou de Cabbé Massolin (Gilli, 1999 et 2003) ont fait l'objet d'études approfondies, de nombreuses zones restent mal connues. Le projet débuté en 2015 consiste à réaliser un inventaire et des études préliminaires de ces indices afin de constituer une base de données géoréférencée, accessible à tous. Une attention particulière est apportée à la recherche des niveaux marins à l'Eémien afin de mieux caractériser le maximum de remontée de la mer lors du dernier interglaciaire (125 000ans). Cela pourra servir de base à une réflexion sur les futurs niveaux marins liés au réchauffement actuel. Une part de l'étude est aussi consacrée à la recherche d'éventuelles traces de paléotsunamis (Gilli, 2010a et 2010b) sur les littoraux rocheux ou dans les grottes.

Les opérations de terrain sont les suivantes: exploration et topographie des grottes, cartographie des encoches marines, inspection des surplombs à la recherche de marqueurs de paléorivages, recherche de blocs décalés, inventaire photographique, prélèvements d'échantillons et datations. Une première reconnaissance a porté sur les littoraux de deux transects: est-ouest de Menton à Marseille et nord-sud du Cap Corse à Alghero en Sardaigne. Ces opérations de terrain ont confirmé que les niveaux marins du stade 5e sont très bien préservés dans les grottes littorales. Les niveaux maximums sont soulignés par des visors, par l'arrêt soudain des perforations de lithophages, ou par des dépôts caractéristiques de spéléothèmes (Fornos *et al.*, 2009; Dorale *et al.*, 2010; Tuccimei *et al.*, 2012). Plusieurs échantillons ont été datés au LSCE par la méthode U/Th, par MC-ICPMS (le protocole



2. - Age et position de quelques échantillons de la mission Karstodyssée comparés à la courbe du pic final du stade 5e d'après Hearty *et al.*, 2007.

Age and location of some samples of the Karstodyssée mission compared with the 5e final peak curve (after Hearty et al., 2007).

utilisé est décrit dans Pons-Branchu *et al.*, 2014). Pour une partie des échantillons étudiés, la présence de matériel détritique entraîne une correction d'âge et un accroissement de la barre d'erreur sur les âges corrigés obtenus. Certaines datations confirment un âge voisin du stade 5e pour les coraux ou les coquillages prélevés. Pour les perforations de pholades, les datations sont plus complexes car seule peut être obtenue une fourchette d'âge en datant le remplissage de la perforation (âge minimum) et l'âge de l'objet perforé (âge maximum). Les sites corses ou sardes, placés dans des zones à faible activité tectoniques et où les grottes sont très riches en concrétions apparaissent les plus prometteurs pour les futures campagnes de prélèvement (Antonioli *et al.*, 2007). Les premiers résultats montrent un niveau maximum constant, à 6 m d'altitude, de Marseille à Antibes, ainsi qu'en Corse et en Sardaigne. On note par contre des différences importantes d'altitude à l'est du Var, qui confirment la présence de failles méridiennes à Nice séparant un bloc provençal stable, à l'ouest, d'un bloc en surrection à l'est (Calais *et al.*, 2000; Dubar *et al.*, 2002; Terrier, 2006). Sur la figure suivante (fig. 2), le corail prélevé à Antibes (Faux Argent) est placé sur la courbe de Hearty *et al.* (2007) tandis que les échantillons de Cap d'Ail (Mala) en sont éloignés. Cela est cohérent avec ce qui a été décrit par les préhistoriens qui observent de Nice à Menton des littoraux marins surélevés (cf. 3.2).

Un autre apport de cette première reconnaissance est l'observation entre 0 et 6 m d'altitude de plusieurs niveaux de stationnement soulignés, soit par des visors, soit par des variations de croissance des spéléothèmes. Cela montre que les vitesses de montée ou descente de la mer ne sont pas constantes mais font se succéder des phases d'arrêt et des phases de variations rapides.

3.2 Prospections et collections du M.A.P.

Les analyses menées depuis de nombreuses années par les équipes du M.A.P. sur le matériel archéologique de différents sites, les témoins de plages fossiles, de transgressions marines et les données paléoenvironnementales et paléontologiques (faune, microfaune et malacofaune de climat tempéré et froid) permettent de retranscrire et de mieux appréhender les cycles climatiques passés (glaciations, réchauffements) et les variations du niveau marin. En prenant part au programme *Karstodyssée*, le M.A.P. participe aux prospections et aux échantillonnages nouvellement effectués sur le littoral liguro-provençal (Monaco, Cap d'Ail, Pointe de la Veille, Roquebrune-Cap-Martin, Ligurie). Il met en parallèle à disposition les prélèvements et les collections en sa possession relatifs à la problématique de recherche. Le musée, plus que centenaire - fondé en 1902 par le Prince Albert I^{er} de Monaco (Simone, 1984 et 2002; Rossoni-Notter & Simon, 2016d) - conserve, en effet, de nombreux vestiges, relevés, rapports et échantillons recueillis sur le territoire monégasque et dans ses alentours immédiats.

Pour la plupart, ils sont le fruit de récoltes (fig. 3) lors de prospections réalisées par G. Iaworsky, ancien assistant au Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco. Dans le quartier occidental de la Principauté, le Gîte Thorala met en évidence une ligne d'ancien rivage, à l'altitude de 86,60-95 m. Dans ce grès coquillier, la *Patella caerulea* est associée à des moules de gastéropodes de dimensions réduites et des tubes de vers (Thoral, 1946). À 300 m environ au nord-est, la Coupe triple du 30 Boulevard de Belgique révèle un ancien cordon littoral vers 83 m et la présence de *Patella ferruginea* Gm., *Diodora graeca* L., *Monodonta turbinata*



LES COUPES QUATERNAIRES SITUÉES À MONACO



Sources : Publications 2016-2017 et Données inédites © E.ROSSONI-NOTTER + Ortho-vraie © DPUM
SIG - Réalisation : A.BLANCHI, 2017
Musée d'Anthropologie Préhistorique (M.A.P) - Monaco

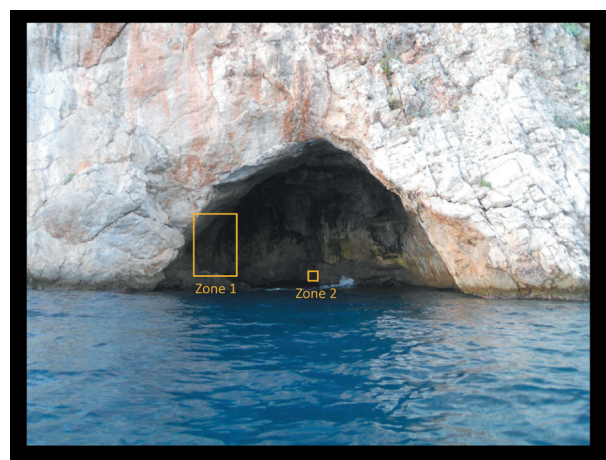
3. - Carte S.I.G. de la Principauté de Monaco. Réalisation: Blanchi et Rossoni-Notter, ortho-vraie / Direction de la prospective, de l'urbanisme et de la mobilité (Monaco).

G.I.S map of the Principality of Monaco. Authors: Blanchi and Rossoni-Notter, ortho-vraie / Direction de la prospective, de l'urbanisme et de la mobilité (Monaco).

Born., *Gibbula* sp., *Mitrella gervillei* Payr., *Conus ventricosus* Gm., *Arca* sp., *Mytilus* sp., *Loripes lacteus* L., *Cardium tuberculatum* L. Cette plage marine surmontée d'un sable dunaire à *Helix paretii* a été attribuée au Milazzien ou Tyrrhénien 1 (Bonifay *et al.*, 1958). Toujours autour du Jardin exotique, à une altitude un peu plus élevée, ont été décrites les coupes jumelles renommées MAP1 (108-113 m) et MAP2 (123-125 m). Elles sont constituées essentiellement d'éboulis, probablement würmiens (Bonifay *et al.*, 1958). Dans la partie orientale de Monaco, dans le quartier des Moulins, le Gîte des Moulins 1 figure un réseau de cavités témoignant de nombreux mouvements positifs et successifs de la mer quaternaire à des altitudes de 33 m, 23-24 m (stationnement) et 16-17 m (Iaworsky, 1966). Les premières observations rendent compte de la présence de rainures et de cordons littoraux, de perforations de lithodomes, de panchina fossilifère, de faune marine très riche dont des *Patella* de grande taille, de microfaune (Iaworsky & Bagnères, 1964). À 300 m au NE, le Gîte du Larvotto, d'une superficie de 2000 m², a livré des marmites d'abrasion marine et des dépôts marins très fossilifères dans un cordon littoral à 15-16 m (Iaworsky *et al.*, 1965) en parallèle de la Coupe, plus complexe, du 27 Boulevard d'Italie (Monte-Carlo) semble illustrer en partie le phénomène de l'interglaciaire Mindel-Riss (Bonifay *et al.*, 1958). Les grottes du Trocadéro, visitées en 1964, admettent par ailleurs deux dépôts marins et la présence de *Glandina antiqua* (Iaworsky *et al.*, 1965). Plus au sud, vers le quartier de la Condamine, la coupe de la plage de Fontvieille est découverte en 1954. Ses grès sableux renferment à un niveau de 2 à 10 m des organismes marins abondants (*Diodora graeca* L., *Haliotis lamellosa* Lmk., *Patella lusitanica* Gm., *Patella coerulea* L. var. *aspera* Lmk., *Astraea rugosa* L. aujourd'hui nommée *Bolma rugosa*, *Tricoli apullus* L., *Gibbula racketti* Payr., *Clanculus corallinus* L., *Clanculus jussieuvi* Payr., etc.) (Bonifay *et al.*, 1958). Soulignons que la révision des différentes faunes, incluant leurs nomenclatures et contextes de découvertes, est l'un de nos objectifs d'étude. Puis, la Grotte Lamarck est repérée dans la paroi sud du Rocher en août 1970 par l'un d'entre nous (S.S.) et Jean-Pierre Devissi. Cette cavité karstique

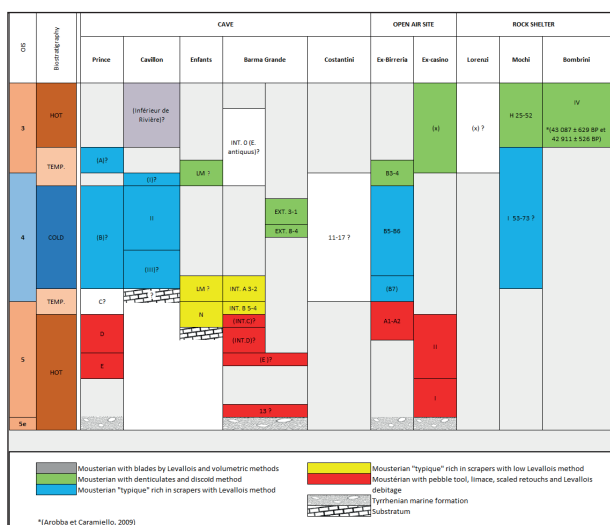
offre des concrétionnements marins coralligènes antéquaternaires intéressants, d'autant qu'ils paraissent identiques à ceux de l'éboulis à l'entrée est de la grotte de l'Observatoire (Simone, 1999). Pour finir, à la frontière de Monaco et Beausoleil, la Coupe de la Rue de la Source a révélé, en plus des coquilles de gastéropodes terrestres, un cordon littoral à 95 m riche en coquilles marines (*Patella ferruginea*, *Patella coerulea* L., *Cantharidus exasperatus* Pen., *Monodonta turbinata* Born., *Astraea rugosa* L., *Rissoa costata* Desm., *Bittium reticulatum* Da C., *Scala* sp., *Cerithium vulgatum* Brug., etc.). Cette faune s'accompagne de pinces de crabes, de piquants d'oursins et de dents de poissons (Bonifay *et al.*, 1958). À Cap d'Ail, la grotte marine de la Mala, a fait dernièrement l'objet d'un programme de datations qui, comme indiqué ci-dessus, confirme un âge éémien pour les niveaux situés à plus de 10 m d'altitude. Des témoins de transgression marine à +12 m avaient aussi été récoltés anciennement; ils sont aujourd'hui conservés au M.A.P., en parallèle de documentations relatives à la découverte récente de vestiges fauniques bréchifiés (E. et O. Notter) (fig. 4).

Certains sites archéologiques fouillés par les équipes du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco constituent des sources riches en informations. La grotte de l'Observatoire (Jardin exotique, Monaco) (fig. 1) rend compte de différents paysages et climats au cours du Paléolithique, sur près de 300 000 ans (Boule &



4. - La grotte marine de la Mala (Cap d'Ail, Alpes-Maritimes, France) © Notter.

Mala marine cave (Cap d'Ail, Alpes-Maritimes, France) © Notter.



5. - Panorama des occupations moustériennes aux Balzi Rossi (Vintimille, Ligurie, Italie) © Notter.
View of the Mousterian occupations in the Balzi Rossi complex (Ventimiglia, Liguria, Italy) © Notter.

Villeneuve, 1927; Simone, 1993; Rossoni-Notter *et al.*, 2016f; Notter *et al.*, 2017). Dans ses niveaux les plus bas, l'association de la microfaune renseigne sur une modification du paysage environnant entre 418 et 386 000 Ka ou OIS 11 (Viriot *et al.*, 1991) tandis que les ensembles médians enregistrent des faunes dites froides, tels *Vulpes lagopus* et *Rangifer tarandus* (OIS 4). D'autres indices paléoclimatiques, antérieurs à ces occupations, sont toutefois à noter. Les parois postérieures de la cavité, au niveau de la Fosse, laissent deviner les traces d'un modelé marin avec des empreintes négatives d'oursins. D'autre part, un dépôt marin (calcarénite bioclastique) vraisemblablement attribuable au Quaternaire ancien (Sélinuntien, OIS 25?) a été observé par l'un d'entre nous au niveau des éboulis sommitaux (Simone, 1999). Des Mélobésiées encroûtantes y ont été identifiées sur lame mince (M. Lemoine, Laboratoire de cryptogamie du MNHN).

Le complexe de sites des Balzi Rossi ou Grimaldi, localisé à la frontière de Menton (Alpes-Maritimes, France) et de Vintimille (Ligurie, Italie) est tout autant intéressant. Constituée d'une douzaine de sites, cette falaise calcaire, qui s'ouvre au sud, à proximité du rivage actuel, a mis au jour, dans ses failles, diaclases et alentours, des faunes inféodées à des biotopes spécifiques en fonction des ensembles d'occupation. Un site archéologique est tout particulièrement réétudié:

la grotte du Prince, acquise par le Prince Albert I^{er} de Monaco en 1892 (Rossoni-Notter, 2011; Rossoni-Notter *et al.*, 2016c, 2016e, 2017). Cette cavité, qui est la plus vaste et la plus occidentale du gisement, représente un témoin essentiel pour la compréhension des transgressions marines: présence d'un paléovisor à 23 m a.s.l., d'un trottoir à vermetes ancré dans la partie postérieure ouest de la cavité, des trous de lithodomes parsemant les parois antérieures (Blanc, 1955; Barral & Simone, 1967 et 1976; Simone, 1970). La base des ensembles d'occupations moustériennes reposent par ailleurs sur une formation marine tyrrhénienne à *Strombus bubonius* (OIS 5e) (fig. 5) reconnue également dans d'autres sites voisins (e.g. Birreria, Ex-Casino, Barma Grande, Madonna dell'Arma, Lazaret). D'autres marqueurs de transgressions marines tyrrhéniennes et antétyrrhéniennes ont été notifiés au niveau des conglomérats M1, M2 et du calcaire biodétritique M3, attribués à OIS 11 et 9, et des brèches continentales Br1, Br2 (OIS 6 et 8) à modelé marin (OIS 5); (Barral & Simone, 1967 et 1976; Simone, 1970 et 2008). Enfin, au-dessus de cette cavité et au pied de la Tour de Grimaldi s'ouvre la grotte Voronoff, sans doute cul-de-sac de la voûte de la grotte Grimaldi selon l'un d'entre nous (S.S.) qui y a prélevé un crassat d'huîtres accolé à la falaise à l'altitude de 105 m (Sélinuntien, OIS 25?).

Toutes ces observations et échantillons marquant ou évoquant des traces de paléorivages (*i.e.* dépôts, sédiments, faune, modelage structural, etc.) vont faire l'objet de déterminations et d'analyses révisées ou inédites. Certains seront en outre datés (par les méthodes isotopiques, (Ladyss Paris 8 et LSCE) afin de corréliser repères chronologiques et altitudinaux, l'objectif étant de mieux référencer les mouvements tectoniques quaternaires de ce territoire.

4. Discussion

Les résultats de cette étude seront par conséquent fondés sur des données archéologiques, naturalistes et biochimiques. Ils permettront de proposer d'une part un modèle, non théorique, et d'autre part une application à une région topographique particulière, influencée

par des mouvements tectoniques. Par ailleurs, ces résultats pourront servir à une réflexion régionale et globale dédiée à la caractérisation des variations eustatiques sous forçage naturel (Hearty *et al.*, 2007; Antonioli *et al.*, 2017; Benjamin *et al.*, 2017; Mastronuzzi *et al.*, 2017). En proposant, à partir d'une approche naturaliste, des fourchettes de variations des niveaux et de vitesses prévisibles, ces recherches intéressent les enjeux climatiques d'aujourd'hui et de demain.

Remerciements

Nous tenons à adresser nos sincères remerciements aux organisateurs, *chairs* et rapporteurs de ce colloque, en particulier aux Prof. Roger-Alexandre Lefèvre (Université de Paris-Est Créteil), Dr. Cristina Sabionni (ISAC-CNR, Bologna), Eladio Fernández-Galiano (Head of Democratic Initiatives Department, Council of Europe), le Dr. Mechthilde Fuhrer (Deputy to the Executive Secretary) et Gianluca Silvestrini (Executive Secretary, European and Mediterranean Major Hazards Agreement, EUR-OPA), pour leur invitation à y participer. Cette première contribution a permis de faire connaître à un large public d'experts européens et internationaux les recherches en cours sur le territoire monégasque et alentour. Nos remerciements vont aussi à Messieurs Benazzi et Pierson (S.I.G./D.P.U.M.-Monaco) pour la mise à disposition de leurs données et à l'équipe du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco, en particulier à Mesdames Elodie Roger-Clément et Alicia Bianchi (stagiaire), qui ont contribué au classement et à la valorisation modélisée de certaines collections précitées.

Bibliographie

AHARON, P., CHAPPELL, J., COMPSTON, W.
- *Stable isotope and sea-level data from New Guinea supports Antarctic ice-surge theory of ice ages*. Nature 283, 1980, p. 649–651.
ANTONIOLI, F., FERRANTI, L., KERSHAW, S.
- *A glacial isostatic adjustment origin for double MIS 5.5 and Holocene marine*

notches in the coastline of Italy. Quaternary International 145-146, 2006, p. 19-29.
ANTONIOLI, F., ANZIDEI, M., LAMBECK, K., AURIEMMA, R., GADDI, D., FURLANI, S., ORRU, P., SOLINAS, E., GASPARI, A., KARINJA, S., KOVACIC C.V., SURACE, L.
- *Sea level change during the Holocene in Sardinia and in the North-eastern Adriatic (Central Mediterranean sea) from archaeological and geomorphological data*. Quaternary Science Reviews 26, 2007, p. 2463-2486.
ANTONIOLI, F., ANZIDEI, M., LO PRESTI, V., SCICCHITANO, G., SPAMPINATO, C.R., TRAINITO, E., FURLANI, S.
- *Anomalous multi-origin marine notch sites: Three case studies in the central Mediterranean Sea*. Quaternary International, Volume 439, Part A, 2017, p. 4-16.
ARELLANO, A., MOULLE, P.-E., LACOMBAT, F.
- *Les faunes quaternaires des grottes de Grimaldi*. Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco, 49, 2009, p. 21-28.
ARFIB, B., GILLI, E.
- *Karst côtier et sources sous-marines. Fonctionnement et exploitation*. In: Audra Ph., Karsts et grottes de France, Karstologia Mémoires 19, Gap edit., 360 p., 2010, p. 128-129.
AROBBA, D., BOSCHIAN, G., CARAMIELLO, R., GIAMPIETRI, A., NEGRINO, F., TOZZI, C.
- *La grotta del Colombo: indagini geoarcheologiche, palinologiche e sull'industria litica*. In: AROBBA, D., MAGGI, R., VICINO, G. (Eds.), Atti del Convegno "Toirano e la Grotta della Basura", Toirano 26-28 ottobre 2000, 2008, p. 69-88.
BARRAL, L., SIMONE, S.
- *Nouvelles fouilles à la grotte du Prince (Grimaldi, Ligurie italienne). Découverte de Paléolithique inférieur*. Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco, 14, 1967, p. 5-23.
BARRAL, L., SIMONE, S.
- *La Grotte du Prince, Le Pléistocène moyen*. In: IXe congrès U.I.S.P.P, Sites paléolithiques de la région de Nice et grottes de Grimaldi, livret-guide de l'excursion, Nice, 1976, p. 113-122.
BARRAL, L., SIMONE, S.
- *Scavi alla grotta del Colombo (Toirano)*. Riv. Ingauna Intemelia, Ist. Intern. Studi liguri, 1983, p. 69-70.

- BENJAMIN, J., ROVERE, A., FONTANA, A., FURLANI, S., VACCHI, M., INGLIS, R.H., GALILI, E., ANTONIOLI, F., SIVAN, D., MIKO, S., MOURTZAS, N., FELJA, I., MEREDITH-WILLIAMS, M., GOODMAN-TCHERNOV, B., KOLAITI, E., ANZIDEI, M., GEHRELS, R. - *Late Quaternary sea-level changes and early human societies in the central and eastern Mediterranean Basin: An interdisciplinary review*. Quaternary International, Volume 449, Suppl. C, 2017, p. 29-57.
- BLANC, J. - *Sédimentation à la grotte du Prince (Grimaldi)*. Bulletin du Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco, 1955, p. 125-148.
- BLANC, J. - *Réflexions sur l'érosion littorale et les variations du niveau marin, du pléistocène supérieur à l'actuel, en méditerranée. Relations avec les données de la préhistoire*. Bulletin du Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco, n° 38, 1995-1996, 7 p.
- BONIFAY, E. - *Stratigraphie du quaternaire et âge des gisements préhistoriques de la zone littorale des Alpes-Maritimes*. Bulletin de la Société préhistorique française. Comptes rendus des séances mensuelles 72 (7), 1975, p. 197-208.
- BONIFAY, E., IAWORSKY, G., MARS, P. - *Nouvelles coupes dans les terrains quaternaires de Monaco et ses environs*. Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco, Numéro 5, 1958, p. 85-118.
- BOULE, M., VILLENEUVE, L. - *La grotte de l'Observatoire à Monaco*. Archives de l'Institut de Paléontologie humaine, Fondation Albert 1er de Monaco, Mémoire Masson et Cie Editeurs, Paris, 1927, 113 p.
- CALAIS, E., BAYER, R., CHÉRY, J., COTTON, F., FLOUZAT, M., JOUANNE, F., MARTINOD, J., MATHIEU, F., SCOTTI, O., TARDY, M., VIGNY, REGAL, C. - *A permanent GPS network in the French Western Alps, Configuration and first results*. C.R. Acad. Sci. Paris, 331, 2000, p. 435-442.
- CAUCHE, D. - *Les cultures moustériennes en Ligurie italienne: étude des industries lithiques des grottes de Madonna dell'Arma, d'Arma delle Manie et de Santa Lucia Superiore*. Thèse de doctorat, Université de la Méditerranée Aix-Marseille II, 2002, 283 p.
- CAUCHE, D. - *Les cultures moustériennes en Ligurie italienne: analyse du matériel lithique de trois sites en grottes*. L'Anthropologie 111, 2007, p. 254-289.
- CAUCHE, D., KHATIB, S., DESCLAUX, E., COMBAUD, L. - *Découverte d'une industrie du Paléolithique inférieur en bordure de la commune de Nice, au Vallon obscur à Saint-Isidore*. L'Anthropologie, 118, 2014, p. 437-448.
- CHAPPELL, J., VEEH, H.H. - *Late Quaternary tectonic movements and sea-level changes at Timor and Atauro Island*. Geological Society of America Bulletin 89, 1978, p. 356-368.
- COLLINA-GIRARD, J. - *Les replats littoraux holocènes immergés en Provence et en Corse: implications eustatiques et néotectoniques*. Quaternaire, 10/(2-3), 1999, p. 121-131.
- DORALE, J.A., ONAC, B. P., FORNOS, J. J., GINES, J., GINES, A., TUCCIMEI, P. PEATE, D. W. - *Sea-Level Highstand 81,000 Years Ago in Mallorca*. Science 12, 327 (5967), fév., 2010, p. 860-863.
- DUBAR, M., GUGLIELMI, Y., FALGUERES, C. - *Néotectonique et sédimentation côtière quaternaires en bordure de l'arc subalpin de Nice (A.M., France)*. Quaternaire, 3, 3-4, 1992, p. 105-110.
- ECHASSOUX, A. - *Etude taphonomique des cervidés de la grotte du Vallonnet (Roquebrune-Cap-Martin, Alpes-Maritimes) (Taphonomic study of the cervid bones of Vallonnet cave (Roquebrune-Cap-Martin, Alpes-Maritimes, France)*. Quaternaire, vol. 9 (4), 1998, p. 361-367.
- EMILY, A., FIQUET, M., GILLI, E., MANGAN, C., TENNEVIN, G. - *Fonctionnement hydrogéologique d'un karst littoral dans les Alpes-Maritimes (France) - Approche méthodologique*. 9th conference on lime stone hydrogeology, Besançon, France, 2011, p. 153-156.
- FLEURY, P., BAKALOWICZ, M., BECKER, P. - *Caractérisation d'un système karstique à exutoire sous-marin: exemple de La Mortola (Italie)*. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Géosciences, 2007.

- FORNOS, J.J., GELABERT, B., GINES, A., GINES, J., TUCCIMEI, P., VESICA, P.L. - *Phreatic overgrowths on speleothems: a useful tool in structural geology in littoral karstic landscapes. The example of Eastern Mallorca (Balearic Islands)*. *Geodinamica Acta* 15, 2002, p. 113-125.
- GILLI, E. - *Etude des sources sous-marines et littorales de la partie est des Alpes-Maritimes*. Rapport inédit, 1997, 508 p. (DIREN).
- GILLI, E. - *Inventaire des émergences karstiques littorales et sous-marines des Alpes Maritimes (France)*. *Ann. Mus Hist. nat. Nice*, 14, 1999, p. 77-89.
- GILLI, E. - *Les karsts littoraux des Alpes Maritimes: inventaire des émergences sous-marines et captage expérimental de Cabbé*. *Karstologia*, 40, 2003, p. 1-12.
- GILLI, E. - *Les enregistrements tectoniques et sismiques dans les grottes*. In: Audra Ph., *Karsts et grottes de France*, *Karstologia Mémoires* 19, Gap édit., 360 p., 2010a, p. 138-139.
- GILLI, E. - *Effect of the 2004 Asian tsunami in the sea cave of ThamPhayaNak (Koh Phi Phi archipelago, Thailand) and possible evidence of a prehistoric event*. EGU General Assembly 2009, Vienna spec. issue. *Geodinamica Acta*, 23 /1-3, 2010b, p. 79-88.
- GILLI, E. - *Karstologie. Karsts, grottes et sources*. Coll. Presup, Dunod édit. Paris, 2011, 256 p.
- GILLI, E., CAVALERA, T., EMILY, A., MANGAN, C., TENNEVIN, G. - *Regional groundwater balance and submarine karstic springs. Examples in South-eastern France*. European Groundwater conference 2008, Unesco, Paris 12-13 septembre 2008.
- GIUGGIOLA, O., VICINO, G. - *Arma delle Manie (Finale Ligure, Savona), Guide archeologiche*. In: *Preistoria e protostoria in Italia*, vol. 6, Toscana e Liguria, Abaco Edizioni, Forli, 1996, p. 191-197.
- GOUDET, M. - *Le gisement acheuléen de Carros-le-Neuf (Alpes-Maritimes, France)*. *Géologie méditerranéenne*, II (2), 1975, p. 59-74.
- GRAZIOSI, P. - *I Balzi Rossi, Guida delle caverne preistoriche di Grimaldi presso Ventimiglia*. 2a ediz. Istituto Internazionale di Studi Liguri, Museo Bicknell, Bordighera, 1951, 56 p.
- HEARTY, P. J., HOLLIN, J.T., NEUMANN, A. C., O'LEARY, M. J., MCCULLOCH, M. - *Global sea-level fluctuations during the Last Interglaciation (MIS 5e)*. *Quaternary Science Reviews*, 26, 2007, p. 2090-2112.
- IAWORSKY, G. - *Les grottes du gîte des Moulins, à Monaco. Présence du Rhinocéros de Merck*. *Bulletin du Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco*, Numéro 13, 1966, p. 61-90.
- IAWORSKY, G., BAGNÈRES, J. - *Gîte des Moulins, Principauté de Monaco*. *Bulletin du Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco*, Numéro 11, 1964, p. 37-60.
- IAWORSKY, G., avec le concours de BAGNÈRES, J., BRACCO, J., MINARD, N. - *Problèmes posés par trois gîtes quaternaires à Nice et à Monaco*. *Bulletin du Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco*, Numéro 12, 1965, p. 135-172.
- ISETTI, G., LUMLEY DE, H. - *L'industria litica della caverna delle Fate*. *Rivista Ingauna e Intemelia*, Bordighera 1-4, 1962, p. 1-14.
- ISETTI, G., LUMLEY DE, H. - *Primasegnalazione di un giacimento musteriano nell'Arma delle Manie (Finale)*. *Rivista Ingauna e Intemelia* XVI (1-4), 1963, p. 3-8.
- LAURENTI, A. - *Les Alpes-Maritimes à l'écoute des séismes*. Serre Editeur, 2006, 131 p.
- LE CANN, C. - *Le diapirisme dans le bassin liguro-provençal (Méditerranée occidentale) Relations avec la sédimentation et la tectonique. Conséquences géodynamiques*. Thèse de doctorat de l'université de Bretagne occidentale, Brest, 1987, 299 p.
- LUMLEY DE, H. - *Le Paléolithique inférieur et moyen du midi méditerranéen dans son cadre géologique, Ligurie-Provence*. Editions du CNRS, Paris, I, 1969, 463 p.
- LUMLEY DE, H. - *Les civilisations du Paléolithique inférieur en Provence*. In: LUMLEY DE, H. (Ed.), *La Préhistoire française, Les civilisations paléolithiques et mésolithiques*, CNRS, t. I, 1976, p. 819-851.
- LUMLEY DE, H., ISETTI, G. - *Le Moustérien à denticules tardif de la station de San Francesco (San Remo) et de la Grotte Tournal (Aude)*. *Cahiers Ligures de Préhistoire et d'Archéologie*, 14, 1965, p. 5-30, 1ère partie.

- LUMLEY DE, H., LUMLEY DE, M.-A., MI-SKOVSKY, J.-C., RENAULT-MISKOVSKY, J. - *Le site de Terra-Amata-Impasse Terra Amata, Nice, Alpes-Maritimes*. In: De Lumley, H., Barral, L. (Eds.), Sites paléolithiques de la région de Nice et Grottes de Grimaldi, Livret-guide de l'excursion B1-IXème Congrès de l'UISPP, Nice, 1976, p. 15-49.
- LUMLEY DE, H., ECHASSOUX, A., BAILON, S., CAUCHE, D., MARCHI, M.-P., DE, DESCLAUX, E., ELGUENNOUNI, K., KHATIB, S., LACOMBAT, F., ROGER, T., VALENSI, P. - *La grotte du Lazaret. Un campement de chasseurs, il y a 160 000 ans*. Edisud, Aix-en-Provence, 2005, 80 p.
- LUMLEY DE, H., AROBBA, D., CAUCHE, D., DESCLAUX, E., ECHASSOUX, A., KHATIB, S., RICCI, M., ROUSSEL, B., SIMON, S., TOZZI, C., VALENSI, P., VICINO, G. - *Les cultures acheuléennes et moustériennes dans les Alpes-Maritimes et en Ligurie*. Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco, Suppl. 1, 2008, p. 11-20.
- LUMLEY DE, H., KHATIB, S., CAUCHE, D. - *Contexte géologique du site de Terra Amata. Terra Amata Nice. In: Alpes-Maritimes, France, Tome I: Cadre Géographique. Historique, Contexte Géologique, Stratigraphie, Sédimentologie, Datation*. CNRS Edition, Paris, 2009, 486 p.
- LUMLEY H. et M.-A., CAUCHE D., FAU-QUEMBERGUE E., GARRIGUE N., RICCI M., ROSSONI E. et ROUSSEL B. - *Les premiers peuplements de la Côte d'Azur et de la Ligurie: 1 million d'années sur les rivages de la méditerranée*. Tome 1, Le Paléolithique, Melis Éditions, Nice, 2011, 160 p.
- MASTRONUZZI, G., ANTONIOLI, F., ANZIDEI, M., AURIEMMA, R., ALFONSO, C., SCARANO, T. - *Evidence of relative sea level rise along the coasts of central Apulia (Italy) during the late Holocene via maritime archaeological indicators*. Quaternary International, Volume 439, Part A, 2017, p. 65-78.
- MICHEL, V., SHEN, C.-C., WOODHEAD, J. HU, H.-M., WU, C.-C., MOULLE, P.-E., KHATIB, S., CAUCHE, D., MONCEL, M.-H., VALENSI, P., CHOU, Y.-M., GALLET, S., ECHASSOUX, A. ORANGE, F., LUMLEY DE H. - *New dating evidence of the early presence of hominins in Southern Europe*. Scientific Reports, 7, 2017.
- MOREL, J. - *Le Quaternaire de Carros-le-Neuf: contribution à la connaissance des industries préhistoriques et des formations quaternaires de Carros-le-Neuf (Alpes-Maritimes)*. Mémoires de l'Institut de Préhistoire et d'Archéologie des Alpes-Maritimes, X, V, 1972, p. 63-73.
- MOUSSOUS, A. - *Approche biostratigraphique et évolution des paléoenvironnements au cours du Pléistocène supérieur, d'après l'étude des grands mammifères des grottes de Balzi Rossi (Ligurie, Italie)*. Thèse de doctorat, Université de Perpignan Via Domitia, 2014, 569 p.
- NEGRINO, F., TOZZI, C. - *Le Paléolithique en Ligurie*. Bulletin du Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco, Suppl. 1, actes du colloque de Nice Archéologies transfrontalières, 2008, p. 21-28.
- NOTTER O., ROSSONI-NOTTER E., SIMONE S., SIMON P. - *Les comportements techniques singuliers des acheuléens de la grotte de l'observatoire (Monaco)*. Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco, n°57, (2017 sous presse), 52 p.
- PÉRÈS, J. M., PICARD, J. - *Nouveau manuel de bionomie benthique*. Recueil des Travaux de la Station marine d'Endoume, 31 (47), 1964, p. 5-137.
- PIROUELLE, F. - *Contribution méthodologique à la datation, par les méthodes Uranium-Thorium (U-Th) et Résonance de Spin Electronique (ESR), de sites moustériens de Ligurie, de France et de Belgique*. Phd thesis, Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, 2006, 396 p.
- PONS-BRANCHU, E. - *Datation haute résolution de spéléothèmes ($^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ et $^{226}\text{Ra}/^{238}\text{U}$). Application aux reconstitutions environnementales autour des sites du Gard et de Meuse/Haute-Marne*. Thèse doct. géol., univ. Aix Marseille II, 2001.
- PONS-BRANCHU, E., DOUVILLE, E., ROY-BARMAN, M., DUMONT, E., BRANCHU, E., THIL, F., FRANK, N., BORDIER, L. & BORST, W. - *A geochemical perspective on Parisian urban history based on U-Th dating, laminae counting and yttrium and*

- REE concentrations of recent carbonates in underground aqueducts.* Quaternary Geochronology 2014, 24, 44-53.
- RIVIÈRE, E. - *De l'Antiquité de l'homme dans les Alpes-Maritimes.* In: Mémoires de la Société Française de numismatique et d'archéologie, fascicule de 1878, Paris, 1887, 153 p.
- ROSSONI-NOTTER, E.- *Les cultures moustériennes des Balzi Rossi, Grimaldi, Ligurie. Les collections du Prince Albert 1er de Monaco.* Thèse de doctorat, Université de Perpignan Via Domitia, 2011, 461 p.
- ROSSONI-NOTTER, E., NOTTER, O., SIMONE, S. et SIMON, P. - *Balzi Rossi (Liguria, Italy): research studies of the Museum of Prehistoric Anthropology of Monaco regarding Acheulean and Mousterian technic behaviors. New insights and future programs in Prince cave.* Incontri Annuali Di Preistoria E Protostoria, Il Paleolitico e il Mesolitico in Italia: nuove ricerche e prospettive di studio, 4-5 février 2016, Genova, 2016a, p. 35-37.
- ROSSONI-NOTTER, E., SIMON, P. - *Péto-archéologie et techno-économie: pour une valorisation des collections moustériennes des Balzi Rossi (Grimaldi, Vintimille, Ligurie, Italie).* Ressources lithiques, productions et transferts entre Alpes et Méditerranée, Séance de la société préhistorique française, SPF, 28 et 29 Mars 2013, Nice (France), 2016b, p. 153-184.
- ROSSONI-NOTTER, E., NOTTER O., SIMONE, S. et SIMON, P. - *Balzi Rossi (Ventimiglia, Imperia): research studies of the Museum of Prehistoric Anthropology of Monaco regarding Acheulean and Mousterian technic behaviors. New insights and future programs in Prince cave.* Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco, n°56, 2016c, p. 160-162.
- ROSSONI-NOTTER, E., SIMON, P. - *Le Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco. Entre Histoire et Préhistoire.* Cahiers d'histoire du Cnam, Numéro spécial, Les musées scientifiques et techniques innovent, vol. 5, 2016d, p. 151-155.
- ROSSONI-NOTTER, E., NOTTER, O., SIMONE, S., SIMON, P. - *Acheulean breccia of Prince cave (Liguria, Italy): new insights and regional issues.* Quaternary International, 411, 2016e, p. 236-253.
- ROSSONI-NOTTER, E., NOTTER, O., SIMONE, S., SIMON, P. - *Acheulean in Monaco: Observatoire cave and its singular occupations.* Quaternary International, 411, 2016f, p.212-235.
- ROSSONI-NOTTER, E., NOTTER, O., SIMON P. - *Mousterian in Balzi Rossi (Ventimiglia, Liguria, Italy): New insights and old collections.* Quaternary International, 435, 2017, p. 21-57.
- SIMONE, S. - *Les formations de la mer du Mindel-Riss et les brèches à ossements rissiennes de la grotte du Prince (Grimaldi, Ligurie italienne).* Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco (15), 1970, p. 5-90.
- SIMONE, S. - *Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco.* Impr. Testa, Monaco, 1984, 32 p.
- SIMONE, S. - *Varia Préhistoire de Monaco.* Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco, 36, 1993, p. 59-63.
- SIMONE, S. - *Implantation de l'homme dans l'amphithéâtre monégasque. La diversité biologique et paysagère de la Principauté de Monaco.* Edition ECG, Département des Travaux publics et des Affaires sociales, Monaco, 1999, p. 182-185.
- SIMONE, S.- *Centenaire de la fondation du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco par le prince Albert 1er.* Journée de la Préhistoire, 16 mai 2002. Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco, n° 42, 2002, p. 49-53.
- SIMONE, S. - *Le Pléistocène moyen à la grotte du Prince (Ligurie italienne).* Archives de l'Institut de paléontologie humaine, n° 39, 2008, p. 89-94.
- TERRIER, M. - *Identification et hiérarchisation des failles actives de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur - Phase 3: Hiérarchisation des failles actives.* Rapport BRGM/RP-53 930-FR, 2006, 216p., 89 fig., 5 pl. hors texte, 1 ann.
- THORAL, M. - *Quaternaire de Monaco.* Comptendu sommaire des séances de la Société Géologique de France, 1946, p. 29-31.
- TOZZI, C. - *Scavi nella grotta di Santa Lucia (Toirano).* Rivista di Studi Liguri, XXVIII (1-4), 1962, p. 221-241.

- TOZZI, C. - *La grotta del Colombo a Toirano*.
Rivista Studi Liguri, XXXI (1-4), 1965, p. 1-39.
- TUCCIMEI, P., ONAC, B.P., JEFFREY, A., DORALE, J.J., GINÉS, J., FORNÓS, J.J., GINÉS, A., SPADA, G., RUGGIERI, G., MUCEDDA, M. - *Decoding last interglacial sea-level variations in the western Mediterranean using speleothem encrustations from coastal caves in Mallorca and Sardinia: A field data – model comparison*. Quaternary International 262, 2012, p. 56-64.
- VALENSI, P., DE LUMLEY, H., TOZZI, C., MARCHI DE, M.-P., DESCLAUX, E., ECHASSOUX, A., MOULLE-ARELLANO, A., PSATHI, E., QUILES, J. - *La grotte de Santa Lucia Superiore (Toirano, Ligurie, Italie). Les faunes pendant le Pléistocène supérieur ancien*. In: Toirano e la Grotta della Basura. Conoscere, conservare e gestire il patrimonio archeologico e paleontologico, Atti del Convegno. Toirano, 26-38 ottobre 2000, Bordighera 2008, 2000, p. 159-169.
- VERNEAU, R. - *Musée d'anthropologie préhistorique. Catalogue*. Avec le concours de L.-H. LABANDE, Monaco, Musée Anthropologique, in 8° broché, VIII, 1933, 195 p.
- VICINO, G. - *Généralités, historique et description*. IXème congrès de l'Union Internationale de Sciences Préhistoriques et Protohistoriques. In: Sites paléolithiques de la région de Nice et grottes de Grimaldi, Livret-guide de l'excursion B1, Nice, 1976, p. 107-112.
- VICINO, G. - *Le Ricerche dall'Istituto Internazionale di Studi Liguri ai Balzi Rossi*. In: Balzi Rossi, 1846 e 1996, 150 anni di preistoria tra collezionismo e indagine scientifica, Ventimiglia 1-2 febbraio 1997, Istituto Internazionale di Studi Liguri, Comune di Ventimiglia, Museo archeologico «Girolamo Rossi», Forte dell'Annunziata, via Verdi 41, 1997, p. 25-26.
- VILLENEUVE, L., BOULE, M., VERNEAU, R., CARTAILHAC, E. - *Les Grottes de Grimaldi*. 2 vol., Imprimerie de Monaco, Monaco, 1906-1912.
- VIRIOT, L., ZANY, D., CHALINE, J., COURANT, F., BRUNET-LECOMTE, P., SIMONE, S. - *Compléments aux faunes de rongeurs des gisements d'Aldène (Cessero, Hérault), de la grotte du Prince (Grimaldi, Ligurie) et de l'Observatoire (Monaco)*. Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco 34, 1991, p. 7-16.
- YOKOYAMA, Y., BIBRON, R., FALGUERES, C. - *Datation absolue des Planchers stalagmitiques de la grotte du Vallonnet à Roquebrune-Cap-Martin (Alpes-Maritimes) France, par la résonance de spin électronique (ESR)*. L'Anthropologie, Elsevier/Masson, 2 (92), 1988, p. 429-436.