HAL
open science

La plongée professionnelle au service de la recherche : le relevé architectural en milieu immergé

Laurent Borel

To cite this version:

Laurent Borel. La plongée professionnelle au service de la recherche : le relevé architectural en milieu immergé. La Lettre de l'InSHS, 2017, 47, pp.13-15. hal-01760812

HAL Id: hal-01760812

https://hal.science/hal-01760812v1

Submitted on 6 Apr 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.

Public Domain

La plongée professionnelle au service de la recherche : le relevé architectural en milieu immergé

Laurent Borel est architecte, ingénieur de recherche au CNRS, chef de plongée scientifique (CPS) du CNRS et responsable du service plongée du Centre Camille Jullian (CCJ, UMR7299, CNRS / AMU / Ministère de la culture et de la communication). Pour l'InSHS, il explique comment la plongée vient en support de ses travaux de recherche.

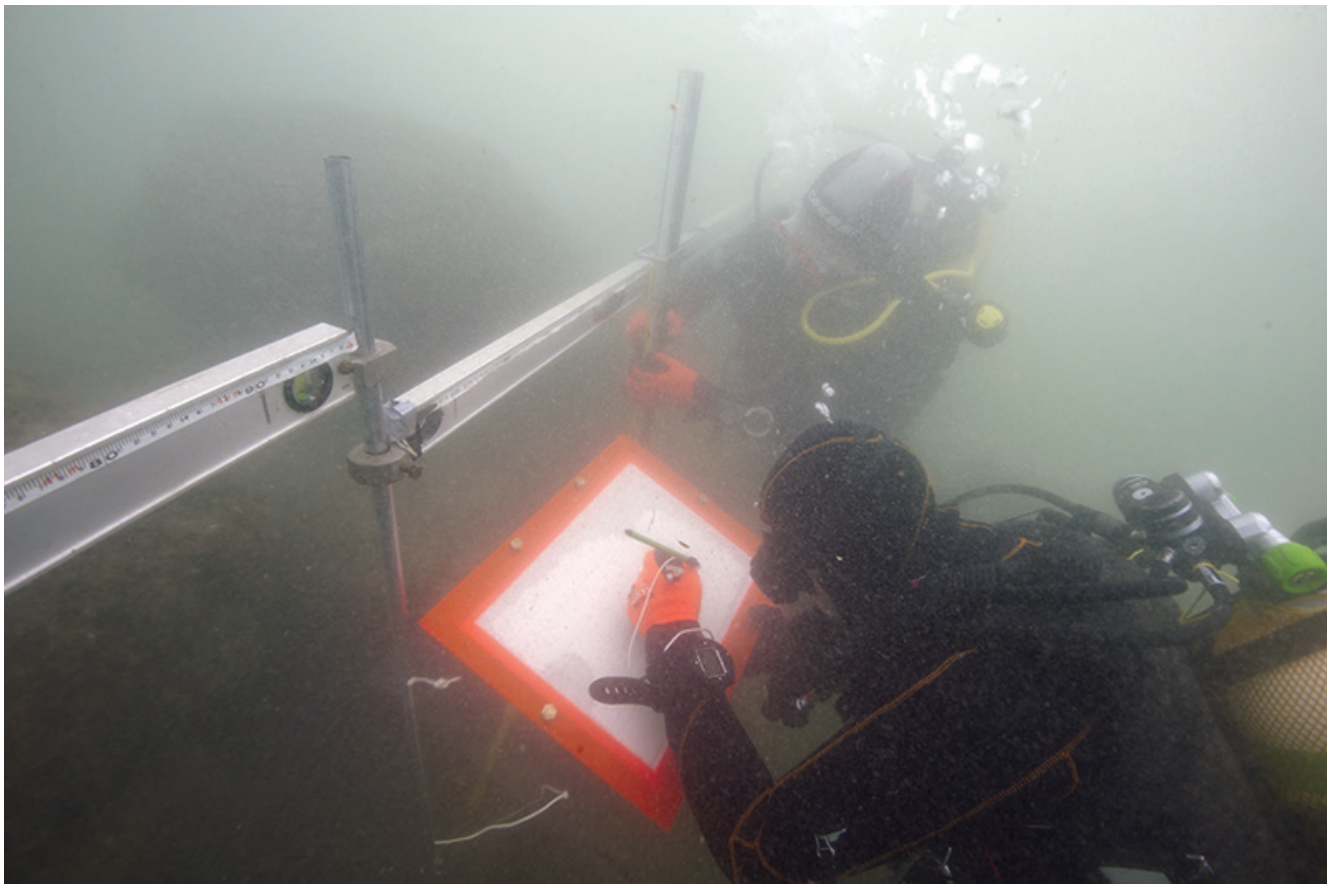

Figure 2 : Sous la supervision de Laurent Borel, session d'apprentissage au relevé architectural des étudiants du Master MoMArch sur le chantier-école de Fos-sur-Mer.
© Loïc Damelet, Centre Camille Jullian.

L'essor de la plongée et la diffusion de cette pratique au sein de certaines disciplines scientifiques sont étroitement liés aux avancées du développement du scaphandre autonome. Les premiers prototypes de ces équipements, qui ont permis aux plongeurs de s'affranchir d'une liaison physique avec la surface, remontent au milieu des années 1930. À peine plus d'une décennie plus tard, des progrès importants sont opérés avec notamment la commercialisation des détendeurs. Au sein de la communauté scientifique, des chercheurs entreprendront pour la première fois de se former à la plongée, dans les années 1950, dans la perspective d'étendre le champ d'investigation de leur discipline[1] au milieu sous-marin et subaquatique. Trente ans plus tard, la plongée professionnelle se structure et l'Institut national de plongée professionnelle est créé en 1982.

Au Centre Camille Jullian, la plongée professionnelle, utilisée à des fins scientifiques, est pratiquée par un grand nombre de chercheurs et de techniciens, plus particulièrement dans l'un des axes de recherche du laboratoire. Cet axe, à ce jour dénommé « La mer : navires, espaces portuaires, ressources, échanges » et qui deviendra « La mer en partage » dès 2018, lors du prochain programme quadriennal, porte sur l'archéologie navale, l'archéologie des échanges maritimes et l'archéologie portuaire et des espaces littoraux, entre autres. Du fait qu'une majeure partie

1. Pour l'histoire de la plongée scientifique en biologie marine, voir : Jacquet S. 2013, *L'histoire de la plongée scientifique en scaphandre autonome en France* [consulté le 20 avril 2017].
Pour une rétrospective de 30 ans d'évolution de l'archéologie sous-marine, voir : Hulot O. 2013, « Archéologie sous-marine française : retour sur 30 années d'évolution de la discipline », *in* Cérino C., L'Hour M., Rieth E. (éds.) 2013, Actes du colloque « Archéologie sous-marine et patrimoine : des pratiques aux enjeux de médiation, Lorient du 3 au 6 juin 2009 », *Archéologie sous-marine : Pratiques, patrimoine, médiation*, Presses universitaires de Rennes, pp. 59-76.
En dernier lieu, pour une vision d'ensemble sur les aspects techniques, juridiques, administratifs et scientifiques de l'archéologie sous les eaux, voir : Cérino C., L'Hour M., Rieth E. 2013, *Archéologie sous-marine : Pratiques, patrimoine, médiation Actes du colloque international, Lorient, 3-6 juin 2009*, Presses universitaires de Rennes.

Figure 1 : À bord de l'André Malraux, navire du Drassm, derniers préparatifs de deux plongeurs avant l'immersion dans les eaux du Golfe du Fos.
© Loïc Damelet, Centre Camille Jullian

des sites archéologiques étudiés se situe en milieu immergé, les plongeurs participant à cet axe, qu'ils soient archéologues, architectes, photographes, topographes, etc., sont tous titulaires d'un certificat d'aptitude à l'hypébarie[2]. Équipés d'un scaphandre autonome (Figure 1), ils peuvent alors exercer leur métier et mettre en œuvre leurs compétences dans les eaux des espaces maritimes, fluviaux et lacustres.

Mais revenons à l'archéologie portuaire et des espaces littoraux pour nous focaliser sur l'intervention de l'architecte dans ce domaine de la recherche. Sous l'eau et en bordure de rivage, c'est principalement à cette interface, entre la terre et la mer, que l'on recense le plus souvent des vestiges de structures bâties. De la plus modeste installation — telle qu'un aménagement défini par une organisation de pieux — à des ensembles architecturaux monumentaux ou encore à des structures portuaires complexes, une riche diversité d'aménagements anthropiques reste encore à étudier dans biens des cas. L'un des volets du programme collectif de recherche *Fossae Marianae* : le système portuaire antique du Golfe de Fos et le canal de Marius[3], comporte plusieurs opérations d'investigations archéologiques. Parmi celles-ci, figure la reprise des fouilles archéologiques sous-marines[4] dans le Golfe de Fos, à l'emplacement supposé de l'avant-port d'Arles.

Pour conduire les études architecturales qui lui sont confiées, l'architecte doit, comme tous les autres participants à un chantier archéologique sous-marin, adapter ses méthodes et son savoir-faire à l'environnement et au milieu dans lequel il intervient[5]. Afin de pouvoir établir la documentation graphique et décrire les vestiges architecturaux visibles ou mis au jour par les archéologues lors des opérations de fouille, il doit être en mesure d'observer et de relever les structures bâties, objet de son étude. Pour ce faire, il fait appel aux techniques traditionnelles du relevé en prenant garde d'utiliser du matériel adéquat, qu'il est parfois nécessaire de façonner ou d'adapter. Doté d'une tablette à dessin munie d'un système permettant aisément[6] le changement du calque polyester qui sert de support à son relevé, tout en restant immergé, l'architecte dessine et consigne, à l'aide d'une mine de plomb recouverte d'une gaine thermorétractable, les structures architecturales, cherchant à les comprendre, à les interpréter, voire à les restituer quand l'étude le permet. Mètre et décamètre en matière plastique, profondimètre et niveau à bulle complètent et constituent l'essentiel du matériel qu'il transporte dans son filet. Les repères horizontaux, utiles à la construction du relevé, sont matérialisés par des règles en aluminium fixées sur des piquets solidement implantés dans le fond marin (Figure 2).

Sur les sites terrestres aujourd'hui ennoyés, dont la profondeur du chantier se situe entre le trait de côte et 2 à 3 mètres d'eau, comme c'est le cas des vestiges du port antique de Kyllene[7] en Grèce, le positionnement et le levé des structures architecturales peut être alors réalisé à l'aide d'un tachéomètre stationné sur le rivage. Pour des sites situés à une profondeur plus importante, jusqu'à environ 5 mètres d'eau, le recours à la topométrie est utilisé pour le positionnement[8] des points d'appuis des relevés par photogrammétrie rapprochée (Figure 3).

Cette technique, basée sur la mise en correspondance d'images par appariement dense, permet de passer d'une « réalité géométrique » à un nuage de points tridimensionnels virtuel (Figure 4). Les images utilisées pour l'acquisition des structures architecturales conservées sont des photographies en haute définition réalisées à l'aide d'un appareil photographique numérique disposé, le cas présent, dans un caisson étanche. Le nuage de points ou modèle 3D obtenu permet, au moyen de la reconstitu-

2. Voir l'encadré ci-dessus.
3. Ce programme est placé sous la responsabilité scientifique de Souen Fontaine, Département des recherches Archéologiques Subaquatiques et Sous-Marines (Drassm), Centre Camille Jullian, et sous la co-responsabilité de Corinne Rousse, AMU, Centre Camille Jullian, Mourad El Amouri, Ipso Facto et Frédéric Marty, Pôle intercommunal du patrimoine culturel Ouest Provence (PIPC Ouest Provence).
4. Ces opérations servent de support au chantier-école du Master MoMArch, master labellisé par la Fondation universitaire A*MIDEX d'Aix-Marseille Université.
5. Rieth E. 2013, « La formation en France des archéologues-plongeurs des milieux maritimes, fluviaux et lacustres », *in* Cérino C., L'Hour M., Rieth E. (eds.) 2013, Actes du colloque « Archéologie sous-marine et patrimoine : des pratiques aux enjeux de médiation, Lorient du 3 au 6 juin 2009 », *Archéologie sous-marine : Pratiques, patrimoine, médiation*, Presses universitaires de Rennes, pp. 43-54.
6. On doit le prototype de cette tablette à dessin à Isabelle Hairy, alors architecte au Centre d'études Alexandrines.
7. Certains membres de l'équipe participent à ce chantier dans le cadre d'une collaboration entre le Centre Camille Jullian, le *Finish Institute* et l'Université de Patras.
8. La procédure de positionnement est élaborée et développée par Vincent Dumas, archéologue et topographe du Centre Camille Jullian. Elle est appliquée à de nombreux autres chantiers, notamment sur les épaves étudiées par Giulia Boetto.
Voir : Dumas V., Groscaux P., Boetto G. 2015, « Application de la photogrammétrie en archéologie navale », Revue d'histoire maritime 21 : 127-156.

Figure 3 : Levé topographique préparatoire au relevé par photogrammétrie rapprochée des structures architecturales de l'Anse de Saint-Gervais, chantier-école de Fos-sur-Mer.
© Loïc Damelet, Centre Camille Jullian

tion virtuelle de la géométrie et des textures des objets de la scène, d'élaborer une grande variété de représentations et de documents : sections, courbes de niveaux, orthoimages[9], maillages texturés, calcul des volumes, etc. (Figure 5). Tous ces produits, issus du levé par photogrammétrie rapprochée, permettent de mieux comprendre et appréhender l'objet étudié tout en facilitant l'établissement des représentations normalisées telles qu'elles sont définies par les conventions du dessin géométral : plans, coupes, élévations, etc.

L'ensemble de la documentation constituée en immersion — caractéristique propre aux études architecturales réalisées sur des sites en milieu immergé — sert de base à la réflexion des travaux de l'architecte qui intervient dans le domaine de l'archéologie. Elle conduit parfois, quand le processus de l'analyse scientifique le permet, jusqu'à la restitution graphique des bâtiments étudiés. Sans cette incursion sous-marine, rendue possible grâce à la plongée, c'est toute une partie de notre histoire qui échapperait à nos travaux de recherche et donc à notre connaissance.

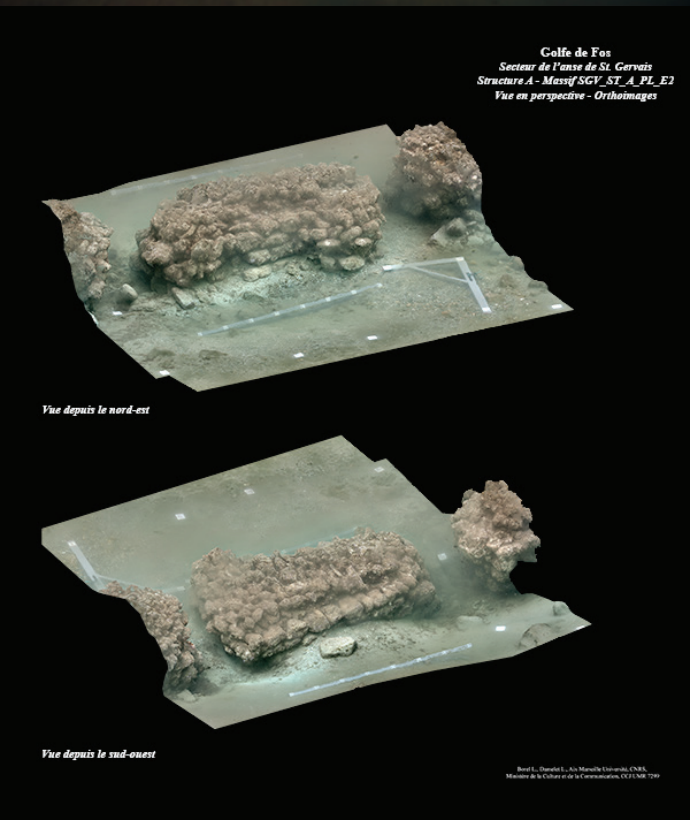

Figure 4 : Opérations préparatoires au relevé par photogrammétrie rapprochée des structures architecturales de l'Anse de Saint-Gervais, chantier-école de Fos-sur-Mer.
© Loïc Damelet, Centre Camille Jullian

Figure 5 : Vue en perspective, depuis le nord-est et le sud-ouest, de la face nord de la structure A de l'Anse de Saint-Gervais, chantier-école de Fos-sur-Mer.
© Orthoimage Laurent Borel, Centre Camille Jullian

La plongée scientifique aujourd'hui au CNRS

Les plongeurs scientifiques sont majoritairement rattachés à la mention B (interventions subaquatiques) et sont répartis dans les spécialités suivantes : Bb (archéologie sous-marine et subaquatique), Bc (arts, spectacles et médias), Bh (techniques, sciences et autres interventions).

Il est important et indispensable de rappeler ici que toute personne qui désire utiliser la plongée dans le cadre de son activité professionnelle doit être titulaire d'un certificat d'aptitude à l'hyperbarie (CAH). Les détenteurs d'un diplôme de plongée sportive ne sont pas autorisés par le ministère du Travail, de l'Emploi, de la Formation professionnelle et du Dialogue social, à prendre part aux activités de leur unité quand celles-ci se déroulent en milieu hyperbare. Voir à ce sujet la note transitoire relative à la plongée subaquatique scientifique diffusée auprès des laboratoires du CNRS le 15 mars 2016 et le numéro 44 de Prévention infos de janvier 2017, p. 2–4.

contact&info
▶ Laurent Borel, CCJ
borel@mmsh.univ-aix.fr
▶ Pour en savoir plus
http://ccj.cnrs.fr

9. Une orthoimage est une vue d'une « réalité géométrique » dont le plan de projection est défini et dont les couleurs sont issues de l'application, sur ce plan, des pixels du lot des photographies ayant servi à la construction du nuage de points.