

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES

Perceptions scientifiques du monde marin

Sous la direction de
Jean-Pierre Gely

ÉDITIONS DU CTHS
2012

Ministère de l'Éducation nationale,
de l'Enseignement supérieur et de la Recherche

Congrès national des sociétés historiques et scientifiques
135^e, Neuchâtel, 2010

Collection Actes des congrès des sociétés historiques et scientifiques
Version électronique
ISSN 1773-0899

Introduction

Jean-Pierre GÉLY

Chercheur associé, université Paris I,

Laboratoire de médiévistique occidentale de Paris (LAMOP), UMR 8589

Le monde marin couvre environ 70 % de la surface de la Terre. Devant l'importance de cette étendue d'eau et la difficulté à prospecter ce volume liquide, notre connaissance reste en devenir. Notre perception de ce monde, pour ne pas parler de « paysage », terme restrictif et détourné de son sens initial, reste aujourd'hui limitée. Cependant, nous avons pris conscience que cet espace n'est pas infini, ses ressources non inépuisables et que les environnements marins résultent d'équilibres très fragiles. Face à cette sensation d'immensité océanique, cela peut sembler paradoxal. Plus notre connaissance progresse et plus la complexité du monde maritime devient évidente. Les liens entre hydrosphère, atmosphère, lithosphère et biosphère sont multiples et complexes. Les phénomènes interagissent à toutes les échelles, depuis le micromilieu sédimentaire jusqu'au courant transocéanique. Ils sont évolutifs dans le temps, depuis l'immédiateté événementielle des tsunamis jusqu'aux effets à court terme (décennies), moyen terme (siècles) ou long terme (millénaires). Par conséquent, il est nécessaire d'appréhender les événements dans leur durée en étudiant l'enregistrement sédimentaire marin du passé. Mais, pour cela, il faut apprendre à lire les archives de la Terre, pour reconstituer les milieux anciens et les comparer aux environnements actuels. Ces derniers font l'objet d'exploration sous-marine à l'aide d'outils de prospection et de visualisation de plus en plus performants, donnant une image précise des fonds marins. Loin de l'idée ancienne de latitude, l'interface eau-sédiment est un relief accidenté, résultant du jeu subtil entre érosion sous-marine et sédimentation. Le trait de cote, limite mobile entre deux mondes, constitue un enjeu majeur pour une grande partie de la population mondiale qui vit sur la façade maritime, pour les activités humaines qui s'y concentrent dans une économie mondialisée. La transformation de cette interface à court terme peut être perçue à travers les études historiques et les prospections archéologiques. Il est nécessaire de faire la part entre l'impact historique des activités humaines sur le domaine côtier et son évolution sédimentaire naturelle liée aux variations du niveau marin et à sa morphologie. Combien d'aménagements côtiers anciens ou récents ont-ils entraîné de catastrophes à la suite de rupture de l'équilibre entre érosion et sédimentation, par méconnaissance des phénomènes dynamiques ?

Après les efforts curatifs souvent vains face à l'ampleur des forces en jeu est venu le temps des mesures préventives. Aujourd'hui, l'exploitation des ressources biologiques (halieutiques, cultures marines), minérales (hydrocarbures, matériaux, minerais polymétalliques), énergétiques (houles, courants) doit s'accompagner d'une évaluation des impacts, immédiats et à long terme, temporaires ou permanents, parfois différés, à effet de seuil... Les modèles prédictifs actuels, ne prenant en compte que quelques paramètres majeurs, constituent des scénarios pour des périodes de temps très courtes. Ils doivent être revisités au fur et à mesure que la connaissance s'affine et que les impacts de l'activité se manifestent. Nous sommes encore loin d'appréhender toutes les interactions physiques, chimiques, biologiques, naturelles ou d'origine anthropique qui gouvernent la mosaïque des fonds littoraux à abyssaux, et des biotopes benthiques à pélagiques. Il nous faut démultiplier la recherche en océanographie, en géologie, en histoire économique et sociale, et plus globalement dans tous les domaines intellectuels touchant à l'environnement maritime.

Retenir les succès et analyser les échecs de l'action de l'homme sur ce milieu vulnérable, par le passé et aujourd'hui, permettront de progresser dans la compréhension de phénomènes complexes. Les contributions de ce présent ouvrage, par la variété de leurs approches, participent à la réflexion collective que notre société doit mener pour tracer au mieux son avenir maritime.

Sea lands: coastal landscapes between the Timavo river (Trieste, Italy) and Piran (Slovenia)

Rita AURIEMMA

Département des biens culturels, université de Salento, Lecce, Italie

Snježana KARINJA

Musée Pomorski – musée de la Mer Sergej-Mašera, Piran, Slovénie

Extrait de : Jean-Pierre Gély (dir.), *Perceptions scientifiques du monde marin*, éd. électronique, Paris, Éd. du Comité des travaux historiques et scientifiques (Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques), 2012.

Cet article a été validé par le comité de lecture des Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques dans le cadre de la publication des actes du 135^e Congrès national des sociétés historiques et scientifiques tenu à Neuchâtel en 2010.

Résumé

Notre article présente les résultats du projet Interreg Italie-Slovénie Alto-Adriatico obtenu par une équipe formée par des membres du département de sciences de l'université de Trieste, du musée de la Mer Sergej-Mašera de Piran et de l'Agence pour les nouvelles technologies, l'énergie et l'environnement (ENEA), en collaboration avec d'autres institutions. Le projet est né d'une perspective nouvelle de la recherche, qui est aussi une nouvelle perspective de la conservation, de la valorisation et de l'utilisation des évidences archéologiques : l'archéologie des paysages, archéologie globale ou géoarchéologie (« *an integrated way of understanding humans in dynamic landscapes* », Barker et Bintliff, 1999). Dans notre cas, il s'agit du paysage de la côte de l'Adriatique du Nord – auquel on veut restituer l'intégrité et une identité commune. Cette perspective et ce but informe la convention 2001 de l'Unesco relative à la protection du patrimoine culturel sous-marin et la mesure Interreg auquel notre projet se rapporte, c'est-à-dire la « coopération dans la culture, la communication, la recherche, entre les institutions et pour l'harmonisation des systèmes ».

Le but principal était l'analyse des modes, des formes et des étapes du système des établissements antiques sur la côte de l'Adriatique entre la bouche du Timavus (Trieste, Italie) et Piran (Slovénie) obtenu sur la base des recherches systématiques des structures préromaines, romaines et médiévales partiellement ou entièrement submergées et des évidences archéologiques encore existantes sur la terre le long du littoral adriatique. Ces structures n'ont pas seulement une valeur historique (fonction, chronologie, typologie édilitaire, technique de construction, etc.), elles sont également importantes du point de vue paléoclimatique : mesurer leur profondeur actuelle signifie quantifier l'élévation relative du niveau de la mer (1,60 mètre depuis l'époque romaine jusqu'à aujourd'hui) et estimer la vulnérabilité de ces territoires côtiers dans le temps prochain.

Mots-clés

Archéologie des paysages, géoarchéologie, archéologie subaquatique, Adriatique du Nord, Italie, Trieste, Slovénie, Piran, élévation relative du niveau de la mer.

Abstract

Our paper aims to describe the significant results of the Interreg Italy-Slovenia project AltoAdriatico. The project was conceived on a relatively new approach to the research, preservation, evaluation and fruition of archaeological sites, based on the *landscape* or *global archaeology* or, better, the geoarcheology ("an integrated way of understanding humans in dynamic landscapes", Barker and Bintliff, 1999). The project concerned coastal landscapes (italians and slovenians) today separate, with the purpose to restore their common identity. Such approach and objectives are in compliance with Unesco's Convention on the conservation of underwater cultural heritage and guidelines of the Interreg program (cooperation in the sphere of culture, in research and strengthening of interinstitutional contacts).

The initial agreement was signed by Dipartimento di Scienze dell'Antichità of Trieste University, Maritime Museum Sergej-Mašera, Piran, and ENEA Rome with the project Global climate, later joined by other institutions

The main objective was to analyse modes, patterns and phases of the ancient settlement system along the Trieste and Slovene coasts with a systematic research of the pre-Roman, Roman and mediaeval structures, which are partially or completely submerged, and archaeological

sites situated on the coast between the mouth of the Timavo river (Trieste, Italy) and Piran (Slovenia).

Furthermore, besides their historical values (chronology, function, tipology, building techniques, etc.), these structures are excellent markers of the relative sea-level changes. The measurements of their depth and the interpretation of the "functional height" have brought quantitative data on the relative rise of the sea (1.6 meter since Roman times) and have enabled us to assess the threat status of the area in the future.

Keywords

Landscape archaeology, geoarcheology, underwater archaeology, Northern Adriatic, Italy, Trieste, Slovenia, Piran, relative sea level changes.

This lecture aims to describe the results gained through the project AltoAdriatico carried out in the Interreg IIIA Italy-Slovenia EU programme¹; this project was conceived on a relatively new approach to field research and guidelines for the preservation, evaluation and management of archaeological sites, brought on by the so-called landscape archaeology, in this case "water landscapes", with the purpose of their integral treatment and strengthening of their collective identity.

Such approach and objectives are in compliance with Unesco's Convention on the conservation of underwater cultural heritage and guidelines of the Interreg programme, in which this project was included, i.e. in cooperation in the sphere of culture, in research and strengthening of interinstitutional contacts.

The initial agreement was signed by Dipartimento di Scienze dell'Antichità of Trieste University, Maritime Museum Sergej-Mašera, Piran and ENEA Rome (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile) with the project

1. R. Auriemma et S. Karinja (éd.), *Terre di mare : l'archeologia dei paesaggi costieri e le variazioni climatiche, atti del Convegno internazionale di studi, Trieste, 8, 9 et 10 novembre 2007 ; id., « Il Progetto Interreg Italia-Slovenia IIIA : risultati e prospettive ».*

“Global climate”. They were joined by other institutions: Soprintendenza per i Beni Archeologici del Friuli Venezia Giulia, Institute of the Republic of Slovenia for the Protection of Cultural Heritage, Regional Office Piran, Underwater Archaeology Group of Slovenia, and Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine of Trieste University.

Methods

Pre-Roman and Roman structures, which are partially, or in full, under the surface of the sea, and archaeological sites situated on the coast between the mouth of the Timavo river and Piran have been analyzed (fig. 1). So far, the only systematic research in this area has been accomplished and presented by A. Degrassi (1957), a notable scientist of the 20th century. With methodology and technology available to him at that time he couldn't, however, neither document all underwater structures nor carry out a precise analysis of architectural typologies and building techniques.

Since then, no site has been researched in the Trieste area, not even in the last decades, when underwater archaeology has made a great technological progress. Quite different was the case in Slovenia, where research has been carried out in Fizine near Portorož, Jernejev zaliv/San Bartolomeo Bay near Ankaran, Simonov zaliv/San Simone/Simon Bay and at Viližan/Villisano in Izola, etc.

Throughout the project many data have been gathered from bibliographies, public and private archives, local traditions and oral accounts; many historical and thematic maps have been analysed, as well as aerial and satellite photographs; many activities have been carried out: revision of archaeological material, geomorphologic, sedimentologic, and climatologic analysis, programmed surface reconnaissance, underwater prospecting and direct surveys, topographic survey with total station, GPS (Global Positioning System) and multibeam echo-sounder aimed at creating a DEM of the sea bottom, and the making of digital models of the ground.

Some sample areas – that have been thoroughly surveyed – have been selected from the coast to the inland in correspondence to the strategic points at sea to provide us significant information about the modes and the phases of the human coastal settlement in Antiquity.

Products

All of this allowed the creation of a shared territorial informative system (fig. 1) of the evidences under the sea and on the land, still existing and disappeared, which are recorded in an only database connected to the digital cartography (Geographical Information System AltoAdriatico).

The database is available to the Institutions active in the territory, as useful and constantly updated archive aimed to both territorial planning and the conservation².

2. R. Auriemma et S. Karinja, « Il Progetto Interreg Italia-Slovenia IIIA... » ; R. Auriemma *et al.*, « Terre di mare : paesaggi costieri dal Timavo alla penisola muggesana ».

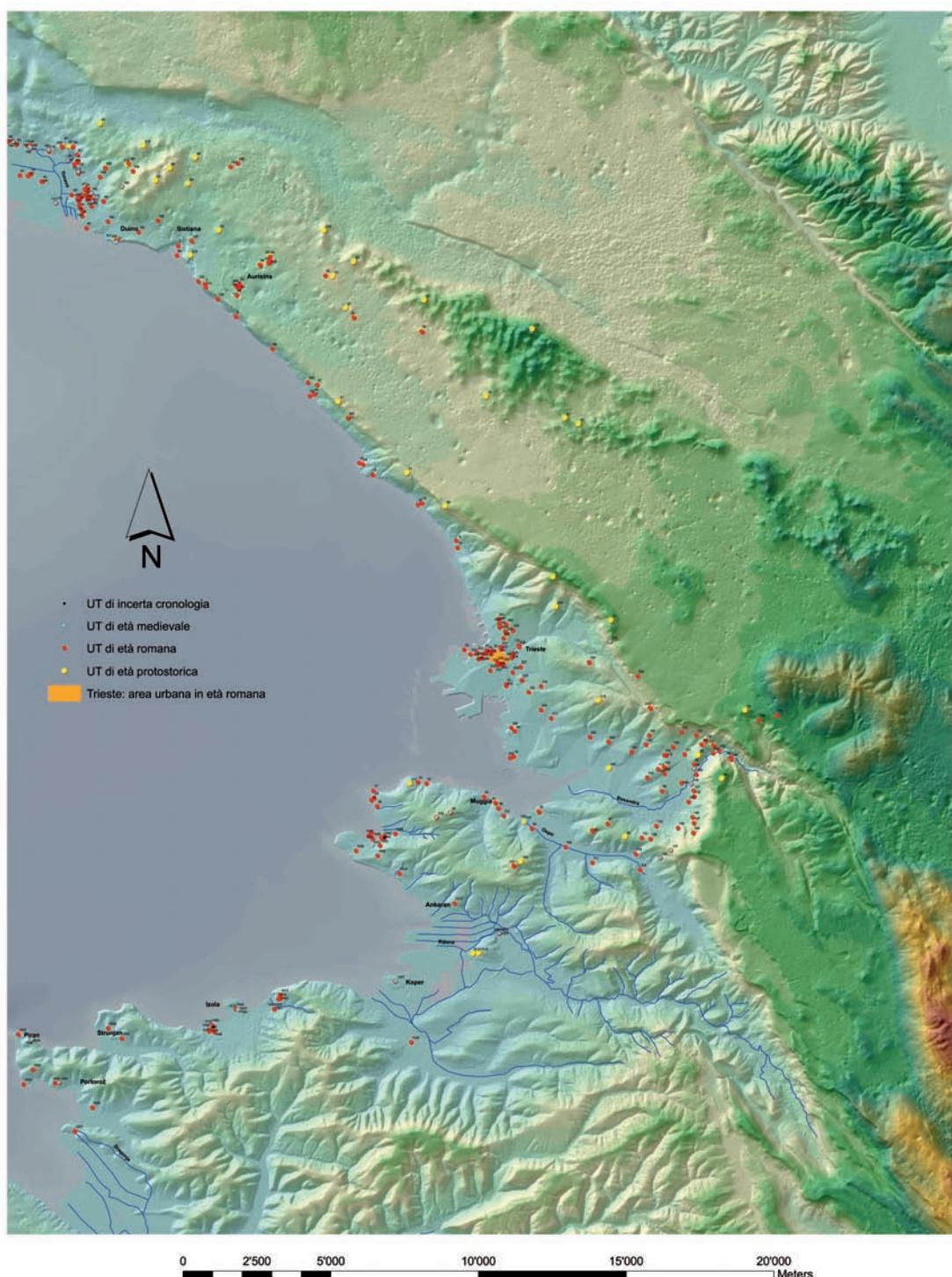


FIG. 1. – The Interreg Italy-Slovenia project AltoAdriatico project: the GIS, in R. Auriemma and S. Karinja (éd.),
Terre di mare : l’archeologia dei paesaggi costieri e le variazioni climatiche, tavola fuori testo
(© Dipartimento di Studi Umanistici, Università di Trieste).

Results

The new data concern:

- The sites density, greater than expected;
- The sites typology, very diversified: harbors, piers, breakwaters, quays, embankments, walking surfaces, fishponds, parts of housing and manufacturing estates;
- The building techniques, very specific of this area.

Some of the most important results, however, are those linked to the study of the coastline, sea level or more widely climatic changes. These cognitions testify how much the historical and archaeological research contribute can be significant in order both to achieve a deep knowledge of the environment and the changes that have regarded and will regard it, and to use the environment correctly. Measurements were focused on certain piers, embankments and fishponds from the Roman period, e.g. those at Grignano, Punta Sottile and Stramare in Italy, and in Jernejev zaliv and Simonov zaliv in Slovenia. Apart from data on use, chronology and types of facilities and construction techniques, these structures are the mainstay of data on climate changes. The measurements of depths have brought quantitative data on relative rise of the sea level and have allowed us to assess the threat status of the area in the future.

Fabrizio Antonioli e Stefano Furlani compared the depth of Roman archaeological remains, nowadays below mean sea level, and the depth of submerged notches with Lambeck's predicted curves. They suggested that in the Gulf of Trieste a negative vertical tectonic movement, of about - 0.55 millimeters per year, since post-Roman age, occurred. It represents the sum of co-seismic events (earthquakes) and stability periods (as the recent one). Moreover, considering that the notch increase its depth in the Northernmost sector, between Sistiana and Duino, a southeast-northwest tilting has been suggested. In particular, the notch depth increases from - 0.65 to - 2.8 meters. The tilting is evidenced also by the movements of the pendulum installed from thirty years inside the Grotta Gigante cave. Recent studies seem to confirm that the tilting was active until five hundred years ago, while the Trieste tide gauge (hundred and ten years of data) remains stable³.

The coastal landscapes from the Timavo river to Piran

The AltoAdriatico project investigated the coastal area from the Timavo river mouth to Piran (fig. 1), with the aim of re-reading shapes, modes and phases of the human settlement and re-drawing the appearance that this unitary region showed in Antiquity. As regards the Italian territory, nevertheless it's homogenous, there are some sectors with peculiar features⁴:

1. The Timavo mouths – Villaggio del pescatore area;
2. The high rocky coast from Duino/Sistiana to Grignano;
3. The urban center and its neighbourhoods;
4. The Muggia peninsula and the surrounding valleys.
5. The last parte – Muggesano – shows the features of Istrian coast and is clearly similar to the Slovenian coast from Jernejev zaliv to Piran⁵. The spreading of Roman culture in

3. F. Antonioli *et al.*, « Sea-Level Change During Holocene from Sardinia and Northeastern Adriatic (Central Mediterranean Sea) from Archaeological and Geomorphological Data » ; F. Antonioli *et al.*, « Archaeological and Geomorphological Data to Deduce Sea-Level Changes During the Late Holocene in the Northeastern Adriatic ».

4. R. Auriemma *et al.*, « Terre di mare... ».

5. M. Stokin *et al.*, « Archaeological Research of Maritime Infrastructure of Roman Settlements on the Slovenian Coast in Istria (1993-2007) ».

northwestern Istria was based on urban settlements and large estates strewn along the coast and in fertile hinterland. It is not surprising, therefore, that the ruins of rustic and littoral Roman villas, roman piers and ports, fishponds are frequently discovered archaeological structures of this period.

The most eastern sector, the wide lagoon – *lacus Timavi* – around the springs of Timavo River, after its long underground course, is probably the one that has been badly modified by the human impact (fig. 2).



FIG. 2. – Duino, Monfalcone. The modern setting of the area of the lacus Timavi: the coastal profile in the Roman age (red line) with the settlements: villae, landing places, termae, productive sites, etc. (Regione FVG, ortofoto 1999, nn. 109030, 109040), in R. Auriemma and S. Karinja (éd.), Terre di mare..., p. 79, fig. 5 (© Dipartimento di Studi Umanistici, Università di Trieste).

As regards this area, we must speak of a unitary "harbor system" more than of the only one Timavo harbor. We can identify a main harbor/terminal, at the springs of the Timavo River, and secondary havens, two of them internal (Fontanelle e Isola dei bagni) and one external (Boccadino), together with other scattered smaller "*imbarcaderi*", linked to the *villae*.

The underwater researches carried out in the branches of the Timavo and close to the mouth verified the actual presence of wooden posts and embankment, mill-wheels from the mills present in the area until to 18th century and archaeological finds from Roman and Renaissance age.

The amphoras and the ceramic found in the slimy river bed at the beginning of eighties, following the dredgings, have been studied, focusing a wide range of productions and epochs. The finds were restored and exhibited in the *Terre di mare* exhibition, at the end of AltoAdriatico project.

In addition, the recent analysis of the unpublished numerous manuscripts of Alberto Puschi (famous scholar and director of Musei Civici of Trieste from 1884 to 1919), held in the

Civici Musei of Trieste and in the National Archive of Rijeka (Croatia), opened new and interesting research routes.

In particular, the knowledge of the archaeological sites in the area between Monfalcone and Duino increased, allowing to specify the general appearance of this sector.

A topographic survey concerned the structures of "Palazzo d'Attila", that, from the top of Bratina promontory, overlook the whole actually buried area of the Villaggio del Pescatore; the topographical rendering allowed to understand the relationship between this powerful terraced building in one scenographic and controlling position at the entrance of the lagoon harbor and the remains excavated in the Pahor property by the Soprintendenza in the eighties (1981-1982, 1989), at the foot of the promontory, that represent the eastern annex.

Finally, we have studied the archaeological material recovered in the seventies on the edge of industrial estate of Monfalcone, in a area filled with earth dredged up along the Villaggio del Pescatore coast. The site was called "Punta dei Cacci" owing to the great quantity of scattered sherds, easily recovered. We identified the origin area in a submerged site, at a depth of 2 meters s.l.m., badly damaged by the installation of the aqueduct underwater pipe. The archaeological material, very abundant and heterogeneous, has a wide chronological range: middle 1st-end 3rd century AD: common ware, glass, bronze and obviously transport amphoras, whose low percentage is due to the random collecting.

All of this, together with the geomorphological data, allowed us to re-draw this area: during the Roman age it had to look as a wide lagoon protect by islands, with a large wooded area in the inner side and various and heterogeneous settlements along the salt and fresh waters: sanctuaries, housing estates and manufacturing centers, perhaps relevant thermal baths, a few harbors and numerous landing stages suitable for the *villae*.

After the *lacus Timavi*, a stretch of high rocky coastline begins, surely less hospitable but not devoid of resources. The quarrying flourished (it continues even now in the Aurisina quarries on the Karsk plateau) and some *villae* identified on the slope were connected to this kind of activity.

Probably, seen by the sea, this landscape had not to be very different from the present one: houses on more terraces, low and half-hidden by the vegetation, with small landing-stages in the typical shape of the rectilinear coastline: a pier with U or "pi" Greek profile and, sometimes, a second lesser pier to reduce the entrance (fig. 3); this shape has been retained by the modern *mandracchi*, where we carried out the researches (Cedas, S. Croce, Filtri, Canovella, Grignano, etc.). We could ascribe these settlements to the *villa suburbana* typology: they could be properties of families who had political and administrative interests and in this way could reconcile *otium* and *negotium*; the small landing-stages / *imbarcaderi* were aimed to – as the present ones – the docking of the boats that shuttled to *Tergeste*, to transport people and supplies.



FIG. 3. – Grignano, Trieste: the Roman pier (*Soprintendenza per i Beni Archeologici del Friuli Venezia Giulia*, in R. Auriemma and S. Karinja (éd.), *Terre di mare...*, p. 114, fig. 41
© Dipartimento di Studi Umanistici, Università di Trieste).

The other sector object of a systematic analysis was the Muggia territory and slovenian surroundings, much more welcoming and available to the exploitation of the agricultural resources (even today the olive growing plays an important role in the local economy). Here we recognized – owing to a well-preserved archaeological documentation – two estates with a maritime vocation: one at the Ospo stream mouth, another in the San Bartolomeo bay; the ancient Muggia city harbour, that was in the same place of actual Muggia square according to Kandler and Degrassi, is completely disappeared (fig. 4).

The Ospo river harbour had settlements at the mouth and others along the waterway (that originally was located more north), especially on its western bank.

The San Bartolomeo bay, Jernejev zaliv near Ankaran, Slovenia, delimited by two promontories, Punta Sottile in Italy and Punta Grossa in Slovenia, represented the emblematic scenery of the AltoAdriatico Project: at present it is “cut” in two by the boundary line Italy-Slovenia, but in Antiquity was one organic unit, with numerous remains ashore and under the sea⁶. Two piers (*imbarcaderi*) recently found are close to Punta Sottile, could be related to the villa behind (fig. 5); the underwater research allowed to specify building type and technique and chronology (middle 1st century AD).

6. R. Auriemma *et al.*, « Terre di mare... » ; M. Stokin *et al.*, *ibid.*

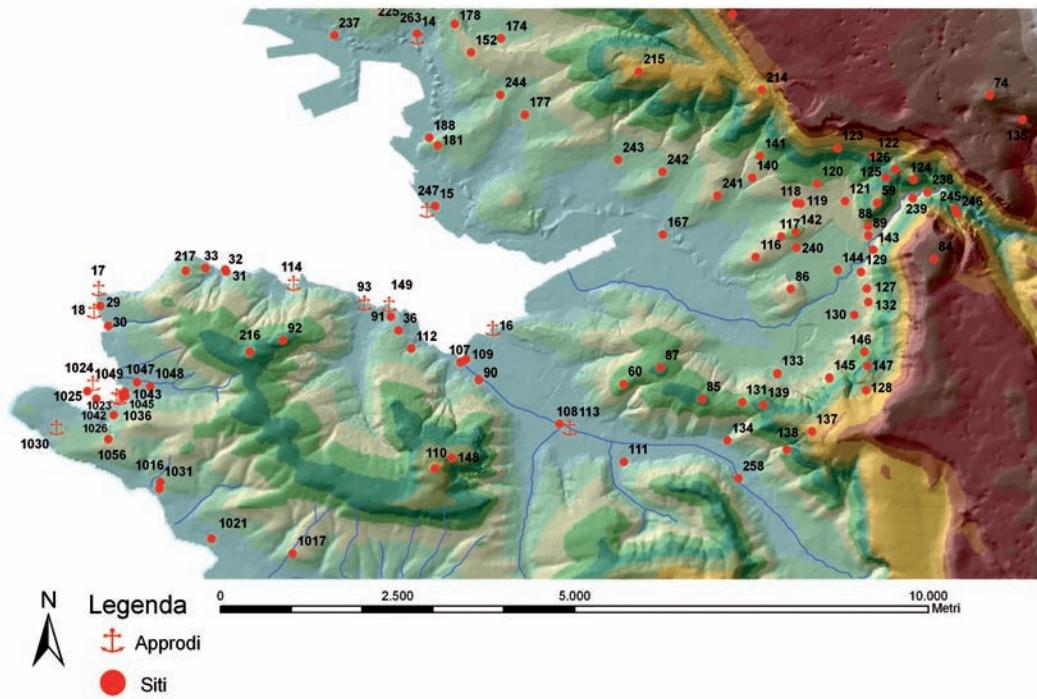


FIG. 4. – *The archaeological sites of the Muggia peninsula and surrounding valleys: 3D model*, in R. Auriemma and S. Karinja (éd.), *Terre di mare...*, p. 121, fig. 51 (© Dipartimento di Studi Umanistici, Università di Trieste).

Underwater survey of another maritime complex, supplemented by multi-beam sonar measurements, enhanced the previous documentation of two Roman structures on the sea floor. The submerged structures in the central part of the bay, at east of a narrow stretch of land, a small peninsula (bearing characteristic name *Carrigador*), consist of two big piers (so called *molere di Sant'Hilario*) with internal basins and long approach ramparts, all being built of large blocks and irregular infill of smaller stones . Probably a third pier lays under the small peninsula, as some blocks alignment testify (fig. 6). The hypothesis of a connection between these *molere* and a quarry behind, for the boarding of building material, can't be ruled out. The architectural remains of two large basins, recognized as fishpond (*vivaria*) and accompanied by a curved pier are located at the eastern edge of the bay, at Punta Grossa (fig. 7). They are roughly dated to the Early Imperial period. Together with the remains of walls on the shore of nearby peninsula they probably form the maritime infrastructure of the yet unidentified Roman estate. Late Medieval fishery arrangements with embankments, basins and channels were also identified in the tidal area in the immediate vicinity of the border crossing between Italy and Slovenia.



FIG. 5. – Punta Sottile SW, Muggia: the submerged pier, in R. Auriemma and S. Karinja (éd.), *Terre di mare...*, p. 138, fig. 71a (© Dipartimento di Studi Umanistici, Università di Trieste).

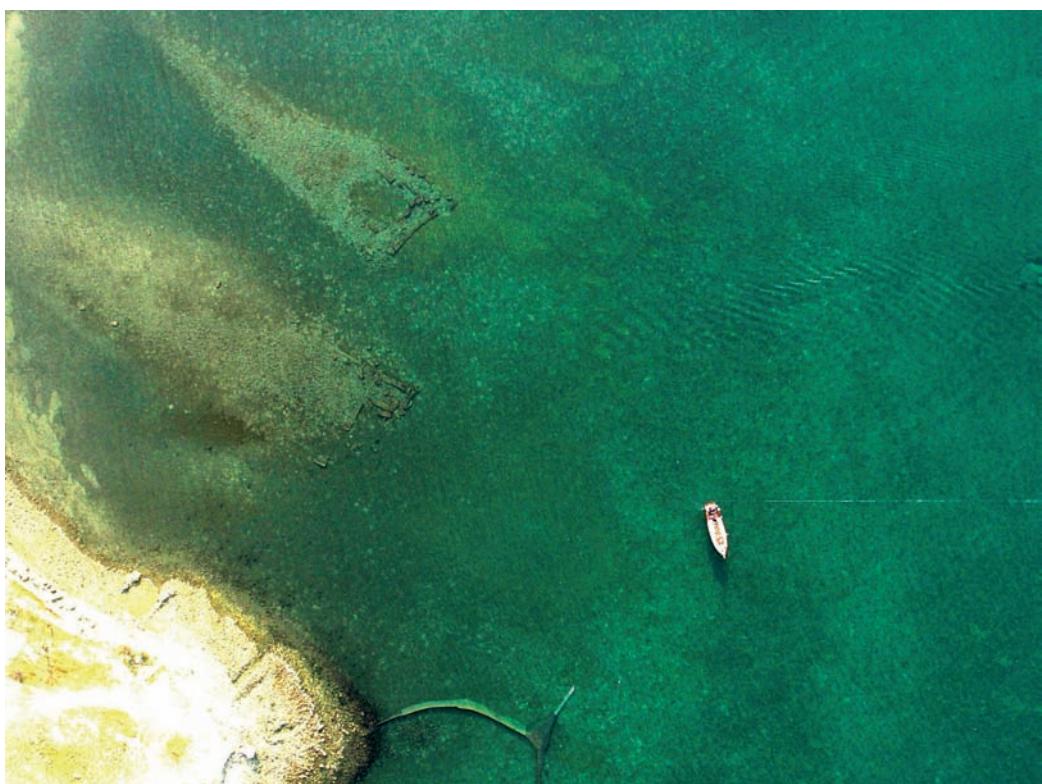


FIG. 6. – Jernejev zaliv / San Bartolomeo Bay: the peninsula and Molere, in R. Auriemma and S. Karinja (éd.), *Terre dimare...*, p. 72, fig. 22 (© Dipartimento di Studi Umanistici, Università di Trieste).

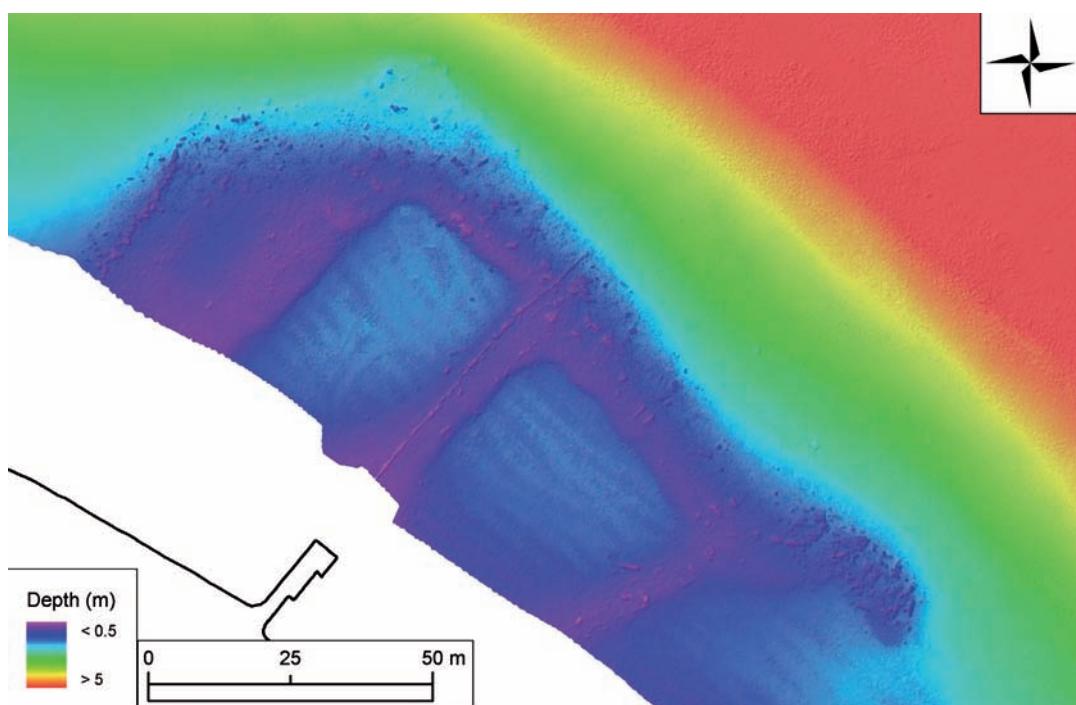


FIG. 7. – *Jernejev zaliv / San Bartolomeo Bay: Punta Grossa fishpond*, in R. Auriemma and S. Karinja (éd.), *Terre di mare...*, p. 72, fig. 24 (© Dipartimento di Studi Umanistici, Università di Trieste).

Another similar complex is at Fizine near Portorož; it includes the submerged fishpond, that consists of two rectangular basins (fig. 8); the excavations within one of them revealed its early 1st century AD origin. The ceramic material, collected during previous interventions on the site, confirms the more or less continuous use of the basins up to the 5th century, which is in concordance with the chronological span of the nearby settlement, partly documented during the preventive excavations in 1998. The remains are located on the slopes above a small bay, well protected from *bora* and western winds, and consist of excellently preserved architecture and complex stratification with a number of small finds, indicating intensive fishing activity, ship maintenance and cargo manipulation from the Late Republican period onwards⁷.

7. Gaspary et al., « Rimski pristaniški objekt z ribogojnico v Fizinah pri Portorožu. Poročilo o raziskavah podmorskega najdišča v letih 2004 in 2005 » ; Gaspary et al., « Antični pristaniški kompleks v Fizinah pri Portorožu – zaščitne raziskave leta 1998 » ; M. Stokin et al., *ibid.*

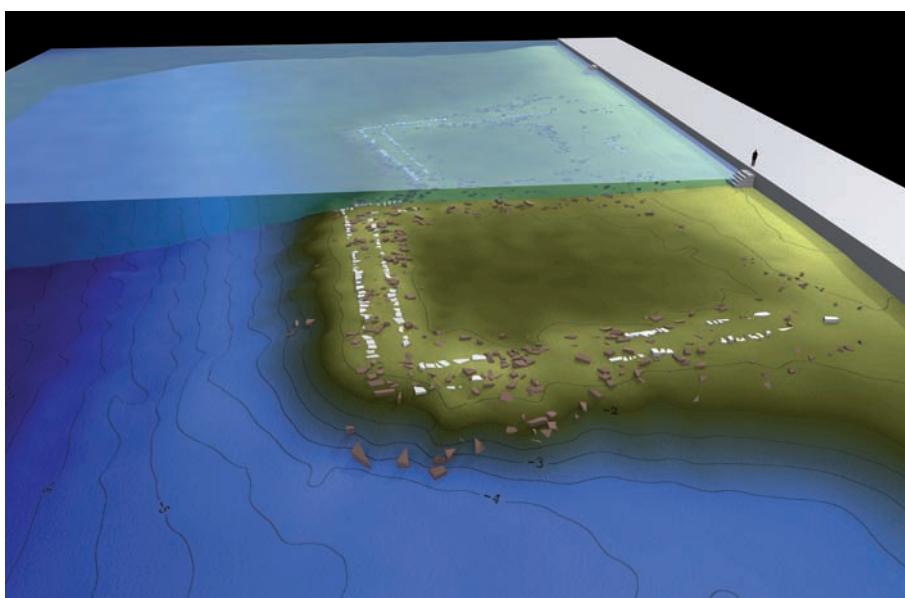


FIG. 8 – Fizine: the fispond, in R. Auriemma and S. Karinja (éd.), *Terre di mare...*, p. 62, fig. 7 (© Dipartimento di Studi Umanistici, Università di Trieste).

Recently, international projects on coastal landscape archaeology, carried out along the Adriatic coastline (Trieste, Istria and Dalmatia), have determined typology and function of the wide Roman age structures, now completely submerged, identified with fish culture installations.

Five fishponds along the Istrian and Dalmatian coast have been analyzed: besides the San Bartolomeo and Fizine *specimina* in Slovenia, three are in Croatia, at Katoro, near Umag, at Kupanja, near Poreč (fig. 9) and the pool founded in the island of Svršata Vela, on the Kornati Islands, that is significantly different: it is composed by a single square pool, whose dimensions are clearly lower than Istrian fishtanks; it is similar to the fittings of the Tyrrhenian *villae maritimae* (fig. 10).

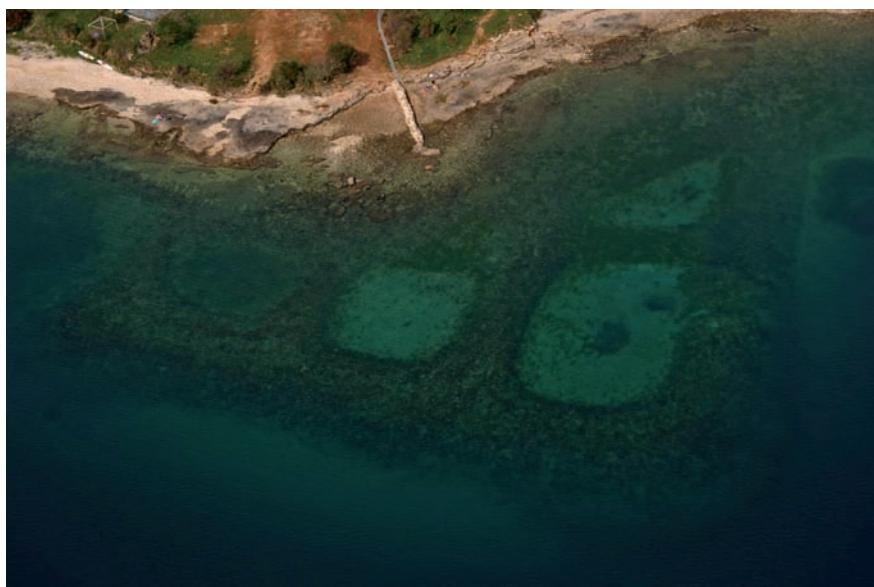


FIG. 9. – Kupanja, Poreč / Parenzo (Croatia): the fispond (courtesy V. Kovačić
(© R. Kosinožić / Zavicajni Muzej Poreč).



FIG. 10. – *Svršata island (Kornati, Croazia): the fispond*, in R. Auriemma and S. Karinja (éd.), *Terre di mare...*, p. 142, fig. 75 (© Dipartimento di Studi Umanistici, Università di Trieste).

These large installations have two or more basins for the intensive fish culture, for storing, breeding and/or fattening of the fish destined to food-processing (sauces and conserves) or to eating/consumption⁸.

The Istrian fishponds belong to the category called “at contiguous basins” and they show an internal partition from two (San Bartolomeo / Jernejev zaliv and Fisine / Fizin) to four basins (Katoro and Kupanja). This internal subdivision aims at contain different fish species or to divide the young individuals from the adult/grown-up ones, for their protracted standing, as Columella prescribes⁹.

The perimeter and internal walls have been built with the technique of “single rocks jetty” typical of the breakwaters¹⁰. They are characterised by little-medium size stones, assembled without mortar and with trapezoidal section, once narrower than today and later enlarged because of the destructive action of the waves. This sort of embankment lies on the bedrock, that represents the basin bottom, and includes, at the top, foundation alignments, probable remains of walking planes.

The chronology of construction of these manufacturing establishments is about the first century of the Roman Empire, as it can be deduced from the related close production and / or housing complexes which are along the coast: *villae*/farms, *figlinae*/pottery kilns, *officinae*/fishing factories, oil and wine installations, etc.¹¹.

The main different feature between the Adriatic sea fishponds and the Tyrrhenian “cousins” is the building technique. The last ones, well-known, were sometime in part

8. M.-B. Carre et R. Auriemma, « *Piscinae e vivaria nell’Adriatico settentrionale : tipologie e funzioni* ».

9. *De re rustica*, VIII, 17, 10-11.

10. R. Auriemma, *Salentum a solo*, vol. I, *Porti, approdi, merci e scambi lungo la costa adriatica del Salento* et vol. II, *Forma maris antiqui*; E. Felici, « Ricerche sulle tecniche costruttive dei romani. Note preliminari sul porto di Astura (LT) »; R. Auriemma et E. Solinas, « Archaeological Sites as Sea Level Change Markers: a Review ».

11. References in R. Auriemma et al., « *Terre di mare...* ».

dug in the bedrock but usually built in *opus caementicium* and they show various precise markers to evaluate the sea level rise (*crepidines*, captation canals, closing gates – *cataractae*, carvings for the trop-plein¹²). The Adriatic *specimina* miss the captation canals and the related elements, but the jetty porosity provides for the water circulation. The scattered or collapsed blocks and the blocks alignments in one or two rows are the remains of a superstructure, probable walking plane/quay that allowed activities and maintenance. Further, the other significative difference is provided by their use: the Adriatic sea establishments belong to the big “factories” category, rather than to the *piscinae* group, that play an ornamental and social role in the Roman *villa maritima* context. At the end, the size, which is strictly connected to the previous point: the Adriatic sea fishponds dimensions, until 7 000 square meters, require a huge capital investment by the landowners and, consequently, an activity aimed at the gain and not only to the own pleasure.

Archaeological proofs testify that the areas used for intensive farming, mainly oil and wine, were significantly the same of today, in particular along the western and southern Istria, where the best condition of soil and climate occur; the archaeological remains of amphoras kilns and oil and wine mills, inside the *villae* complexes, confirm the importance of these activities.

Anyway, the fish richness favoured the building of large fish culture installations, always connected to the *villae*¹³.

It is worth noting that until now fish farms have never been discovered with certain knowledge. A recent hypothesis, against the big fishponds presence, identifies fish farms with some coastal *fullonicae* (tincture places), abundant along the Istrian shore¹⁴. A large quantity of V salt was needed for the production of fish sauces and salting; along the Istrian coast every bay was committed to receive salt-works. Nowadays, some of them probably exist from the Roman age, as submerged wooden structures, found out in the Kaštela bay, Central Dalmatia, testily¹⁵.

This microeconomy arose along medium and short-range routes. Moreover, coastal navigation, that involves all the shore of the northern and the central Adriatic, developed, as the homogenous finds suggest. The local traffic moved from the production areas to the primary ones and then to the main distribution areas, as Aquileia¹⁶.

Bibliographie

ANTONIOLI Fabrizio, ANZIDEI Marco, AURIEMMA Rita, GADDI Dario, FURLANI Stefano, LAMBECK Kurt, ORRÙ Paolo, SOLINAS Emanuela, GASPARI Andrej, KARINJA Snježana, KOVACIC Vladimir et SURACE Luciano, « Sea-Level Change During Holocene from Sardinia and Northeastern Adriatic (Central Mediterranean Sea) from Archaeological and Geomorphological Data », *Quaternary Science Reviews*, vol. XXVI, n° 19-21, 2007, p. 2463-2486.

ANTONIOLI Fabrizio, FURLANI Stefano, LAMBECK Kurt, STRAVISI Franko, AURIEMMA Rita, GADDI Dario, GASPARI Andrej, KARINJA Snježana et KOVACIĆ Vladimir, « Archaeological and

12. R. Auriemma et E. Solinas, « Archaeological Sites as Sea Level Change Markers: a Review ».

13. M.-B. Carre et R. Auriemma, « *Piscinae e vivaria* nell’Adriatico settentrionale : tipologie e funzioni » ; Busana *et al.*, « Olio e pesce in epoca romana nell’alto e medio Adriatico ».

14. S. Mauro, « Archeologia del paesaggio costiero nell’alto Adriatico : il contributo della ricerca subacquea » ; F. Tassaux, « *Fullonicae*, huileries ou ateliers de salaisons ? Interrogations sur quelques sites istriens ».

15. I. Radić Rossi, « Recenti scoperte sottomarine nella Baia di Kastela ».

16. R. Matijašić, « I porti dell’Istria e della Liburnia ».

Geomorphological Data to Deduce Sea-Level Changes During the Late Holocene in the Northeastern Adriatic », dans Auriemma Rita et Karinja Snježana (éd.), *Terre di mare : l'archeologia dei paesaggi costieri e le variazioni climatiche, atti del Convegno internazionale di studi, Trieste, 8, 9 et 10 novembre 2007*, Trieste / Piran, Università degli Studi / Pomorski musej – Museo del mare Sergej-Mašera, 2008, p. 221-234.

AURIEMMA Rita, *Salentum a salo*, vol. I, *Porti, approdi, merci e scambi lungo la costa adriatica del Salento*, Galatina, Congedo Editore (Collana del Dipartimento, 9), 2004.

AURIEMMA Rita, *Salentum a salo*, vol. II, *Forma maris antiqui*, Galatina, Congedo Editore (Collana del Dipartimento, 10), 2004.

AURIEMMA Rita et SOLINAS Emanuela, « Archaeological Sites as Sea Level Change Markers: a Review », *Quaternary International*, vol. CCVI, n° 1-2, 1^{er} septembre 2009, p. 134-146.

AURIEMMA Rita et KARINJA Snježana (éd.), *Terre di mare : l'archeologia dei paesaggi costieri e le variazioni climatiche, atti del Convegno internazionale di studi, Trieste, 8, 9 et 10 novembre 2007*, Trieste / Piran, Università degli Studi / Pomorski musej – Museo del mare Sergej-Mašera, 2008.

AURIEMMA Rita et KARINJA Snježana, « Il Progetto Interreg Italia-Slovenia IIIA : risultati e prospettive », dans Auriemma Rita et Karinja Snježana (éd.), *Terre di mare : l'archeologia dei paesaggi costieri e le variazioni climatiche, atti del Convegno internazionale di studi, Trieste, 8, 9 et 10 novembre 2007*, Trieste / Piran, Università degli Studi / Pomorski musej – Museo del mare Sergej-Mašera, 2008, p. 17-21.

AURIEMMA Rita, DEGRASSI Valentina, GADDI Dario, MAURO Susanna, ORIOLO Flaviana et RICCOBONO Dorotea, « Terre di mare : paesaggi costieri dal Timavo alla penisola mugliesana », dans Auriemma Rita et Karinja Snježana (éd.), *Terre di mare : l'archeologia dei paesaggi costieri e le variazioni climatiche, atti del Convegno internazionale di studi, Trieste, 8, 9 et 10 novembre 2007*, Trieste / Piran, Università degli Studi / Pomorski musej – Museo del mare Sergej-Mašera, 2008, p. 75-211.

BARKER Graem et BINTLIFF John, « Geoarchaeology in Mediterranean Landscape Archaeology: Concluding Comments », dans Leveau Philippe, Trément Frédéric, Walsh Kevin et Barker Graem (éd.), *Environmental Reconstruction in Mediterranean Landscape Archaeology*, Oxford, Oxbow Books (The Archaeology of Mediterranean Landscapes, 2), 1999, p. 207-210.

BUSANA Maria Stella, D'INCA Chiara et FORTI Silvia, « Olio e pesce in epoca romana nell'alto e medio Adriatico », dans Pesavento Mattioli Stefania et Carre Marie-Brigitte (éd.), *Olio e pesce in epoca romana : produzione e commercio nelle regioni dell'alto Adriatico : atti del convegno, Padova, 16 février 2007*, Rome, Quasar (Antenor quaderni, 15), 2009, p. 37-82.

CARRE Marie-Brigitte et AURIEMMA Rita, « Piscinae e vivaria nell'Adriatico settentrionale : tipologie e funzioni », dans Pesavento Mattioli Stefania et Carre Marie-Brigitte (éd.), *Olio e pesce in epoca romana : produzione e commercio nelle regioni dell'alto Adriatico : atti del convegno, Padova, 16 février 2007*, Rome, Quasar (Antenor quaderni, 15), 2009, p. 83-100.

DEGRASSI Attilio, « I porti romani dell'Istria », *Atti e Memorie Istria*, vol. V, 1957, p. 24-81.

FELICI Enrico, « Ricerche sulle tecniche costruttive dei romani. Note preliminari sul porto di Astura (LT) », *Journal of Ancient Topography*, vol. XVI, n° 2, 2007, p. 59-84.

GASPARI Andrej, POGLAJEN Sašo, ČERČE Peter, KARINJA Snježana et ERIČ Miran, « Rimski pristaniški objekt z ribogojnico v Fizinah pri Portorožu. Poročilo o raziskavah podmorskega najdišča v letih 2004 in 2005 (Roman Harbour Complex with Farm Fishing Infrastructure in Fizine Near Portorož. Report on the Research of the Underwater Site Undertaken in the Years 2004 and 2005) », *Annales. Series historia et sociologia*, vol. XVI, n° 2, 2006, p. 421-442.

GASPARI Andrej, VIDRIH-PERKO Verena, ŠTRAJHAR Metka et LAZAR Irena, « Antični pristaniški kompleks v Fizinah pri Portorožu – zaščitne raziskave leta 1998 (The Roman Port Complex at Fizine Near Portorož. Rescue Excavations in 1998) », *Arheološki vestnik*, n° 58, 2007, p. 167-218.

MATIJAŠIĆ Robert, « I porti dell'Istria e della Liburnia », dans Zaccaria Claudio (éd.), *Strutture portuali e rotte marittime nell'Adriatico di età romana*, Trieste / Rome, Centro di antichità altoadriatiche / École française de Rome (Antichità altoadriatiche, 46), 2001, p. 161-174.

MAURO Susanna, « Archeologia del paesaggiocostiero nell'alto Adriatico : il contributo della ricerca subacquea », thèse en archéologie, Trieste, université de Trieste, 2004-2005.

RADIĆ ROSSI Irena, « Recenti scoperte sottomarine nella Baia di Kastela », dans Auriemma Rita et Karinja Snježana (éd.), *Terre di mare : l'archeologia dei paesaggi costieri e le variazioni climatiche, atti del Convegno internazionale di studi, Trieste, 8, 9 et 10 novembre 2007*, Trieste / Piran, Università degli Studi / Pomorski musej – Museo del mare Sergej-Mašera, 2008, p. 285-298.

STOKIN Marko, GASPARI Andrej, KARINJA Snježana et ERIČ Miran, « Archaeological Research of Maritime Infrastructure of Roman Settlements on the Slovenian Coast in Istria (1993-2007) », dans Auriemma Rita et Karinja Snježana (éd.), *Terre di mare : l'archeologia dei paesaggi costieri e le variazioni climatiche, atti del Convegno internazionale di studi, Trieste, 8, 9 et 10 novembre 2007*, Trieste / Piran, Università degli Studi / Pomorski musej – Museo del mare Sergej-Mašera, 2008, p. 56-74.

TASSAUX Francis, « Fullonicae, huileries ou ateliers de salaisons ? Interrogations sur quelques sites istriens », dans Pesavento Mattioli Stefania et Carre Marie-Brigitte (éd.), *Olio e pesce in epoca romana : produzione e commercio nelle regioni dell'alto Adriatico : atti del convegno, Padova, 16 février 2007*, Rome, Quasar (Antenor quaderni, 15), 2009, p. 101-112.

Les paysages sous-marins passés et actuels

Alain COUTELLE

Professeur émérite en sciences de la terre, faculté des sciences
université de Bretagne occidentale, Brest

Extrait de : Jean-Pierre Gély (dir.), *Perceptions scientifiques du monde marin*, éd. électronique, Paris, Éd. du Comité des travaux historiques et scientifiques (Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques), 2012.

Cet article a été validé par le comité de lecture des Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques dans le cadre de la publication des actes du 135^e Congrès national des sociétés historiques et scientifiques tenu à Neuchâtel en 2010.

Résumé

L'affinement des méthodes acoustiques et les investigations directes, par robots ou engins habités, permettent de reconstituer des paysages sous-marins, comparables par leur ampleur et leur exactitude aux paysages aériens. Un segment de la marge nord du golfe de Gascogne et les fonds situés au sud de la ville de Nice serviront d'exemple pour illustrer ces possibilités récentes. Ces paysages peuvent servir d'élément de comparaison, voire de critique vis-à-vis des paysages anciens déduits de l'étude de roches, où la diagenèse a profondément modifié le sédiment originel.

Mots-clés

Golfe de Gascogne, Méditerranée occidentale, bathymétrie, réflectométrie, morphologie, éventail profond.

Abstract

Accurate processing of acoustic data as well as facts provided by manned or unmanned submersibles allow us to reconstitute submarine landscapes almost so realistic than the aerial equivalents. We illustrate this by the reconstruction of some aspects of the northern margin of the Bay of Biscay and canyons developed south of the city of Nice. These reconstructions may be able to serve for comparison and criticism of ancient landscapes elaborated from petrologic data where diagenesis have heavily modified the original sediment.

Keywords

Bay of Biscay, Western Mediterranean, bathymetry, reflectometry, morphology, deep-sea fan.

Selon mon *Petit Larousse d'écolier*, un paysage est « une étendue de pays qui présente une vue d'ensemble ». Dans ces conditions, parler de « paysage marin » ne vaudrait que pour ce qui se voit de la côte ou d'un bateau. Cela exclut, en effet, les paysages sous-marins qui

ne peuvent être que de « petits paysages » compte tenu de la très mauvaise pénétration de la lumière dans l'eau. Même si une eau très claire permet au plongeur de surface de voir jusqu'à quelques dizaines de mètres autour de lui, la vue d'ensemble lui échappera toujours. Plus définitivement encore, celui qui explore les profondeurs, malgré une débauche d'éclairages artificiels, doit se résigner à n'y voir guère mieux qu'un cycliste de nuit, un jour de pluie. Bref, il y a sûrement des paysages sous-marins, mais ils ne nous seront jamais directement visibles. En revanche, on peut les reconstituer. En effet, les nombreux moyens dont on dispose actuellement pour connaître le relief, la nature et l'étendue des fonds sous-marins sont d'une précision et d'un réalisme tels qu'il est possible de dessiner ces paysages invisibles avec un rendu du même ordre que celui des paysages aériens. En jouant sur les mots et en notant qu'un tableau peut s'appeler « paysage » sans que cela choque quiconque, on pourra donc appeler « paysage sous-marin » l'image d'une étendue de fonds marins qui présente une vue d'ensemble.

Je prendrai deux exemples pour illustrer ce propos. Le premier concerne la marge celtique, le second la marge niçoise.

La marge celtique

La marge celtique est le rebord du plateau continental situé à l'ouest du Finistère. C'est un segment de la marge nord du golfe de Gascogne. Cette marge a fait l'objet de nombreux levés bathymétriques rassemblés dans une synthèse due à Raymond Le Suavé, éditée en 2000 par l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer¹ et qui comprend :

- Une notice, due à Raymond Le Suavé, Jean-François Bourillet et Alain Coutelle ;
- Six cartes bathymétriques, réalisées par Alain Normand et Jean Pierre Mazé ;
- Deux cartes de réflectivité, réalisées par Éliane Le Drézen.

On notera que toutes les figures qui suivent sont extraites de cette publication, ce qui explique la mention occasionnelle de numéros de figures qui ne correspondent pas à celles du présent texte. La figure 1 localise la marge celtique dans l'ensemble des marges qui bordent le golfe de Gascogne.

1. R. Le Suavé (dir.), *Synthèse bathymétrique et imagerie acoustique : zone économique exclusive atlantique nord-est*.

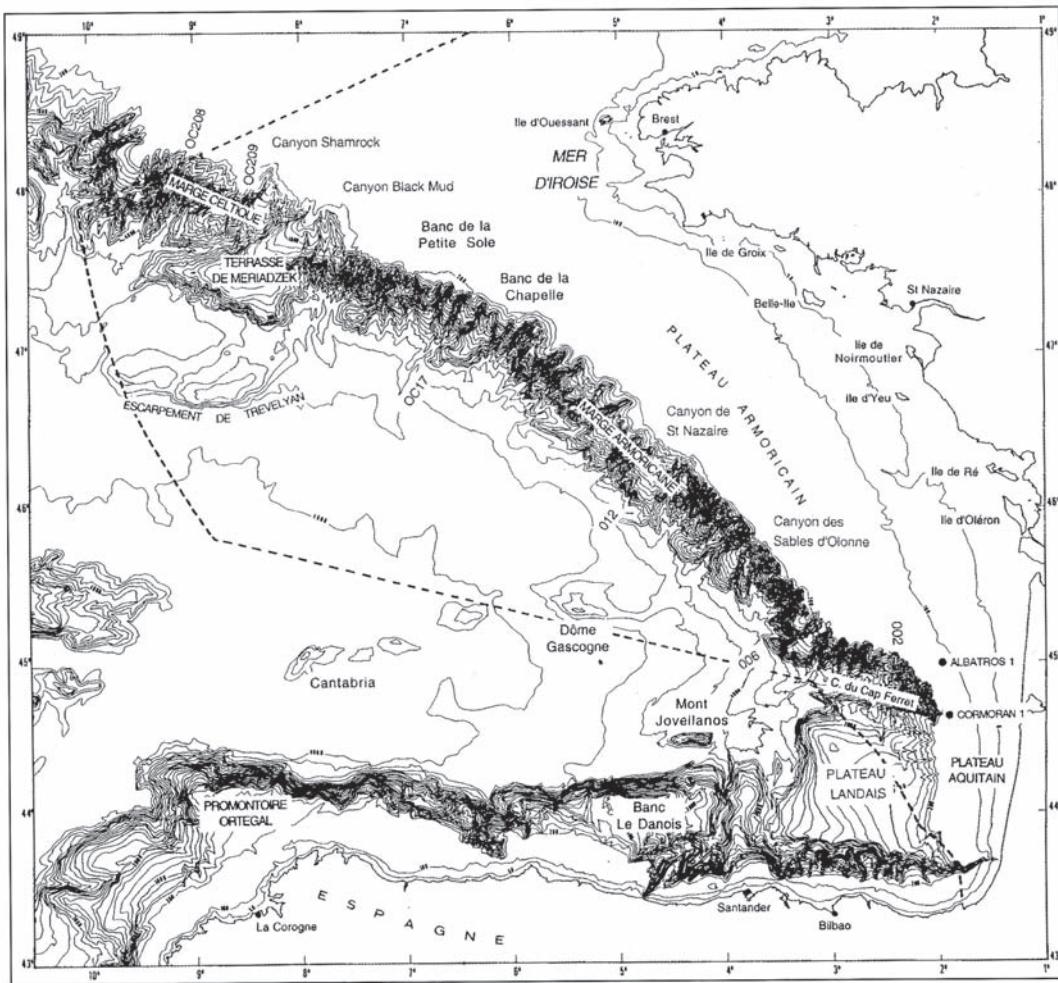


FIG. 1. – Carte bathymétrique générale du golfe de Gascogne, extraite de R. Le Suavé, J.-F. Bourillet et A. Coutelle, La Marge nord du golfe de Gascogne : connaissances générales et apport des nouvelles synthèses de données multifaisceaux, p. 9 (© Ifremer).

Pour dessiner un paysage sous-marin, il faut, au départ, disposer d'une bonne bathymétrie. Ce point est illustré par la figure 2. On remarque la finesse du rendu dû à la précision des leviers effectués au moyen des sondeurs acoustiques multifaisceaux. Par ailleurs, un usage modéré de la couleur – de plus en plus foncée à mesure que la profondeur croît –, la mise en valeur des talwegs des canyons et quelques habiletés de dessin, font que cette figuration est un document exact qui donne tout de suite une image très lisible du fond marin. On est loin des cartes marines du milieu du xx^e siècle, où des courbes trop espacées et indécises faisaient croire que les fonds marins étaient généralement mous, empâtés de vase et monotones. Malgré son aspect spectaculaire, on est en droit de préférer la carte de la figure 2 à la représentation en perspective, exagération verticale et couleurs vives de la figure 3.

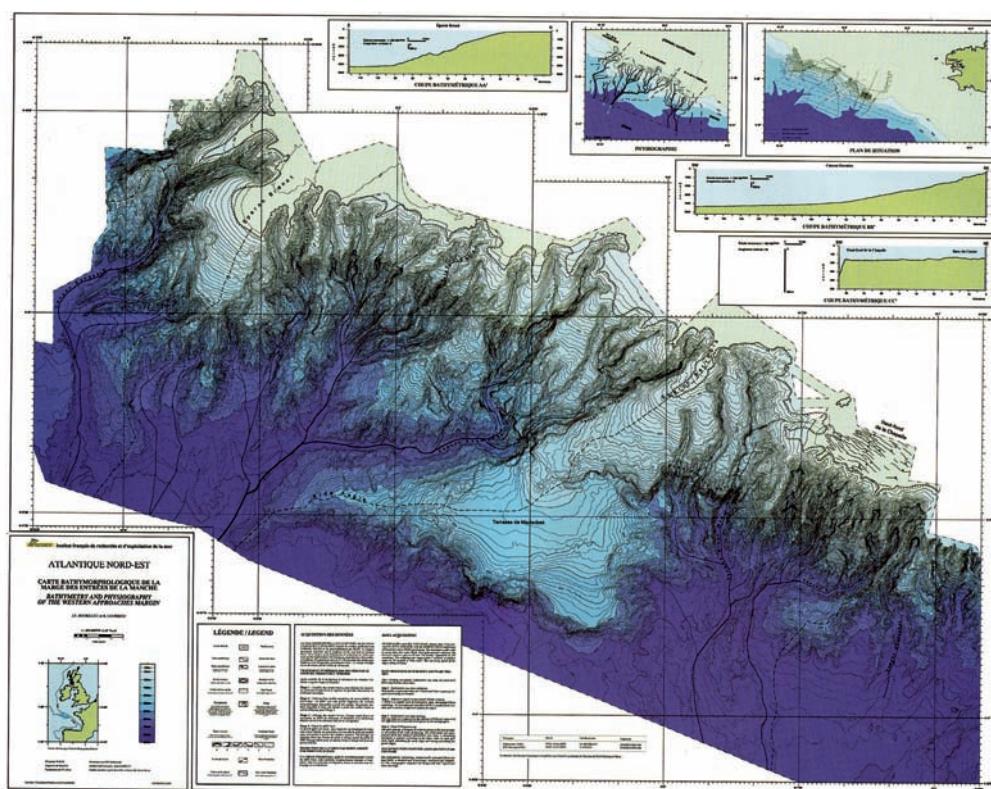


FIG. 2. – Carte bathymétrique de la marge des entrées de la Manche, extraite de R. Le Suavé, J.-F. Bourillet et A. Coutelle, La Marge nord du golfe de Gascogne..., p. 46 (© Ifremer).

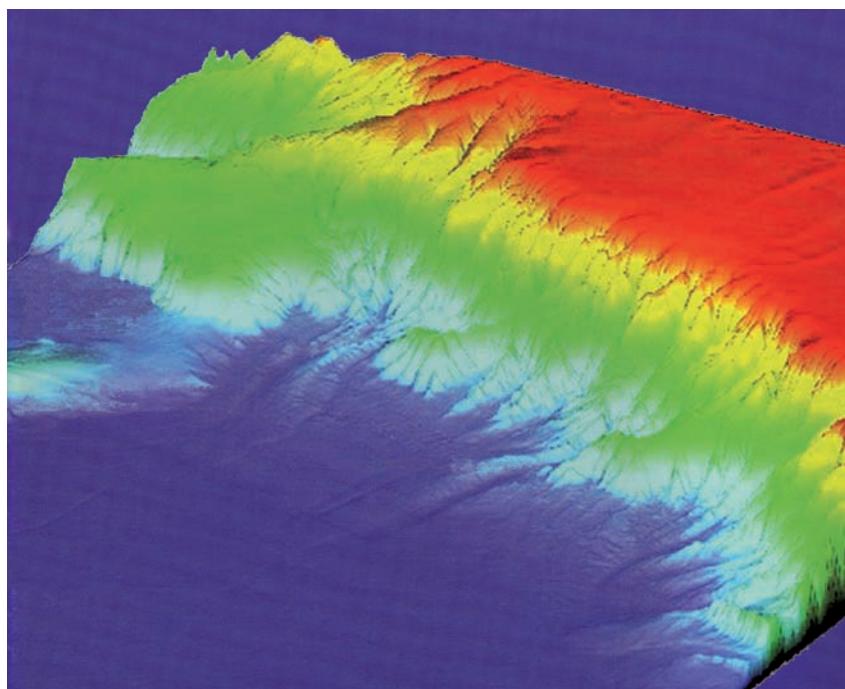


FIG. 3. – La marge celtique en couleurs vives, carte extraite de R. Le Suavé, J.-F. Bourillet et A. Coutelle, La Marge nord du golfe de Gascogne..., première de couverture (© Ifremer).

La figure 4 montre, au contraire, comment un usage modéré des possibilités de l'informatique fournit de la marge nord du golfe de Gascogne une vue « aérienne » analogue à celle que pourrait nous donner un satellite qui verrait au travers des eaux marines. On remarquera la qualité des ombrages et des éclairages, la finesse du tracé des écoulements sur la plaine abyssale, tout ceci résultant d'un travail sur l'image qui fait que le rendu final est très supérieur à ce que donnerait l'image d'un bloc-diagramme fait à partir de la seule bathymétrie. Cette carte, en effet, résulte de la compilation des données de profondeur et de celles de la réflectivité du fond. Cependant, l'échelle de ce bloc-diagramme et la position de l'observateur virtuel sont telles que l'on peut refuser à cette figure l'appellation de « paysage ». Il faudrait pour cela, être plus proche du motif.

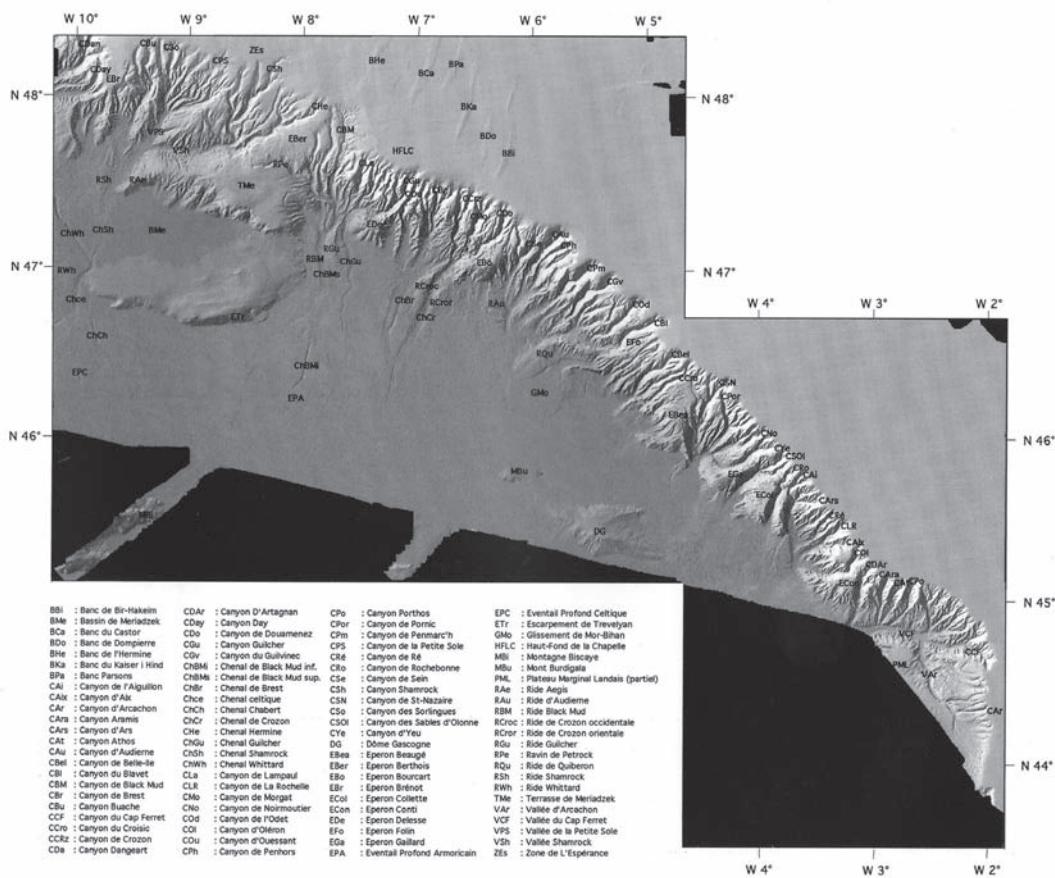


Fig. 4. — Morphologie d'une partie de la marge nord du golfe de Gascogne, extrait de R. Le Suavé, J.-F. Bourillet et A. Coutelle, La Marge nord du golfe de Gascogne..., p. 39 (© Ifremer).

C'est ce que propose la figure 5, qui montre un détail de la carte précédente. Elle est centrée sur l'éventail profond armoricain dont on discerne bien les différents bras. Les lits actifs se repèrent grâce à leurs alluvions sableuses, fortement réfléchissantes, qui apparaissent en gris plus foncé que les berges vaseuses les encadrant. On notera la présence, sur la gauche, des deux reliefs remarquables de la terrasse de Meriadzek (TMe) et de l'escarpement de Trevelian (ETr) qui dominent la plaine abyssale. Ces reliefs se repèrent aisément sur la carte d'ensemble de la figure 1. Les traces plus sombres rectilignes, qui parcourent les reliefs, indiquent l'écho de la bande de terrain, située à la verticale du sondeur, que le traitement informatique n'a pas effacé, car il est toujours utile d'avoir une indication de la route suivie par le navire sondeur.

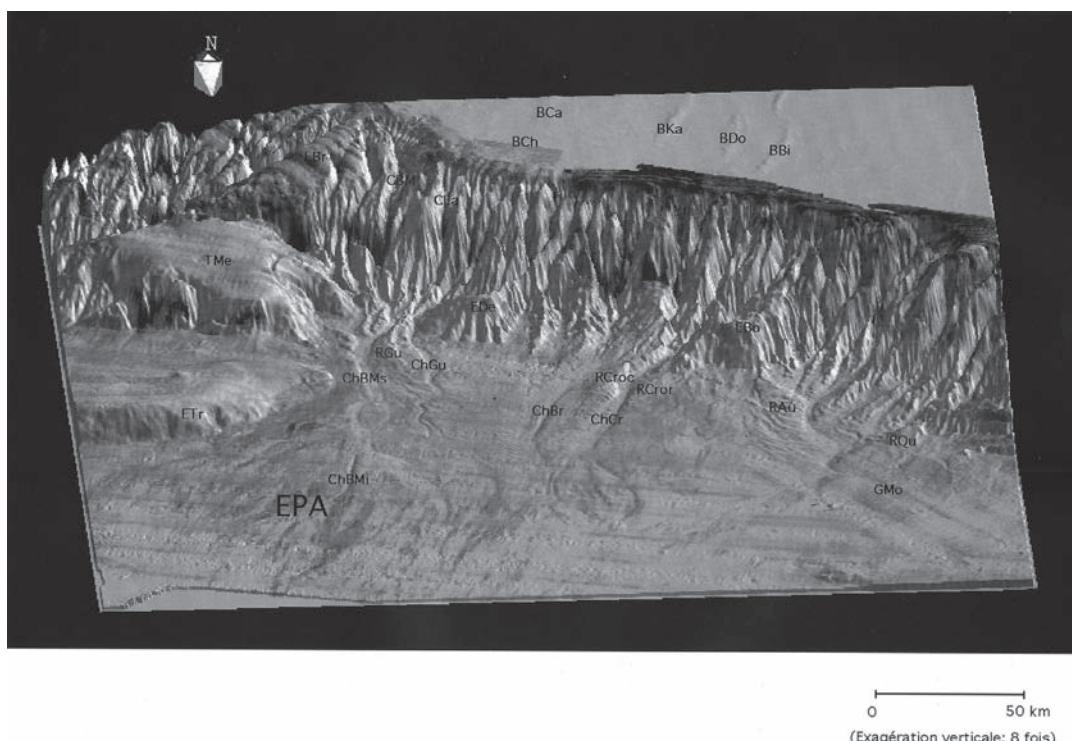


FIG. 5. – L'éventail profond armoricain dans son environnement, extrait de
R. Le Suavé, J.-F. Bourillet et A. Coutelle, La Marge nord du golfe de Gascogne..., p. 48 (© Ifremer).

La réflectivité habille, en quelque sorte, la bathymétrie. Un fond sableux, mais aussi rocheux, renvoie bien le signal, d'où son enregistrement en teintes sombres. Au contraire, un fond vaseux, qui absorbe une partie du signal, donnera un enregistrement clair. Ce n'est pas toujours aussi simple. Par exemple, l'existence d'ombres acoustiques, particulièrement dans les zones rocheuses, est souvent gênante ; de même, une couverture vaseuse peut ne pas être détectée si celle-ci recouvre des sédiments grossiers faiblement enfouis. Il n'empêche que cette donnée complémentaire est précieuse pour le repérage de certains détails topographiques (petites corniches, terrasses, petits ravinements) qui passeraient inaperçus si on ne se référait qu'à la seule donnée de profondeur. Dans le cas des fonds de talwegs, la mesure de réflectivité fournit une indication sur leur emplacement exact, le niveau et l'âge de leur activité.

Ces points sont illustrés par la figure 6, extraite d'une carte de réflectivité. On y reconnaît l'image du rebord méridional de la terrasse de Meriadzek, où l'aspect de falaise, très ombré, avec à son pied un glacis ébouleux, est particulièrement bien visible. Sur la gauche, on reconnaît les sinuosités du fond du canyon Shamrock, dont l'aspect confus interdit une interprétation directe, c'est-à-dire sans le support de la bathymétrie. La figure 7, qui représente une région située à l'est de celle de la figure 6, est plus lisible. Elle montre bien l'apparence complexe, en multiples tresses, des distributaires de l'éventail profond armoricain. Les données bathymétriques modernes permettent de se retrouver dans ce dédale, mais avec quelques incertitudes en raison de la faiblesse des reliefs. Cependant, en corrélant la bathymétrie, la cartographie réflectométrique et les profils au sondeur à sédiments (sondeur 3,5 kHz), ces ambiguïtés ont pu être levées et il a pu être dressé une cartographie sédimentologique et morphologique précise de ce delta sous-marin qui, en raison de sa platitude, ne figurait sur aucune des cartes antérieures.

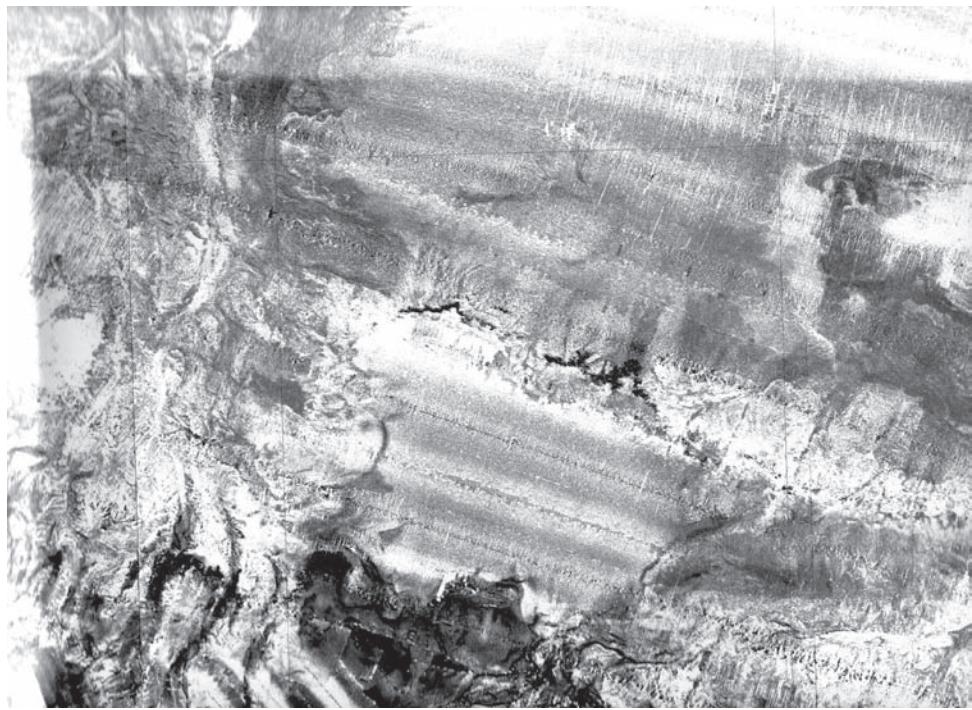


FIG. 6. – Carte de réflectivité d'une partie de la terrasse de Meriadzek, extraite de É. Le Drézen,
« Atlantique nord-est, deux cartes de réflectivité au 500 000^e » (© Ifremer).



FIG. 7. – Carte de réflectivité de l'éventail profond armoricain, extraite de É. Le Drézen,
« Atlantique nord-est, deux cartes de réflectivité au 500 000^e » (© Ifremer).

La figure 8 donne une image très appauvrie de ce qui a pu être dessiné par Éric Houlgatte, qui fut chargé de ce travail et dont la cartographie est à ce jour inédite². On remarquera les distributaires actifs aux lits dégagés en amont, bien nets entre leurs rives abruptes (figurées en peigne) et au lit aval encombré d'épandages sableux (en rayures horizontales). On observera de même les rides de vase parallèles à la pente et les curieuses, et inexpliquées, terminaisons amont en cuillère de certains écoulements qui s'étalent largement en profondeur.

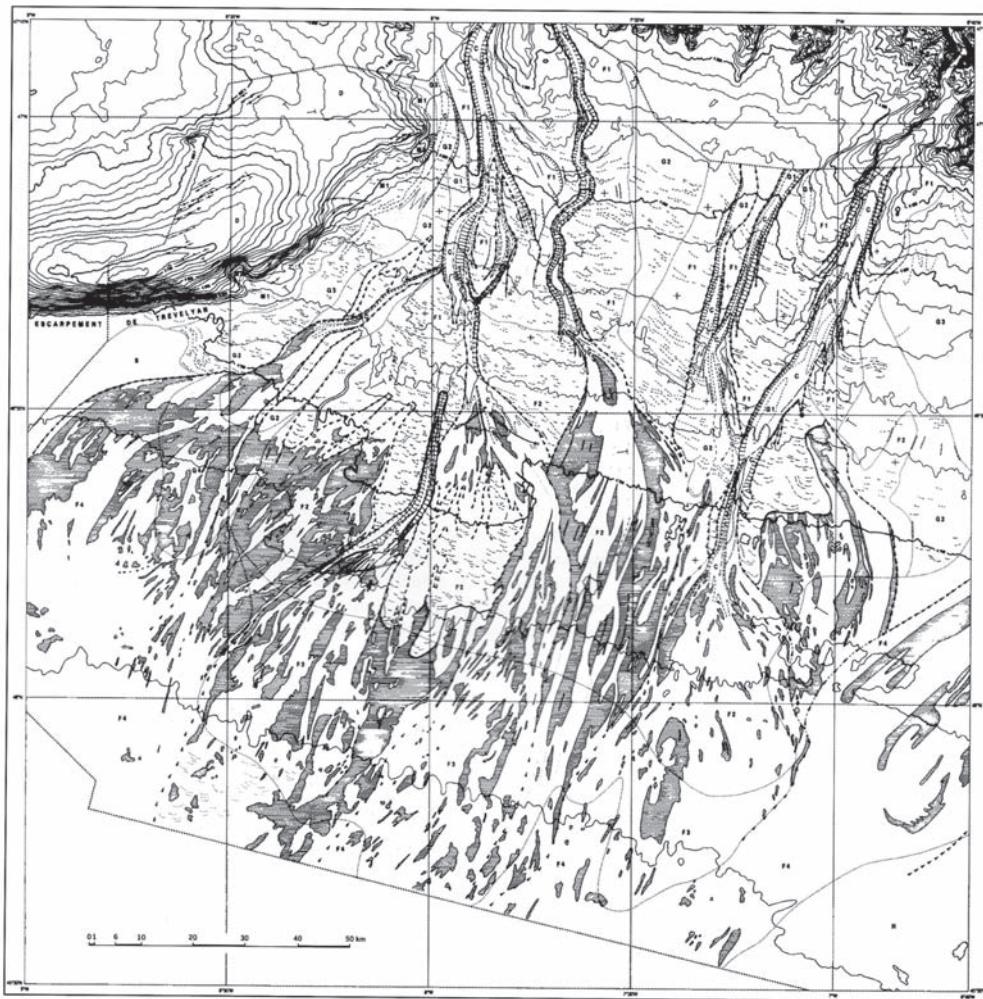


FIG. 8. – Carte morpho-sédimentaire de l'éventail profond armoricain, extraite de R. Le Suavé, J.-F. Bourillet et A. Coutelle, La Marge nord du golfe de Gascogne..., p. 18 (© Ifremer).

Il serait donc maintenant possible de dessiner un véritable paysage sous-marin représentant l'éventail profond celtique vu d'en haut, avec non seulement le relief d'ensemble mais aussi les multiples petits reliefs linéaires engendrés par les écoulements divagants des eaux de fond turbides. Un habile coloriage pourrait, en prime, suggérer la nature du fond. Cela reste à faire et, pour l'instant, ce paysage est demeuré à l'état du squelette de la figure 8 qui, comparable à un dessin au trait, est cependant très parlant pour un professionnel.

2. Voir A. Coutelle et É. Houlgate, « La sédimentation ancienne et actuelle sur la marge Nord-Gascogne ».

La marge niçoise

Les levers récents effectués au sud de Nice ont été entrepris dans le même cadre que ceux de la marge nord du golfe de Gascogne. Ils se sont ajoutés à des prospections plus anciennes, effectuées en relation avec les glissements de terrain survenus le 9 septembre 1979, lors des travaux d'agrandissement de l'aéroport. Cet effondrement, suivi d'un raz de marée compensateur, avait entraîné la mort de onze personnes et de gros dégâts matériels. Les données cartographiques sur cette région sont donc de bonne qualité et à toutes échelles, du 200 000^e publiée en 1986 par Jean-Pierre Mazé, Guy Pautot et Jean-Pierre Rehault³, au 25 000^e par Guy Pautot, Serge Monti et Daniel Carré en 1981⁴. Des campagnes de levers acoustiques avec le sondeur latéral *Sar* (campagne SAME 1) et de plongées avec le sous-marin *Cyana* (campagne SAME 2, à laquelle j'ai participé en novembre-décembre 1986) ont fourni de nombreux détails concrets sur la nature des fonds, leurs habitants, leur dynamique actuelle, l'empreinte des activités humaines, etc. Ces études complémentaires sont indispensables, car, même très précise, la bathymétrie ne donne pas une image exacte de la nature et de l'apparence du fond. Il y a fatallement un effet de lissage des rugosités métriques et des aspérités localisées. Les levers au *Sar* combinent cette lacune, comme le montreront les figures 11 à 14.

La figure 9 situe la région dans l'ensemble de la côte méditerranéenne française. On remarque, entre Nice et Fréjus, et au-delà jusqu'à Albenga, la présence d'un vaste talus continental qu'entailent les cours sous-marins des principales rivières littorales. La figure 10 détaille le secteur niçois, repéré sur la carte par l'embouchure du Var et le Cap Ferrat. Sur la carte, on discerne, que le Var et le Paillon (la rivière qui traverse la ville de Nice) ont formé une sorte de bassin de réception apparemment entaillé dans un talus pré-existant. Vers le sud, les différents canyons littoraux convergent pour ne former qu'une large vallée à fond plat, qui progressivement s'incurve vers l'est et semble brutalement se défaire pour laisser la place à un écoulement moins organisé qui, du nord au sud, se dirige vers la plaine abyssale. Cette partie du cours profond du Var semble s'appuyer sur un chapelet de petits reliefs alignés nord-nord-est/sud-sud-ouest. Il s'agit de diapirs liés à des remontées de sel messinien et dont la venue récente est peut-être à l'origine du changement de cap du Var abyssal.

3. J.-P. Mazé, G. Pautot et J.-P. Rehault, *Carte bathymétrique du bassin liguro-provençal*, 1/200 000.

4. G. Pautot, S. Monti et D. Carré, *Carte bathymétrique de la Baie des Anges*, Nice-Côte d'Azur, 1/25 000.

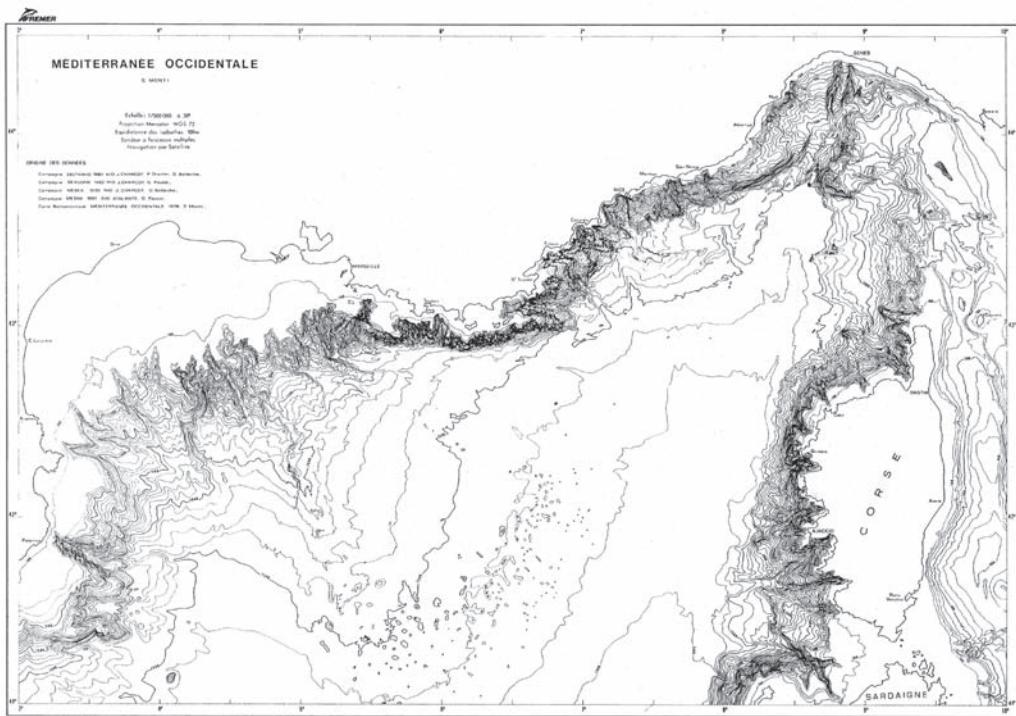


FIG. 9. – Carte bathymétrique du Nord de la Méditerranée occidentale, extraite de S. Monti, Méditerranée occidentale, 1/500 000 (© Ifremer).

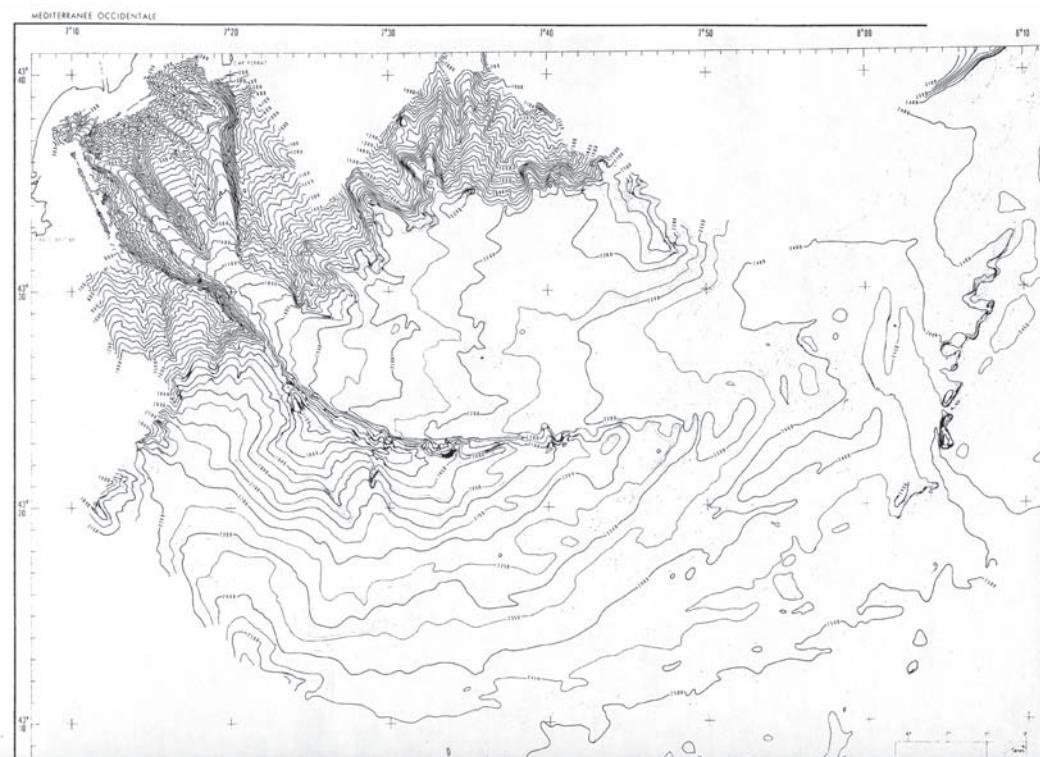


FIG. 10. – Carte bathymétrique des abords de la région niçoise, extraite de D. Carré, J.-P. Mazé et S. Monti, Carte bathymétrique Seadôme-Seanice, 1982 (© Ifremer).

La figure 11 montre deux enregistrements adjacents obtenus grâce au *Sar* (campagne SAME 1). Celui de gauche correspond à un trait de sondeur effectué en suivant un parcours à mi-pente du flanc d'un canyon. Il recoupe une suite de ravines plus ou moins perpendiculaires à la route et qui se suivent assez bien sur la bathymétrie traditionnelle, mais ce qui ne se voyait pas du tout, ce sont les sous-ravines incisant les flancs des ravines principales. Ceci est particulièrement net en haut et à gauche de la figure. À noter que la partie droite de l'enregistrement est visiblement brouillée. Ceci se comprend car, là, le sondeur « éclaire » une zone en pente descendante, ce qui est particulièrement défavorable à la bonne réception des échos sonores.

La majeure partie de l'enregistrement de droite concerne un fond de canyon qui apparaît accidenté de rides dissymétriques, dont la pente la plus courte et la plus raide est tournée vers l'aval (attention, pour bien lire ce document, il faut se rappeler que, sur ces enregistrements, l'ombre apparaît en clair et les parties « éclairées » en sombre). Elles sont donc liées aux écoulements qui parcourent le canyon. Là encore, ces objets sédimentaires ne pouvaient être reconnus sur les cartes bathymétriques, même détaillées. On remarque que les ravines ne se raccordent pas directement aux flancs du canyon et qu'il existe une zone intermédiaire apparemment peu accidentée et formée de couches horizontales, comme une terrasse en bordure du canyon.

La figure 12 montre que ce n'est pas systématique et que le contact entre les ravines des flancs de canyon et le remplissage du fond peut être brutal. L'enregistrement du haut se lit verticalement. Les bandes onduleuses isolées situent à peu près le *Sar*. En dessous, il s'agit d'une image bathymétrique ordinaire donnée par le sondeur vertical de l'engin.

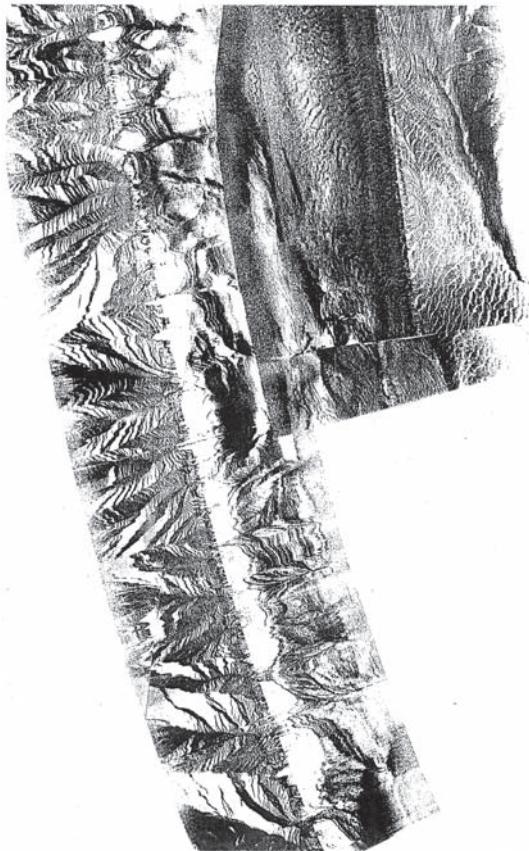


FIG. 11. – Une crête et un chenal d'après un enregistrement au sonar latéral, campagne Ifremer (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer), Same 2, 24 novembre-14 décembre 1982, documents du bord, inédits (© Ifremer).

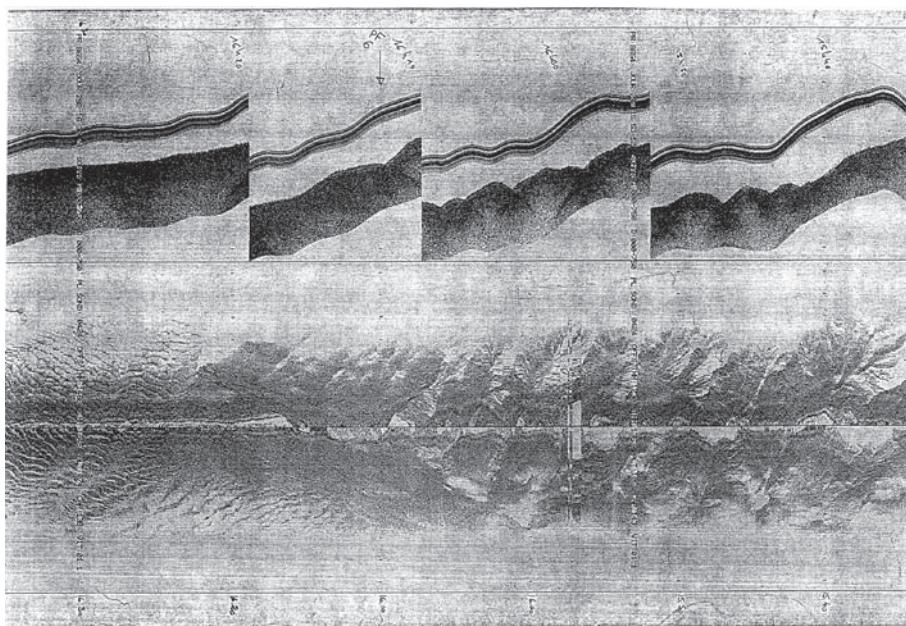


FIG. 12. – Contact rapproché entre une crête et un chenal d'après un enregistrement au sonar latéral, campagne Ifremer Same 2 (© Ifremer).

La figure 13 correspond à un trait presque entièrement effectué dans le lit d'un canyon. Les rides se voient très bien, non seulement sur l'enregistrement latéral mais également sur le vertical. On note que ces rides ne sont pas symétriques et que la pente la plus raide est aussi la plus courte et qu'elle regarde vers l'aval. Il s'agit donc de rides de courant. En haut à droite, on voit sur l'enregistrement latéral une petite corniche composée de couches horizontales et qui forme bien une petite terrasse en bordure du lit principal du canyon.

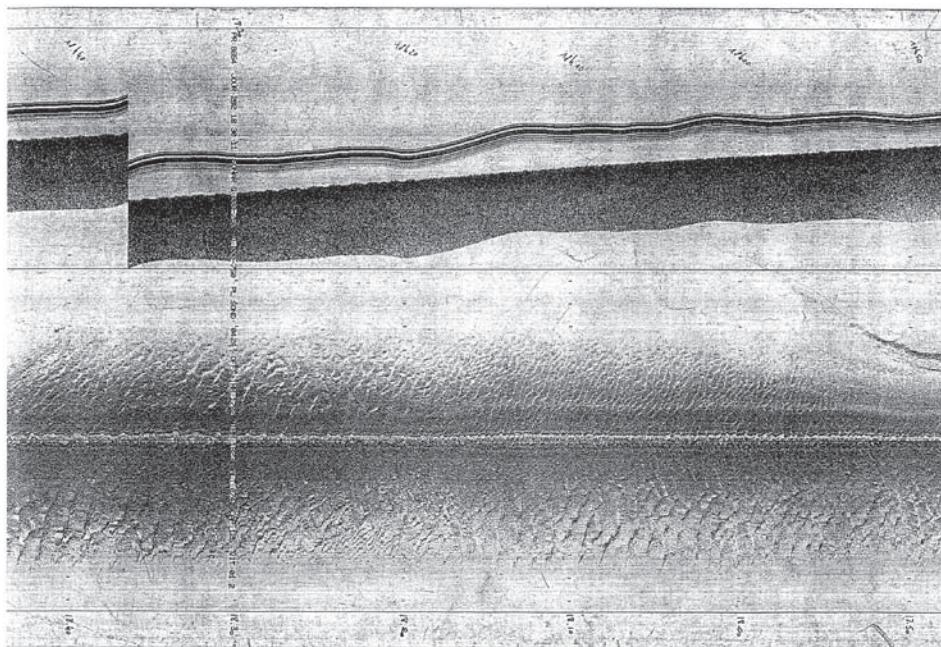


FIG. 13. – Un chenal et une terrasse d'après un enregistrement au sonar latéral, campagne Ifremer Same 2 (© Ifremer).

La figure 14 illustre le survol d'un flanc de canyon où apparaissent des couches horizontales en même temps que les ombrages liés aux ravinements eux-mêmes. Ceci correspond bien à l'impression donnée par l'allure d'ensemble de cette marge, qui suggère que les canyons entaillent un talus préexistant. La partie inférieure et droite de l'enregistrement présente l'apparence habituelle des fonds de canyons avec les rides de courant perpendiculaires au sens de l'écoulement.

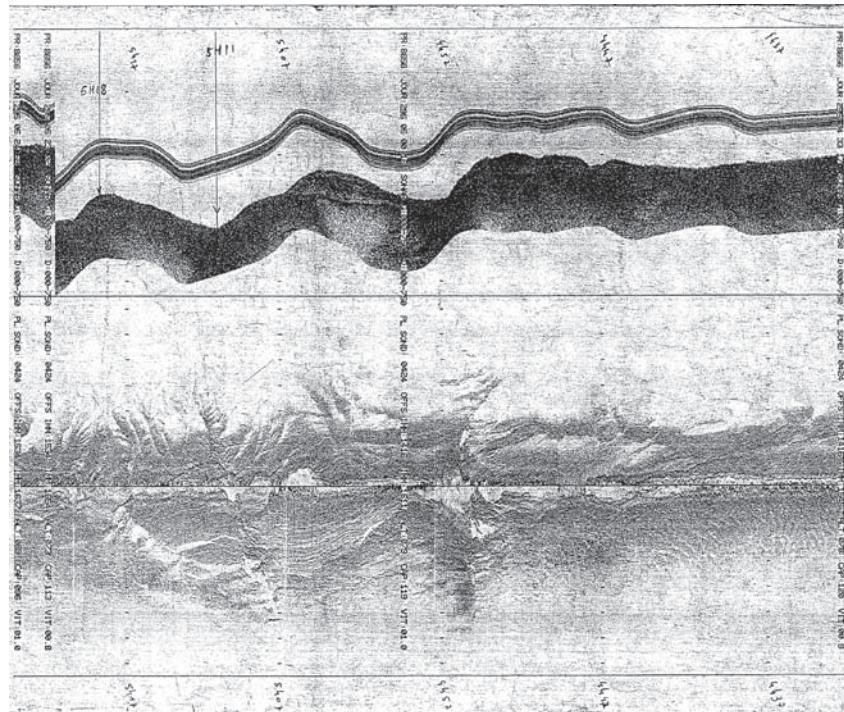


FIG. 14. – Une crête avec indice de couches horizontales d'après un enregistrement au sonar latéral, campagne Ifremer Same 2 (© Ifremer).

Ces figures montrent comment les leviers au sonar latéral complètent et précisent la connaissance des fonds. Ainsi, les rides de courant si caractéristiques du fond de ces canyons n'apparaissent sur aucune carte bathymétrique, même au 25 000^e. De même, l'apparence densément sculptée des ravines des flancs de vallée est une découverte, comme la possibilité que ces flancs soient formés par des couches horizontales probablement déposées dans un contexte sédimentaire qui n'est pas l'actuel. Ceci est dû, d'une part, à la grande précision du sonar latéral, puisque, en principe, un pixel de l'image obtenue correspond à une surface de 25 centimètres de côté et, d'autre part, au fait que la couverture est continue. Par ailleurs, on ne peut cacher que l'analyse des enregistrements n'est pas simple, que certaines ambiguïtés ne peuvent être levées (telle tache sombre est-elle une ombre ou une surface fortement réfléchissante ?) et que, par moments, les effets de pente et d'échos parasites rendent l'enregistrement ininterprétable.

Comme cela est dit plus haut, cette région a fait aussi l'objet d'une campagne de plongées au moyen de l'engin *Cyana* (campagne SAME 2). Bien entendu, la surface étudiée par les observateurs embarqués est toute petite par rapport à celle couverte par la bathymétrie et le sondage latéral, mais un choix judicieux des lieux à aller voir de près permet de procéder à une sorte d'étalonnage des données indirectes, et donc d'étendre ces interprétations localisées.

Par exemple, la figure 15, montre une vue de la surface d'une crête en pente douce avec son recouvrement de vase fortement remanié par la faune endogée, comme le montrent les trous, les bosses et les creux qui accidentent la vase. Les deux photographies suivantes tracent le portrait de deux poissons communs en ces lieux et qui ne se trouvent qu'à grande profondeur : le bathypterois (fig. 16) aveugle, posé sur ses nageoires pelviennes et sa queue, avec ses nageoires antérieures transformées en antennes bifides, et la chimère (fig. 17), qui est au contraire mobile et pourvue de grands yeux brillants.

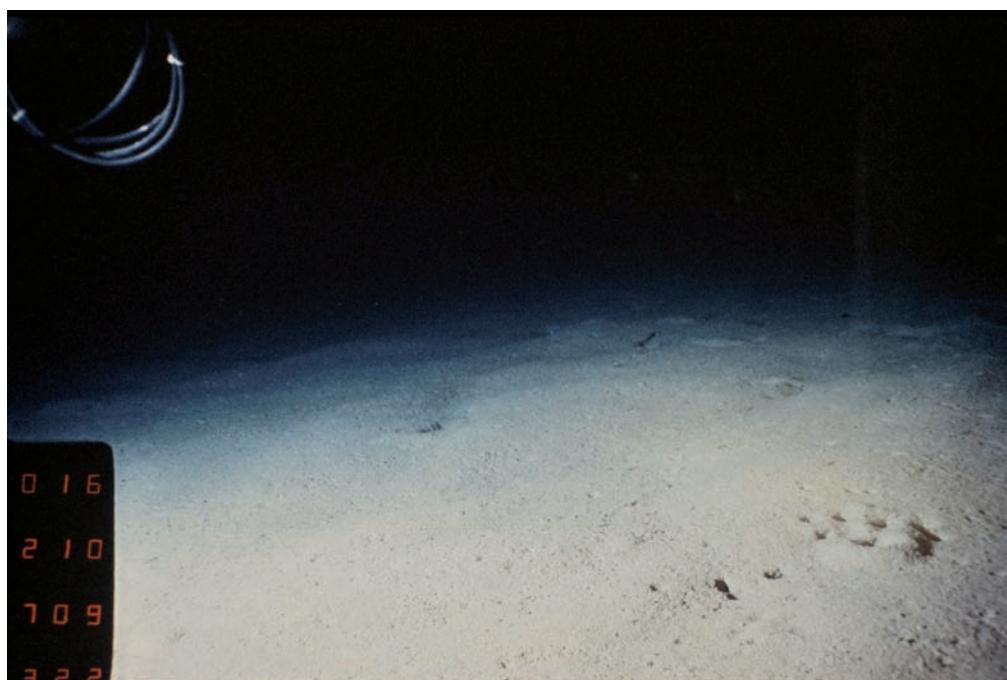


FIG. 15. – Un sommet de crête, campagne Ifremer Same 2 (© Ifremer).

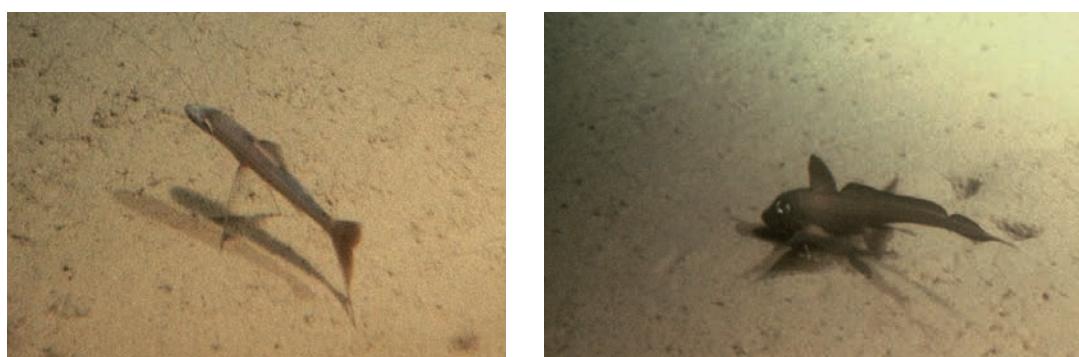


FIG. 16 et 17. – À gauche : un bathypterois attend sa proie, à droite : une chimère, campagne Ifremer Same 2 (© Ifremer).

Cette vue (fig. 18) d'un bord de ravine est particulièrement intéressante. On voit d'abord, de profil, une pente à 45 degrés empâtée de vase actuelle qui tronque une série sédimentaire formée de fines couches sub-horizontales, visibles, face à l'observateur, sur une paroi presque verticale où se cramponne un crabe. Cette paroi s'effrite doucement et accumule à son pied un talus ébouleux. Assez rapidement, le crabe s'est réfugié dans une fissure que l'on repère non loin de lui. Pour essayer de le capturer, le pilote a planté la pince

de la *Cyana* dans la paroi, déclenchant une petite avalanche qui a permis de constater la fragilité de l'ensemble. En fait, ces fines strates sont formées par une vase à peine plus consolidée que la vase actuelle. C'est d'ailleurs la situation générale. À part un pointement du substratum miocène qui, lui, était consolidé, les flancs des canyons sont formés par des sédiments encore gorgés d'eau. Il en va de même des couches horizontales en bancs décimétriques à pluridécimétriques repérés au sonar latéral et dont la figure 19 donne une image. Une plus ou moins grande mollesse de ces couches soumises à érosion par les courants locaux explique leur disposition en escalier, tandis que la décantation dépose des placages de vase récente sur les saillants des bancs plus résistants.



FIG. 18. – Croisement de ravines avec crabe, campagne Ifremer Same 2 (© Ifremer).



FIG. 19. – Couches de vase en escalier, campagne Ifremer Same 2 (© Ifremer).

Prise en remontant un fond de canyon envasé, cette vue (fig. 20) qui montre le rebord d'une terrasse confirme les observations faites au *Sar*. Il s'agit bien de couches horizontales fines, très probablement liées à la décantation.

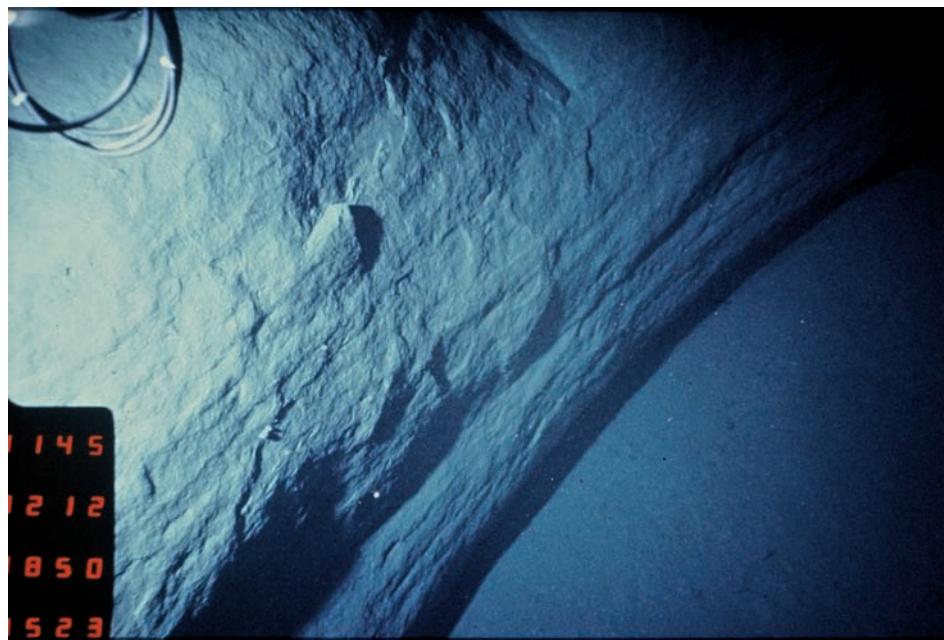


FIG. 20. – Fond de chenal et base de terrasse, campagne Ifremer Same 2 (© Ifremer).

Cette vue (fig. 21) au champ trop restreint est celle du sommet d'une ride de courant de fond de canyon. Le drapage vaseux dissimule la nature exacte de la ride. La surface de la vase est accidentée des habituels trous, bosses et autres traces d'activité biologique. Cependant, toutes les bosses ne sont peut-être pas d'origine animale. En effet, sur cette photographie d'une autre ride (fig. 22), le recouvrement de vase plus mince laisse apparaître des galets alignés comme on les voit dans les cordons de galets littoraux. À noter que ces galets, ici de quelques centimètres de long, peuvent être beaucoup plus gros, jusqu'à une trentaine de centimètres pour certains. Chaque fois que l'on a réussi à dégager la vase sur les sommets de rides, des galets sont apparus. La formation de ces rides de galets est certainement récente, mais pas actuelle.



FIG. 21. – Sommet envasé d'une ride de galets, campagne Ifremer Same 2 (© Ifremer).



FIG. 22. – Ride de galets avec galets apparents, campagne Ifremer Same 2 (© Ifremer).

D'une façon très modeste, la figure 23 montre une tentative de dessin paysager au trait, de la zone de prospection de l'engin *Cyana* où ont été prises les vues qui viennent d'être commentées. On y reconnaît la zone de confluence des canyons du Var et du Paillon,

qui fait à peu près 7 kilomètres de large, les terrasses latérales, les versants ravinés et l'étonnante succession des rides de galets qui occupent tout le fond des canyons. S'il n'y avait pas d'eau, c'est ce spectacle que le voyageur pourrait voir en venant du sud, avant de se poser sur l'aéroport de Nice-Côte d'Azur. Sur ce dessin, figure en plus, au premier plan, une coupe géologique des versants et du fond du canyon, qui illustre les rapports géométriques entre les différentes formations sédimentaires reconnues lors des plongées. N'oublions pas que ces explorations successives avaient comme but la connaissance de la géologie de la baie. Cette image paysagère est une première étape. Ensuite, de proche en proche et de plus en plus « près » en quelque sorte, il serait possible de dessiner le détail des rides de courant, des terrasses alluviales, des ravines, etc. Ce ne sont pas les données qui manquent et l'exigence du dessin amènerait ceux qui se livreraient à cet exercice à affiner tel ou tel point de détail, enregistré, certes, mais non intégré dans l'analyse. Ainsi, le soin « artistique » mis à confectionner un paysage invisible pourrait déboucher sur une amélioration de la connaissance scientifique de l'objet étudié. Nous allons en voir un exemple plus loin.



FIG. 23. – Schéma panoramique des fonds de la baie des Anges (© A. Coutelle).

Paysages sous-marins actuels et paysages géologiques

Les « vues d'artistes » dont sont remplies les pages des ouvrages de vulgarisation astronomique ont habitué le lecteur à ce type de reconstitution paysagère, inspirée par des données scientifiques mais plus ou moins largement interprétée par les « artistes » en question. Dans un genre voisin chacun connaît ces représentations de paysages, ou ces films, qui reconstituent le temps des dinosaures avec un « réalisme » surprenant. Dans tous ces cas, la logique du dessin ou de l'animation amène à poser des questions ou même oblige à des choix que le paléontologue et l'astronome n'auraient pas envisagés autre-

ment. Il en va de même pour les géologues marins, dont les reconstitutions peuvent poser problème au géologue de l'ancien.

Les paysages révélés par les levers sur la marge celtique ne sont pas source de grandes interrogations, à part le fait, bien montré par les cartes de réflectivité, que les reliefs sous-marins peuvent être aussi vigoureux que ceux qui se trouvent à l'air libre, mais il s'agit là d'un point bien reconnu depuis que les sondeurs disposent de faisceaux étroits.

Les observations faites sur la marge niçoise, en revanche, posent question. On a vu que les explorations avec la *Cyana* ont montré que les reliefs développés au-dessus de canyons étaient constitués de matériel non consolidé présentant une étonnante morphologie analogue aux « *bad lands* » des régions semi-désertiques. Compte tenu de la faible résistance des couches qui forment ces reliefs, on peut admettre que la dissolution, l'agitation marine, les courants gravitaires et littoraux sont suffisants pour engendrer de telles formes d'érosions, d'autant que la forte pente frontale du delta et l'ampleur du dénivelé (l'isobathe des 2 000 mètres est à seulement 18 kilomètres de la côte) peuvent contribuer à renforcer les écoulements. Dans ce contexte morphologique, on comprend aussi très bien comment les avalanches, glissements de terrain, courants turbides engendrés par les surcharges sédimentaires, tremblements de terre et inondations subies par le delta aérien du Var peuvent se trouver canalisés par ces reliefs et constituer ainsi un vaste chenal encombré de rides de courant à matériel détritique grossier emprunté audit delta.

Pour un géologue, il est clair que ces faits, bien visibles actuellement, tant que le matériel sédimentaire est encore mou et gorgé d'eau, ne le seront presque plus après diagénèse, c'est-à-dire l'action banale qui fait passer du sédiment à la roche. Après quoi, la vase devenue roche ne mesurerait que le dixième de son épaisseur primitive, les reliefs auraient disparu et, au contraire, les couches à rides de galets formeraient un bloc épais plus haut que les marnes environnantes. Le paysage, associé aux dépôts, ne serait plus lisible. Il en va certainement de même de bien des séries géologiques dont la diagénèse a tellement modifié les épaisseurs, que le contexte morphologique de leur formation est devenu indéchiffrable.

Un autre point devrait poser problème aux hypothétiques géologues du futur : ce sont les fossiles. On a vu que la vie marine était abondante, mais les vers, les crabes, les poissons se conserveront mal, d'autant que leur encaissant sera très déformé, alors que les canettes de bière, les pneus, les fûts métalliques, les débris de constructions pourraient mieux résister. Comment savoir, avec de tels faits contradictoires, que la roche qu'ils examinent provient d'un sédiment déposé sous 2 000 mètres d'eau ? Une question assez semblable s'est d'ailleurs posée aux géologues niçois. Il était entendu que les accumulations de galets sur lesquels est bâtie une partie de la ville de Nice étaient la trace d'un ancien delta du Var, jusqu'au moment où France Irr, dans le cadre de sa thèse parue en 1984, a eu l'idée de chercher des microfossiles entre les galets et qu'il a pu montrer qu'il s'agissait en fait de dépôts profonds de fond de fjord⁵. Cela donne à espérer.

En ce qui concerne les rides de galets, le problème est inverse. Hors de tout contexte, on admettrait que de telles formes pourraient correspondre aux cordons littoraux successifs d'une mer en rapide recul ou à des dépôts de débâcle après rupture d'un barrage naturel. Cependant, si tout ceci peut se comprendre à l'air libre quand la force des courants aquatiques peut s'exprimer sans entraves, comment imaginer que cela puisse se produire sous une telle épaisseur d'eau ? Le glissement de terrain du 11 septembre 1979 qui a engendré un courant de turbidité dont les plongées ont permis de repérer certains points de passage, n'a charrié, en profondeur, que du matériel fin. Si l'on veut expliquer ces trains de rides, il faut imaginer un processus beaucoup plus énergétique, analogue à ce que pourrait provoquer l'effondrement soudain d'une grande partie du delta, sous l'effet d'un fort tremble-

5. F. Irr, « Paléoenvironnements et évolution géodynamique néogènes et quaternaires de la bordure nord du bassin méditerranéen occidental : un système de pente et de paléo-marge liguro-provençale ».

ment de terre, par exemple. On obtiendrait ainsi un vaste écoulement plat, indispensable pour conserver une forte énergie loin de la source du phénomène, mais turbulent et non laminaire, pour pouvoir disposer les galets en rides et non en couches. Si l'on en juge par ce qu'il s'est passé à Nice en 1979, nul doute qu'une telle catastrophe ait été accompagnée d'un puissant raz de marée dont les traces devraient pouvoir se repérer compte tenu de l'aspect récent du dépôt, relativement peu envasé.

Les paysages sous-marins observables directement ne peuvent être que de petits paysages compte tenu de la faible pénétration de la lumière dans l'eau. Cependant, les moyens modernes de sondage acoustique, convenablement étalonnés par des observations directes par submersibles, permettent de reconstituer des paysages aussi vastes que les paysages aériens et qui ne soient pas de simples sous-produits informatiques de cartes bathymétriques.

L'établissement de tels paysages aussi précis que possible peut fournir aux géologues des éléments de comparaison et de critique pour la reconstitution des anciens environnements, en particulier parce qu'ils renseignent sur ce qui est souvent difficile à évaluer dans les séries anciennes : l'épaisseur des sédiments, la hauteur de la tranche d'eau, la distance au continent.

Cette démarche devrait permettre de réfléchir à la pertinence de certaines reconstitutions paléogéographiques. Par exemple, la monotonie supposée des fonds océaniques s'accordait bien avec la monotonie des séries de plates-formes du Mésozoïque. Maintenant que l'on connaît mieux le fond des mers, la question n'est plus aussi évidente. Par exemple encore, beaucoup de séries marneuses se présentent en épaisses formations feuilletées. Il a paru normal d'imaginer qu'elles se sont déposées à plat sur de longues distances, alors que, comme on l'a vu, des marnes avant compaction peuvent présenter des reliefs vigoureux.

Nombre de reconstitutions paléogéographiques alpines se réduisent au rangement, selon un ordre vraisemblable, d'unités sédimentaires séparées par des chevauchements. La difficulté est que la nature maintenant mieux connue apparaît, parfois, bien peu « vraisemblable », comme le montrent les rides de galets du fond du canyon du Var ou l'observation des futurs fossiles de la baie des Anges qui mélangent poissons bathyaux et canettes de bière. Ou encore, le simple fait que des milieux profonds puissent se trouver tout près de la côte. Pendant la campagne de plongées, cette proximité s'est manifestée d'une manière frappante par le fait que, en faisant surface après avoir remonté 1 500 mètres d'eau, on pouvait voir briller, dans la lumière du soir, les lampadaires de la promenade des Anglais. Le progrès des connaissances océanographiques relance donc les questions de l'« actualisme » et de l'infidélité intrinsèque du « message sédimentaire » transmis par les roches.

Bibliographie

- CARRÉ Daniel, MAZÉ Jean-Pierre et MONTI Serge, *Carte bathymétrique Seadôme-Seanice*, cartographie 3GM, Éd. du Centre national pour l'exploitation des océans, 1982.
- COUTELLE Alain et HOULGATTE Éric, « La sédimentation ancienne et actuelle sur la marge Nord-Gascogne », contrat Ifremer (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer) n° 98 2 410085, 1999, inédit.

IRR FRANCE, « Paléoenvironnements et évolution géodynamique néogènes et quaternaires de la bordure nord du bassin méditerranéen occidental : un système de pente et de paléo-marge liguro-provençale », thèse de doctorat en sciences, Nice, université de Nice, 1984.

LE DRÉZEN Éliane, « Atlantique nord-est, deux cartes de réflectivité au 500 000^e », dans Le Suavé Raymond (dir.), *Synthèse bathymétrique et Imagerie acoustique : zone économique exclusive atlantique nord-est*, Plouzané, Éd. de l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer, 1998.

LE SUAVÉ Raymond (dir.), *Synthèse bathymétrique et imagerie acoustique : zone économique exclusive atlantique nord-est*, Plouzané, Éd. de l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer, 2000.

LE SUAVÉ Raymond, BOURILLET Jean-François et COUTELLE Alain, *La Marge nord du golfe de Gascogne : connaissances générales et apport des nouvelles synthèses de données multifaisceaux*, Plouzané, Éd. de l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer, 2000.

MAZÉ Jean-Pierre, PAUTOT Guy et REHAULT Jean-Pierre, *Carte bathymétrique du bassin liguro-provençal, 1/200 000*, Plouzané, Éd. de l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer, 1986.

MONTI Serge, *Méditerranée occidentale, 1/500 000*, Plouzané, Éd. de l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer, 1992.

NORMAND Alain et MAZÉ Jean Pierre, « Atlantique nord-est, six cartes bathymétriques au 250 000^e », dans Le Suavé Raymond (dir.), *Synthèse bathymétrique et Imagerie acoustique : zone économique exclusive atlantique nord-est*, Plouzané, Éd. de l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer, 1998.

PAUTOT Guy, MONTI Serge et CARRÉ Daniel, *Carte bathymétrique de la Baie des Anges, Nice-Côte d'Azur, 1/25 000*, Paris, Éd. du Centre national pour l'exploitation des océans, 1981.

Point de vue d'océanographe : peut-on parler de paysage sous-marin ?

Christian C. EMIG

Directeur de recherche honoraire, Centre national de la recherche scientifique,
BrachNet, 20, rue Chaix, 13007 Marseille, brachnet@aliceadsl.fr

Extrait de : Jean-Pierre Gély (dir.), *Perceptions scientifiques du monde marin*, éd. électronique, Paris, Éd. du Comité des travaux historiques et scientifiques (Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques), 2012.

Cet article a été validé par le comité de lecture des Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques dans le cadre de la publication des actes du 135^e Congrès national des sociétés historiques et scientifiques tenu à Neuchâtel en 2010.

Résumé

Le terme « paysage sous-marin », apparu au milieu au XIX^e siècle, correspond pratiquement à un *nomen nudum*. Il a été mis à la mode depuis les années quatre-vingt-dix par une simple transposition du paysage terrestre au sous-marin. Il tend à devenir une formule d'appel touristico-commercial. Et pourtant, ce terme est un contresens à la définition du paysage : « Vue d'ensemble, qu'offre la nature, d'une étendue de pays, d'une région » donnée par *Le Trésor de la langue française informatisé* (2007). Il est aussi un contresens scientifique. Les sciences de la mer, appartenant à l'océanographie, soulignent toutes la spécificité du domaine marin par rapport au terrestre. L'usage de « paysage sous-marin » est lié à un processus de socialisation et de territorialisation de l'espace sous-marin de la part des géographes et des acteurs socio-économiques ; ces derniers affirment la vocation récréative et touristique de la zone sous-marine côtière, ce qui aggrave la vulnérabilité littorale et condamne cet environnement.

Mots-clés

Paysage, sous-marin, définition, océanographie.

Abstract

The expression “underwater landscape” that began to be employed in the mid 19th century should be considered a *nomen nudum*. Since the 1990's transfer of the word “landscape” to the maritime domain has become general, particularly so on the Internet where the well-respected National Geographic, among many others, advertises them. It has become a commercial formula for the tourist business. Yet the word landscape used here is itself a misinterpretation of the original sense of the word (see ATILF-CNRS 2007): “Vue d'ensemble, qu'offre la nature, d'une étendue de pays, d'une région.” [Overall view, that nature offers, of an expanse of a country, of a region]. “Underwater landscape” is also a scientific contradiction and inconsistency. The marine sciences, oceanography in particular, all emphasize the differences between marine and terrestrial processes, the oceans still relatively pristine, but undergoing population and territorialization to the benefit of geographers and socio-economic exploiters. They emphasize the entertainment and scenic attractions of the coastal marine areas, which

adds greatly to the vulnerability of the adjacent coastal fringe and dooms the fragile littoral environment.

Keywords

Landscape, submarine, definition, oceanography.

Le terme de « paysage sous-marin » est ancien. Les premiers usages ont été trouvés dans le livre de Sonrel (1868) intitulé *Le Fond de la mer*, puis dans des articles sur la photographie sous-marine de Boutan (1893, 1898)¹. C'est dans les années quatre-vingt-dix que ce terme a été mis à la mode par des géographes, lui assurant une excellente utilisation touristico-commerciale. Il tend à s'étendre en devenant une formule d'appel, notamment pour des livres et des destinations touristiques. En géographie (parfois définie comme la science des paysages), le terme « paysage » ne s'est développé qu'en se fondant sur l'organisation socio-spatiale de l'homme², avec une histoire ponctuée et jalonnée de controverses et d'analyses variées et multiples³, et son étude s'appuie sur divers courants de réflexion et de champs disciplinaires⁴. En outre, la frange sous-marine côtière n'a jamais vraiment présenté d'intérêt pour la géographie humaine et sociale⁵.

Contresens terminologique

Pour les océanographes, évoquer le « paysage sous-marin » est un contresens si l'on se fonde sur la définition générique, donnée par *Le Trésor de la langue française* : « PAYSAGE, subst. masc. : Vue d'ensemble, qu'offre la nature, d'une étendue de pays, d'une région. Synon. panorama, point de vue, site⁶. » Autre définition donnée pour un terme avec une terminaison en -age indiquant un lieu d'une certaine étendue : « Paysage : étendue d'un pays qui se présente à la vue d'un observateur⁷. »

Chez les géographes, bien que le paysage ait eu plusieurs acceptations, un consensus semble actuellement se dégager pour donner au terme « paysage » une « dimension sensible », en soulignant que « seule la représentation fait le paysage », celui-ci étant, par ailleurs, chargé de valeurs⁸. Le Berre y ajoute la notion de « territoire », définie comme « la portion de la surface terrestre appropriée par un groupe social pour assurer sa reproduction et la satisfaction de ses besoins vitaux⁹ ». Il est intéressant à noter que cette définition se rapproche de celle utilisée par les biologistes marins pour définir la biocoenose, c'est-à-dire : « Ensemble des populations liées par une dépendance réciproque et se maintenant

1. L. Boutan, « Mémoire sur la photographie sous-marine » et « L'instantané dans la photographie sous-marine ».

2. P. Pinchemel et G. Pinchemel, *La Face de la Terre : éléments de géographie*.

3. A. Roger (dir.), *La Théorie du paysage en France, 1974-1994*.

4. G. Rougerie et N. Beroutchachvili Nikolaï, *Géosystèmes et Paysages : bilan et méthodes*.

5. J.-P. Pinot, « Géographie des littoraux en France : évolution d'une discipline ».

6. ATILF (Analyse et Traitement informatique de la langue française), *Le Trésor de la langue française informatisé*.

7. *Ibid.*

8. R. Brunet, R. Ferras et H. Théry, *Les Mots de la géographie : dictionnaire critique* ; O. Musard, J. Fournier et J.-P. Marchand, « Le proche espace sous-marin : essai sur la notion de paysage ».

9. M. Le Berre, « Territoire ».

de manière permanente et se reproduisant dans un biotope », mais un paysage est composé de plusieurs biocoénoses incluant de nombreuses espèces et pas seulement l'*Homo sapiens* comme le laisse à penser la définition du territoire ! Musard précise que « tout espace sous-marin ne relève pas de cette définition¹⁰ ».

Après la 718^e réunion du 19 juillet 2000 du Comité des ministres du Conseil de l'Europe, le texte de la Convention européenne du paysage a été adopté le 20 octobre 2000 à Florence et est entrée en vigueur le 1^{er} mars 2004 (et pour la France le 1^{er} juillet 2006) avec les définitions suivantes :

- a. « Paysage » désigne une partie de territoire, telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations ;
- b. « Politique du paysage » désigne la formulation par les autorités publiques compétentes des principes généraux, des stratégies et des orientations permettant l'adoption de mesures particulières en vue de la protection, la gestion et l'aménagement du paysage ;
- c. « Objectif de qualité paysagère » désigne la formulation par les autorités publiques compétentes, pour un paysage donné, des aspirations des populations en ce qui concerne les caractéristiques paysagères de leur cadre de vie ;
- d. « Protection des paysages » comprend les actions de conservation et de maintien des aspects significatifs ou caractéristiques d'un paysage, justifiées par sa valeur patrimoniale émanant de sa configuration naturelle et/ou de l'intervention humaine ;
- e. « Gestion des paysages » comprend les actions visant, dans une perspective de développement durable, à entretenir le paysage afin de guider et d'harmoniser les transformations induites par les évolutions sociales, économiques et environnementales ;
- f. « Aménagement des paysages » comprend les actions présentant un caractère prospectif particulièrement affirmé visant la mise en valeur, la restauration ou la création de paysages.

En outre, on utilise aussi le mot « paysage » au figuré, que *Le Trésor de la langue française* définit ainsi : « Ensemble des conditions matérielles, intellectuelles formant l'environnement de quelqu'un, de quelque chose », ou encore considéré comme un tableau (beaux-arts) : « Tableau dont le thème principal est la représentation d'un site généralement champêtre, et dans lequel les personnages ne sont qu'accessoires. »

Globalement, aucun espace sous-marin ne correspond à une de ces définitions du paysage, même en omettant le mot « terrestre » ou en le remplaçant par « sous-marin ».

Aussi est-il facile de comprendre pourquoi les scientifiques marins n'ont jamais adopté cette expression pour définir les fonds sous-marins. En effet, pour qui a pénétré sous la mer, il a pu constater que :

- La visibilité reste limitée à quelques dizaines de mètres en fonction de la turbidité dans la colonne d'eau : c'est l'absorption de la lumière qui en est le principal facteur limitant ;
- Les différentes couleurs visibles du spectre sont plus ou moins rapidement absorbées dès la surface par l'eau, ce qui nécessite l'usage de lumière pour restituer le spectre pour l'œil humain. En outre, la diffusion moléculaire, et surtout la diffusion par les particules en suspension, disperse le rayonnement dans toutes les directions ;
- La couche euphotique a une profondeur variable, elle atteint en général une profondeur de l'ordre de 120 mètres pour l'œil humain, la photosynthèse peut s'observer jusque vers 300 mètres dans de bonnes conditions de transparence des eaux ;
- La présence humaine sous quelques mètres n'est plus pérenne, mais seulement occasionnelle, dans un domaine formé d'éléments du monde naturel et en continue évolution. L'homme n'y dispose que de rares vestiges patrimoniaux et aucun héritage.

10. O. Musard, J. Fournier et J.-P. Marchand, « Le proche espace sous-marin... », p. 170.

Il s'avère que la notion de « paysage sous-marin » n'est que le résultat d'une simple transposition, adaptation ou application du terrestre vers le sous-marin. Dès lors, c'est bien la définition de paysage, telle que proposée par *Le Trésor de la langue française* qui devrait s'y appliquer et non les définitions anthropocentrees des géographes. Avec l'extension de la notion de paysage¹¹, la tentation est forte de se représenter et de retranscrire ce que l'on voudrait être un « paysage sous-marin », surtout d'un point de vue géographique. Ceci signifie le faire entrer dans un processus de socialisation et de territorialisation d'un monde sous-marin en le coupant de la réflexion scientifique¹². Ce nouvel usage de l'expression « paysage sous-marin » ne correspond en fait qu'à l'étage infralittoral (0 à environ 30-40 mètres), accessible pour l'homme, fréquenté par les plongeurs, et zone de pêche et de récoltes diverses.

Soumis à de nouvelles contraintes liées à une exploitation socio-économique, le proche espace sous-marin possède une approche temporelle différente de la zone terrestre proche et fortement anthropisée. Il pose des problèmes de gestion, de délimitation avec des approches opposées. Son processus de territorialisation, qui s'étalait sur quelques dizaines de mètres de profondeur, tend aujourd'hui à atteindre le domaine profond, au-delà des 100 mètres correspondant au rebord du plateau continental¹³. Et ici, il n'est plus question de « paysage », mais d'atteinte à l'intégrité marine. « Sauvez la mer » ne se limite plus à un slogan, mais est devenu réalité. Vouloir promouvoir des « paysages sous-marins » ne fait qu'augmenter une pression déjà trop forte sur le plateau continental. En effet, aujourd'hui, les bandes côtières, sur moins de 80 kilomètres de la mer, accueillent les deux tiers de la population mondiale (et demain les trois quarts) et la plupart des grandes métropoles sont situées sur le littoral.

L'augmentation générale de la température dans les océans et les mers induit une fragilité des biocoenoses à travers l'influence directe sur les différentes populations les composant (reproduction, nourriture, blanchiment, modification des niches, arrivée de nouvelles espèces...). L'étude de cet ensemble de modifications relève de l'écologie marine et des autres disciplines océanographiques, dont les recherches devraient interroger directement les champs du politique, de l'économique, du social, de la culture et des mentalités. Malheureusement, rien n'est moins sûr, et la notion de paysage sous-marin est loin de pouvoir y répondre ; pire, elle favorise l'agression du milieu marin, par exemple par les touristes plongeurs¹⁴.

Contresens scientifique

Le seul fait de vouloir promouvoir les « paysages sous-marins » dans la frange côtière qui ne représente que quelques pourcents de la surface du domaine marin, lui-même couvrant 70 % de la Terre, montre qu'il faut aborder cette notion avec un regard d'autant plus mesuré que cette frange est aussi responsable de la majeure partie de la productivité de l'ensemble du domaine marin.

11. R. D'Angio, « Au secours le paysage revient ! » ; Conseil de l'Europe, « Convention européenne du paysage », Florence, 20 octobre 2000, *Traité du Conseil de l'Europe*, n° 176, en ligne : <http://conventions.coe.int/Treaty/FR/treaties/html/176.htm>.

12. J.-M. Péres et J. Picard, « Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée » ; J. Picard, « Réflexions sur les écosystèmes marins benthiques : hiérarchisation, dynamique spatio-temporelle ».

13. C. C. Emig, « Bathyal Zones on the Mediterranean Continental Slope: an Attempt ».

14. P. Van Treeck et H. Schuhmacher, « Mass Diving Tourism: a New Dimensional Calls for New Management Approaches » ; O. Musard, « Les pratiques subaquatiques au sein des aires marines protégées de Méditerranée française : entre paysages sous-marins, représentations et impacts. Contribution au développement d'une géographie relative aux territoires sous-marins ».

On oublie trop souvent que la limite supérieure du domaine marin correspond à celle de l'étage du premier étage marin, appelé supralittoral, « celui où se localisent les organismes qui supportent ou exigent une émersion continue » ; les immersions véritablement exceptionnelles. Il s'agit d'un étage où l'humectation se fait principalement par les embruns des houles, soulevés par les coups de vents et tempêtes. Cet étage assure la transition entre les domaines marin et terrestre. La diversité spécifique y est faible. Cette limite supérieure du domaine marin benthique est proche de celle du domaine public maritime naturel, c'est-à-dire la limite haute du rivage – celle des plus hautes mers en l'absence de perturbations météorologiques exceptionnelles, donc celles des fortes tempêtes. Ainsi, en posant son drap de bain sur la plage, on est dans le domaine marin et non plus terrestre. Le milieu marin couvrant le plateau continental et son talus supérieur est caractérisé par une forte présence benthique, tant animale que végétale, qui est l'élément structurant visible ou invisible de ce que l'on voudrait caractériser comme le paysage sous-marin¹⁵. Le terme « paysage sous-marin » n'est jamais, ou exceptionnellement, utilisé par ceux qui pourtant y accèdent professionnellement, tels les plongeurs, cinéastes, auteurs, scientifiques. Ces derniers y ont réagi en dénonçant les dangers que ce terme allait faire peser sur le milieu marin. Cela se confirme, puisque le « paysage sous-marin » est devenu un concept publicitaire et commercial dans un monde où « innover » fait mieux vendre, et malheureusement la mer n'échappe pas à cette mode. Accroître la valeur marchande de l'espace subaquatique est devenu une finalité.

Deux exemples :

- Le récent Grenelle de la mer en a fait la démonstration. La vocation récréative et touristique du littoral s'y est affirmée et confirmée, sans expertise par la communauté des sciences de la mer.
- Les ZNIEFF-mer (zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique) de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur¹⁶ prennent en compte la valeur esthétique ; la typologie est précisée de la façon suivante : « 1- habitat d'une grande valeur esthétique et paysagère ; 2- paysage d'une valeur esthétique moyenne ; 3- paysage banal. » À titre d'exemple, l'herbier à *Posidonia oceanica*, une biocénose fragile, est classé comme un « paysage sous-marin de haute valeur esthétique » : un appel aux touristes plongeurs dans des zones que l'on voudrait protéger. C'est toute l'ambiguïté de la notion de « paysage sous-marin ». Il en est de même avec le tourisme dans les parcs nationaux et réserves naturelles de France.

Ainsi ne s'en serait-on pas pris autrement pour réinventer le monde sous-marin, ce qu'on aussi fait des auteurs récents, comme Castric-Fey *et al.*, Maxant, Harmelin et Bassemayousse¹⁷. Car *Paysages sous-marins...* sonne mieux que *Guide de la faune et de la flore* ou *Photographies sous-marines*. On le trouve aussi chez différents auteurs d'ouvrages de plongée, afin de favoriser une découverte de l'environnement subaquatique et des espèces sous-marines¹⁸.

15. J.-M. Pérès, *Ocean Management* ; C. C. Emig, « Bathyal Zones on the Mediterranean Continental Slope: an Attempt » ; J.-C. Dauphin, « Place stratégique du patrimoine naturel dans le processus de la gestion intégrée des zones côtières sur la façade atlantique ».

16. F. Palmisani, « Le paysage sous-marin... de sa définition à la conception d'un indice paysager » ; D. Bellan-Santini, « Les ZNIEFF-Mer en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, un outil de connaissance indispensable dans le processus de gestion intégrée des zones côtières » ; O. Musard, J. Fournier et J.-P. Marchand, « Le proche espace sous-marin... ».

17. A. Castric-Fey, A. Girard-Descatoire, M.-T. L'Hardy-Halos et S. Derrien-Courtel, *La Vie sous-marine en Bretagne : découverte des fonds rocheux* ; F. Maxant, *Thau, oasis de vie : écosystèmes, patrimoines et paysages sous-marins* ; J.-G. Harmelin et F. Bassemayousse, *Méditerranée : à la découverte des paysages sous-marins*.

18. S. Weinberg, *Découvrir la Méditerranée* ; É. Dutrieux, J. Attard et C. Quintin, *Paysages sous-marins des côtes françaises de la Méditerranée et Guide de la faune et de la flore*.

Les « paysages sous-marins » ont immédiatement fait partie du vocabulaire et du discours des premiers plongeurs, et notamment de ceux qui ont souhaité réaliser des images sous-marines lors de leurs immersions, à l'instar de Boutan dès 1893¹⁹ dans un contexte artistique marqué par l'école de Barbizon²⁰, de Cousteau²¹, dans leurs écrits²². Mais l'expression est également utilisée par Jules Verne et Paton²³ dans *Vingt mille lieues sous les mers* : les balades et incursions sous-marines se déroulent au sein d'un décor fourni, où les moindres détails, faunistiques et floristiques sont évoqués.

Si le terme « paysage sous-marin » doit être employé, il couvrira l'ensemble des structures perceptibles dans le champ visuel très limité en mer, s'offrant au regard humain, notamment marqué par les différentes biocoénoses occupant le relief sous-marin. Mais il faudra exclure tout intérêt scientifique à ce concept totalement anthropocentré et rattaché à l'environnement avec la réalité de la pression anthropique et la problématique de l'aménagement du territoire²⁴. Ou, à l'inverse, c'est parce que le domaine marin a une forte valeur scientifique qu'il ne faut pas en faire un paysage !

Dès l'origine, l'approche écologique du domaine marin s'est distinguée de celle des domaines terrestre et dulçaquicole, au point de n'avoir que peu de points communs. Demain, peut-être, ne dira-t-on plus « cartographie des fonds marins » mais « paysage sous-marin » pour « faire moderne » – le Centre national de la recherche scientifique (1987) le fait déjà²⁵ pour une cartographie des principaux éléments du milieu marin (rochers, herbier, étendue sableuse, dépôts de blocs et galets) : un pertinent décorum, une reconstitution tout aussi réaliste que celle d'un paysage fossile, afin de mettre l'accent sur la valeur économique et sur les méthodes d'évaluation économique du paysage sous-marin.

Le Grenelle de la mer y a pensé ! Le paysage sous-marin sera qualifié suivant des critères esthétiques et pour ses qualités patrimoniales et identitaires, mais jamais scientifiques. La phase préliminaire d'exploration et de reconnaissance, fondée sur une étude océanographique pluridisciplinaire (biologique, physico-chimique, géologique) et s'étendant au-delà de la zone concernée, pourrait désormais laisser place à la seule phase opérationnelle et gestionnaire, qui méconnaît l'évolution constante du milieu marin. Car les techniques et le développement d'une société de loisirs favorisent cet engouement voulu et développé par les géographes s'appuyant seulement sur des données bibliographiques des recherches océanographiques, sans avoir à investir dans les connaissances et les moyens coûteux de la pénétration dans le domaine marin.

Vouloir transposer l'expression « paysage » au domaine marin, c'est donc en ignorer les spécificités qui ne sont en rien comparables avec le domaine terrestre. Et l'océanographie dispose de terminologies dans lesquelles il n'y a pas de place pour le paysage sous-marin. En effet, le milieu marin est hostile à l'homme, qui ne peut y vivre et ne dispose pas encore des connaissances suffisantes pour le comprendre et encore moins pour se l'approprier. Le récent débat sur la surpêche, notamment du thon rouge et du cabillaud l'atteste. Les conséquences du tourisme sur la frange littorale s'avèrent à moyen terme néfastes, voire catastrophiques. La frange côtière sous-marine est l'objet d'une anthropisation crois-

19. L. Boutan, « Mémoire sur la photographie sous-marine ».

20. S. Weinberg, P.-L.-J. Dogué et J. Neuschwander, *100 ans de photographie sous-marine*.

21. J.-Y. Cousteau, *Paysages du silence*, documentaire français, 20 minutes, 1947.

22. P. Diolé, *Les Paysages de la mer : de la surface à l'abîme : cent dix photos sous-marines*.

23. J. Verne, *Vingt mille lieues sous les mers* ; S. Paton, *20.000 Leagues Under The Sea*, film muet américain en noir et blanc, aventure, 100 minutes, 1916.

24. J.-P. Beurrier, « Les paysages sous-marins et le droit » ; O. Musard, « Les pratiques subaquatiques... » ; O. Musard, J. Fournier et J.-P. Marchand, « Le proche espace sous-marin... » ; J.-C. Dauvin, « Place stratégique du patrimoine naturel... ».

25. http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosgeol/01_decouvrir/02_subduction/02_carte/media/6/c.htm.

sante tout comme la frange littorale terrestre, celle-ci conditionnant l'autre. Il est illusoire de vouloir séparer ce continuum en deux entités distinctes, comme le propose Natura 2000. La complexité des innombrables conditions et leurs variations régnant dans le milieu marin ne se rencontrent pas dans le milieu terrestre ; elles induisent une distribution en « patch », et un infime changement de l'un des facteurs peut entraîner un bouleversement fondamental du « paysage » (comme le blanchissement des coraux, l'envasement à la suite des feux de forêt...) sans que l'homme ne puisse intervenir. Mais des disciplines terrestres tentent d'intégrer le paysage naturel sous-marin dans une science qui se voudrait à part entière, l'écologie du paysage, afin de considérer le paysage comme patrimoine commun à préserver. Ceci est évidemment faire une dérive de la science qu'est l'écologie pour la faire entrer dans le giron de l'environnement avec une facette « science du paysage », ce qui démontre combien il est important de se retourner chaque fois vers la définition originelle des termes, comme l'entend faire un travail scientifique, et non vers une version politique et d'aménagement du territoire, pourtant impossible dans le domaine marin.

Les enjeux de la zone littorale sont énormes pour ne pas en faire un « désert », car les risques sont à la hauteur des enjeux. C'est dire que l'activité marine et maritime est plus que la seule affaire des populations côtières sédentaires, car elle doit assurer la conservation d'un domaine fragile, encore mal connu et souvent maltraité. Contrairement au domaine terrestre, le milieu sous-marin ne peut faire l'objet d'aménagement, ni de tentative de développement durable : toute intrusion est susceptible d'entraîner une évolution plus ou moins importante du milieu, à une échelle plus ou moins grande, à moyen et long termes. Prévisions et scénarios scientifiques sont encore peu fiables. Ceci explique pourquoi les océanographes sont réticents face à toute tentative de pénétration non raisonnée. De là, rendre ce milieu attrayant avec un vocable de « paysage sous-marin » est un risque dont les promoteurs n'ont pas mesuré les dangers. Il est regrettable, voire préjudiciable, que la définition de paysage, aujourd'hui largement partagée, telle que contenue dans la Convention européenne du paysage²⁶ ne distingue en rien la spécificité marine. On ne peut traiter, même politiquement, le domaine marin comme le domaine terrestre, qui, lui, est « cultivé » depuis des milliers d'années, alors que le milieu marin ne subit les assauts anthropisés que depuis moins d'un siècle. Il s'est révélé que les conséquences vont à l'encontre même des résultats espérés et la seule façon de protéger, voire de tenter de régénérer le milieu marin est de créer des parcs marins régionaux ou nationaux – à vocation restrictive et répressive –, traduisant une volonté de réparer les erreurs de décisions antérieures des acteurs politiques, socio-économiques et scientifiques. La récente création du Parc national des calanques, à Marseille, en est une parfaite illustration, création qui n'a pas résolu un ensemble d'erreurs liées aux acteurs cités ci-dessus. Un tout petit exemple, Marseille-Provence Métropole dispose de huit mille six cents anneaux dans ses ports et le parc veut restreindre les mouillages autour de Marseille !

Bibliographie

ATILF (Analyse et Traitement informatique de la langue française), *Le Trésor de la langue française informatisé*, Paris, Éd. du Centre national de la recherche scientifique, 2007, en ligne : <http://atilf.atilf.fr/>.

26. Conseil de l'Europe, « Convention européenne du paysage », Florence, 20 octobre 2000, *Traité du Conseil de l'Europe*, n° 176, en ligne : <http://conventions.coe.int/Treaty/FR/treaties/html/176.htm>.

- BELLAN-SANTINI Denise, « Les ZNIEFF-Mer en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, un outil de connaissance indispensable dans le processus de gestion intégrée des zones côtières », *Océanis*, vol. XXX, n° 1, 2006, p. 115-127.
- BEURIER Jean-Pierre, « Les paysages sous-marins et le droit », conférence au colloque international « Le patrimoine culturel et la mer – Aspects juridiques et institutionnels », Nantes, faculté de droit et des sciences politiques de Nantes, mai 2000, 10 p.
- BOUTAN Louis, « Mémoire sur la photographie sous-marine », *Archives de zoologie expérimentale et générale*, 3^e sér., t. I, 1893, p. 281-324.
- BOUTAN Louis, « L'instantané dans la photographie sous-marine », *Archives de zoologie expérimentale et générale*, 3^e sér., t. VI, 1898, p. 299-330.
- BRUNET Roger, FERRAS Robert et THÉRY Hervé, *Les Mots de la géographie : dictionnaire critique*, Montpellier / Paris, Reclus / La Documentation française (Dynamiques du territoire), 1992.
- CASTRIC-FEY Annie, GIRARD-DESCATOIRE Annie, L'HARDY-HALOS Marie-Thérèse et DERRIEN-COURTEL Sandrine, *La Vie sous-marine en Bretagne : découverte des fonds rocheux*, Mèze, Biotope (Les Carnets naturalistes de Bretagne), 2001, p. 1-176.
- D'ANGIO Richard, « Au secours le paysage revient ! », *L'Information géographique*, vol. LXI, n° 3, 1997, p. 122-128.
- DAUVIN Jean-Claude, « Place stratégique du patrimoine naturel dans le processus de la gestion intégrée des zones côtières sur la façade atlantique », *VertigO, La revue électronique en sciences de l'environnement*, hors-série n° 5, mai 2009, en ligne : <http://vertigo.revues.org/8212>.
- DIOLÉ Philippe, *Les Paysages de la mer : de la surface à l'abîme : cent dix photos sous-marines*, Paris, A. Michel, 1954.
- DUTRIEUX Éric, ATTARD Jean et QUINTIN Chistophe, *Paysages sous-marins des côtes françaises de la Méditerranée et Guide de la faune et de la flore*, Rennes, Éd. Ouest-France, 1999.
- EMIG Christian C., « Bathyal Zones on the Mediterranean Continental Slope: an Attempt », *Publicaciones especiales del Instituto español de oceanografía*, n° 23, 1997, p. 23-33.
- GANTÈS Rémi et QUIGNARD Jean-Pierre (éd.), *Thau, oasis de vie : écosystèmes, patrimoines et paysages sous-marins*, Mèze, Biotope (Parthénope), 2005.
- HARMELIN Jean-Georges et BASSEMAYOUSSE Frédéric, *Méditerranée : à la découverte des paysages sous-marins*, Grenoble, Glénat, 2008.
- LE BERRE Maryvonne, « Territoire », dans Bailly Antoine, Ferras Robert et Pumain Denise (dir.), *Encyclopédie de la géographie*, Paris, Economica, 1992, p. 617-638.
- MAXANT Frédéric, *Thau, oasis de vie : écosystèmes, patrimoines et paysages sous-marins*, Mèze, Biotope (Parthénope), 2004.
- MUSARD Olivier, « Les pratiques subaquatiques au sein des aires marines protégées de Méditerranée française : entre paysages sous-marins, représentations et impacts.

Contribution au développement d'une géographie relative aux territoires sous-marins », thèse de doctorat en géographie, Marseille, université de Provence – Aix-Marseille I, 2003.

MUSARD Olivier, FOURNIER Jérôme et MARCHAND Jean-Pierre, « Le proche espace sous-marin : essai sur la notion de paysage », *L'Espace géographique*, t. XXXVI, 2^e trim. 2007, p. 168-185.

PALMISANI Francesca, « Le paysage sous-marin... de sa définition à la conception d'un indice paysager », Toulon, rapport Ifremer-Gisig (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer-Geographical Information Systems International Group), 2002, 88 p.

PÉRÈS Jean-Marie, *Ocean Management*, dans Kinne Otto (éd.), *Marine Ecology: a Comprehensive, Integrated Treatise on Life in Oceans and Coastal Waters*, vol. V, n° 1, Chichester, J. Wiley & sons, 1982.

PÉRÈS Jean-Marie et PICARD Jacques, « Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée », *Recueil des travaux de la station marine d'Endoume*, n° 31, fasc. 47, 1964, p. 1-37.

PICARD Jacques, « Réflexions sur les écosystèmes marins benthiques : hiérarchisation, dynamique spatio-temporelle », *Téthys*, vol. XI, n° 3-4, 1985, p. 230-242.

PINCHEMEL Philippe et PINCHEMEL Geneviève, *La Face de la Terre : éléments de géographie*, Paris, A. Colin (U. Géographie), 1997.

PINOT Jean-Pierre, « Géographie des littoraux en France : évolution d'une discipline », dans Baron-Yellès Nacima, Goeldner-Gianella Lydie et Velut Sébastien (éd.), *Le Littoral : regards, pratiques et savoirs : études offertes à Fernand Verger*, Paris, Éd. Rue d'Ulm / Presses de l'École normale supérieure, 2002, p. 27-58.

ROGER Alain (dir.), *La Théorie du paysage en France, 1974-1994*, Seyssel, Champ Vallon (Paysages), 1995.

ROUGERIE Gabriel et BEROUTCHACHVILI Nikolaï, *Géosystèmes et Paysages : bilan et méthodes*, Paris, A. Colin (U. Géographie), 1991.

SONREL Léon, *Le Fond de la mer*, Paris, L. Hachette (Bibliothèque des merveilles), 1868.

VAN TREECK Peter et SCHUHMACHER Helmut, « Mass Diving Tourism: a New Dimensional Calls for New Management Approaches », *Marine Pollution Bulletin*, vol. XXXVII, n° 8-12, 1998, p. 499-504.

VERNE Jules, *Vingt mille lieues sous les mers*, Paris, J. Hetzel et C^{ie}, 1871.

WEINBERG Steven, *Découvrir la Méditerranée*, Paris, Nathan (Nathan nature), 1993.

WEINBERG Steven, DOGUÉ Philippe-Louis-Joseph et NEUSCHWANDER John, *100 ans de photographie sous-marine*, Saint-Chéron, A. Schrotter Éd., 1993.

Des usages traditionnels aux nouvelles finalités scientifiques : quels paysages pour les algues ?

Sophie LITZLER

Doctorante contractuelle avec mission d'enseignement en géographie,

Université Paris I – Panthéon-Sorbonne, UMR 8586,

Pôle de recherche pour l'organisation et la diffusion de l'information géographique (PRODIG),

Centre national de la recherche scientifique

Extrait de : Jean-Pierre Gély (dir.), *Perceptions scientifiques du monde marin*, éd. électronique, Paris, Éd. du Comité des travaux historiques et scientifiques (Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques), 2012.

Cet article a été validé par le comité de lecture des Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques dans le cadre de la publication des actes du 135^e Congrès national des sociétés historiques et scientifiques tenu à Neuchâtel en 2010.

Résumé

Les algues sont une ressource marine qui offre des paysages singuliers. Du xvii^e au xx^e siècle, la perception des paysages de l'algue évolue ; des « excréments de l'abîme » décrits par Alain Corbin aux peintures de Paul Gauguin, nous soulignons un processus d'artialisation. Aujourd'hui, la culture des algues à des fins alimentaires, pharmaceutiques et énergétiques constitue des paysages inédits : à l'artialisation des usages traditionnels s'ajoute une artificialisation des paysages liée à l'exploitation de la biomasse algale. Notre article propose une étude paysagère des valorisations de cette ressource marine à partir des travaux d'historiens, des sources picturales et des projets d'aménagement. Il intègre un volet méthodologique avec des dessins légendés justifiant l'importance du paysage pour comprendre les dynamiques géographiques de l'algoculture et s'appuie sur des travaux de géographes pour mettre en évidence l'identité patrimoniale et paysagère des algues.

Mots-clés

Algues, paysages, algoculture, ressource marine, recherche scientifique, projets d'aménagement.

Abstract

Algae as a marine resource offer unique landscapes. Between the seventeenth and the twentieth century, the perception of the landscape created by algae evolved, from the «excrement of the abyss» as described by Alain Corbin to the paintings of Paul Gauguin, we shall present a process of “artialization”. Today the cultivation of algae for food, pharmaceutical and energy purposes creates some amazing landscapes. Our paper proposes a landscape study of the valuations of this marine resource based on the work of historians, pictorial sources and development projects. It includes a methodological part with captioned drawings justifying the importance of landscape to understand the geographical dynamics of seaweed farming. This study is based on the work of geographers to reveal the identity and landscape heritage of algae.

Keywords

Algae, landscape, seaweed farming, marine resource, biological research, development projects.

L'algue est un végétal marin complexe qui se répartit en deux familles : les macroalgues comme les laminaires et les microalgues comme la spiruline. Au sein de ces familles, on dénombre une infinie variété d'espèces divisées en couleur (rouges, brunes et vertes), dont quelques centaines seulement sont exploitées par l'homme. Le *Porphira* (appelé *nori*) et le *Chondrus crispus* sont des espèces alimentaires traditionnelles consommées respectivement en Asie et en Bretagne. Ainsi l'algue constitue-t-elle depuis des siècles une ressource marine consommée et valorisée par les hommes. La tonne d'algue brune cultivée a aujourd'hui une valeur de 2 000 euros sur le marché mondial et certaines molécules extraites des macroalgues peuvent se vendre jusqu'à 500 euros le kilo (le polyphénol, par exemple)¹.

La récolte comme la culture des algues sont des activités économiques et sociales mises en évidence par les sources picturales, littéraires, les écrits scientifiques et parfois les documents populaires, tels que les cartes postales.

Le dénominateur commun à ces différents supports est le paysage au sens où Pierre George l'a entendu dans le *Dictionnaire de la géographie*, c'est-à-dire une portion d'espace analysée visuellement. Pierre Donadieu définit de plus le paysage comme « les formes matérielles perceptibles du territoire dont les regards se saisissent pour les qualifier ou non².

Le paysage constitue un outil de recherche important en géographie pour mettre en évidence des activités novatrices et singulières. Utiliser l'analyse de paysage permet l'étude des activités liées à l'exploitation des macroalgues et des microalgues. L'algue n'a en effet pas toujours été perçue comme une biomasse valorisable et elle suscitait d'ailleurs, à la fin du XVIII^e siècle, davantage le dégoût et la crainte. Les algues et les paysages qui lui sont liés constituent encore un objet d'étude géographique à approfondir. On peut se demander comment l'algue peut induire différents paysages. Quels ont été aussi les facteurs de l'évolution de cette perception qui font de l'algue non plus un objet de répulsion, mais un objet de science puis d'identification d'une classe sociale et d'une activité économique et quels sont aujourd'hui les nouveaux paysages des micro- et des macroalgues des littoraux aux continents ?

Il convient de montrer dans un premier temps que les paysages des algues ont connu une évolution dans le champ de la perception, passant de la répulsion à la découverte d'un univers marin poétique. Dans un deuxième temps, nous verrons que le varech suscite l'intérêt de la recherche biologique. Cette végétation aquatique est ainsi cultivée pour ses multiples vertus : capteur naturel de dioxyde de carbone, épurateur des eaux d'élevage piscicoles, élaboration de vaccins à partir des molécules extraites, substitut possible aux énergies d'origine fossile. Le paysage est ici une clé d'analyse importante, car la culture de microalgues, limitée dans son occupation de l'espace et qui engendre de faibles productions, induit des paysages inédits. Aussi, nous soulignerons les impacts de cette nouvelle algoculture sur le paysage. Enfin, dans un troisième temps, nous partirons de dessins

1. Y. Lerat, J.-F. Sassi, « Old Chemistry to Replace New Petrochemistry », communication du colloque international Alg'n'Chem, « Algae New Resources for Industry », 7, 8, 9 et 10 novembre 2011, Montpellier.

2. P. Donadieu et M. Périgord, *Clés pour le paysage*, p. 253.

légendés construits à l'aide de différentes sources paysagères (tableau, photographie, carte postale) afin de montrer que le paysage offre une grille de lecture efficace pour comprendre les dynamiques géographiques actuelles nées de la récolte et de la culture des algues.

Paysages des macroalgues : caractéristiques et évolutions

« La figure de l'océan terrible, trace chaotique des catastrophes enfouies dans le passé des hommes, la colère imprévisible de son immensité mouvante et lugubre s'accordent aux périls et à la pestilence de la plage énigmatique, ligne indécise, soumise à toutes les incursions, où viennent se déposer les excréments de l'abîme³. »

Alain Corbin souligne, dans *Le Territoire du vide*, que l'algue est perçue à la fin du XVII^e siècle, par l'imaginaire social comme « un excrément de l'abîme⁴ ». Elle repose sur l'estran découvert à marée basse et laisse entrevoir au passant « l'horrible désolation des fonds marins⁵ ». Or, au XIX^e siècle, l'algue devient une figure lyrique, métaphore de la femme qui se dévoile à son amant :

« Que la mer en fuyant,/ Nous jette découverte,/ Sur le sable ondoyant !,/ Quand le flot se retire,/ En la laissant à nu,/ Honteuse, elle soupire,/ D'être au premier venu./ J'aime l'algue ; il me semble,/ Lorsque le flot s'en va,/ Qu'elle se cache, et tremble,/ D'être comme cela,/ Par le flot déposé,/ Toute nue, exposée, /À l'œil qui la veut voir./ On dirait vers le soir,/ Une femme timide,/ Qui s'échappe du bain,/ Et qui n'a que sa main,/ Contre un regard avide⁶... »

La perception sociale de ce végétal marin tend à s'inverser au fil des siècles. Cette géographie culturelle procède en trois étapes ; nous montrerons tout d'abord que les paysages des macroalgues sont, pour celui qui les regarde, le territoire de la répulsion. Nous verrons que les algues sont toutefois un élément majeur de l'économie de subsistance pour les sociétés littorales. Nous nous attacherons enfin à décrire les représentations artistiques des algues sur l'estran.

Les paysages des algues : territoires de la répulsion ?

Dans l'imaginaire social de la première moitié du XVIII^e siècle, l'algue est associée à l'univers marin hostile. La mer est la conséquence du déluge divin, lieu du châtiment et de la punition. Les algues ne sont que les « détritus d'un récipient abyssal⁷ ». Les représentations qui lui sont associées sont la pourriture, la pestilence et l'horreur. L'estran et les algues qui s'y déposent sont le territoire de la « répulsion ». Ces végétaux marins, rejet des Enfers, sont l'image même de la mort ; cette représentation perdure très tardivement jusqu'au plein XIX^e siècle : le tableau de John Everett Millais, *Ophélie* (1851), en est une illustration aboutie. Le corps de cette jeune femme flotte au-dessus d'un lit mortuaire d'algues vertes d'eau douce.

Caractère du paysage de la mort et de la répulsion, les algues sont, pour l'étude du littoral, sans intérêt scientifique. Les géographes de l'époque⁸ se concentrent plus sur les études

3. A. Corbin, *Le Territoire du vide : l'Occident et le désir du rivage, 1750-1840*, p. 67.

4. *Ibid.*

5. *Ibid.*, p. 20.

6. L.-A. Coppens, *Les Algues : poésies*, p 71.

7. A. Corbin, *Le Territoire du vide...*, p. 14.

8. P. Buache, *Cartes et Tables de la géographie physique ou naturelle*.

morphologiques du littoral et sur les dynamiques d'érosion des marées que sur ces végétaux inertes. C'est ainsi qu'Élisée Reclus écrit en 1872 :

« Toutefois ces énormes étendues de varech ne sont que bien peu de chose comparée aux prodigieuses agglomérations d'animaux et d'animalcules qui remplissent la mer⁹. »

Si le varech de l'estran constitue le paysage de la désolation et le territoire du vide, Jan Van Goyen commence pourtant en 1646 un mouvement précurseur : il voit dans la *Plage de Scheveningen* le territoire du plein. L'estran devient pour lui le lieu de la confluence entre une multitude d'acteurs : les marins, les pêcheurs à pied, les récoltants de goémon à charrette. Cette représentation véhicule alors l'image de la profusion et de l'abondance bénie sortie des eaux comme un nouveau lac de Tibériade¹⁰. L'algue investit un paysage positif, car elle est une source de vie pour une myriade de paysans-pêcheurs de l'Ancien Régime. Dans la seconde moitié du XVIII^e siècle, on découvre aux algues des vertus bienfaisantes qui répondent à un « impératif thérapeutique¹¹ ». Parallèlement à la découverte des rivages et à l'ouverture au grand large pour lutter contre le *spleen* naît une pratique du mouvement hygiéniste qui a pour vocation de créer « l'harmonie des corps et de la mer¹² ». Il faut toutefois attendre la fin du XIX^e siècle pour que la thalassothérapie fondée sur les algues et les activités curatives apparaissent. C'est ainsi qu'une société scientifique de Dax relate dans l'un de ses bulletins l'activité thermale d'un établissement nommé Les Baignots¹³ : il utilisait en 1885 des algues de l'Adour pour soigner des douleurs articulaires.

Du XVII^e au XIX^e siècle, le paysage de l'algue évolue. D'une perception négative, il glisse vers une appréhension positive. Le promeneur regarde désormais différemment l'algue qui habille l'estran. Les paysages de l'algue deviennent des paysages animés par des activités de pêche et de cueillette. Ils sont désormais un des lieux d'un nouveau « spectacle social¹⁴ », riche de vertu et de tradition.

Les paysages des algues : entre inventaire scientifique et économie de la subsistance ?

Le « désir du rivage » envahit progressivement les élites éclairées de la fin du XVIII^e siècle. L'estran mis à nu constitue désormais un objet de science. Les algues échouées sont une trace du passé tellurique : elles sont les « archives de la Terre¹⁵ », support de la lecture des « énigmes du monde¹⁶ ». Ce nouveau paysage de l'algue suscite l'intérêt de Goethe, lequel découvre, le 9 octobre 1786 à Venise, avec fascination et émerveillement, la vie végétale qui se met en scène sur les sables apparus de la lagune¹⁷. Mais, au-delà de cette contemplation préromantique des varechs de l'estran, les élites vivent une véritable révolution sociale en allant à la rencontre des paysans-pêcheurs des sociétés littorales du XVIII^e siècle¹⁸. Ces paysages des récoltes de goémon ont été récemment mis en exergue par les travaux des histo-

9. É. Reclus, *Les Phénomènes terrestres : la mer et les météores*, p. 74.

10. « La portée religieuse de cet art s'impose : le rivage de Tibériade se dessine en filigrane dans ces peintures de la plage de Scheveningen. L'artiste dessine un hymne à la fécondité de la mer » (A. Corbin, *Le Territoire du vide...*, p. 52). Se référer au tableau suivant : Jan Van Goyen, *Plage de Scheveningen*, 1646, huile sur toile, 92,1 x 108 cm, musée Thyssen-Bornemisza, Madrid.

11. A. Corbin, *Le Territoire du vide...*, p. 75.

12. *Ibid.*, p. 68.

13. E. Lapeyrère, « Algues récoltées dans l'eau et dans la boue thermale de l'établissement des Baignots à Dax ».

14. A. Corbin, *Le Territoire du vide...*, p. 210.

15. A. Corbin, *Le Territoire du vide...*, p 115.

16. *Ibid.*

17. *Ibid.*, p137.

18. « À l'occasion de cette multiple cueillette d'algues ; [...] les élites, avides de cette vacuité, s'en viennent sur le sable durci à la rencontre des pêcheurs étonnés » (*ibid.*, p. 137).

riens modernistes¹⁹. L'algue est en effet un végétal marin indispensable pour les populations littorales. Les enquêtes de François Le Masson du Parc sur les côtes du Ponant le relèvent clairement. Ces dernières constituent en effet une source importante de la connaissance des littoraux du Ponant dans la première moitié du XVIII^e siècle. Entré au service de la marine en 1700, Le Masson devient commissaire des milices gardes-côtes en 1714 puis commis de classe en 1716. En 1726, Maurepas le nomme inspecteur des pêches pour les provinces de Flandres, de Picardie, du Boulonnais, de Normandie et de Bretagne. Il parcourt ainsi la Bretagne à cheval et est un des rares à poser un regard extérieur sur les paysages de l'estran et des pêches à pied. Il découvre le paysage des goémoniers, avec leurs charrettes, leurs chevaux, avec leurs femmes et enfants qui viennent trouver, dans le cadre d'une économie de subsistance, des aliments de compléments mais aussi des engrains pour leurs terres :

« Ils se servent tous pour l'engrais de leurs terres du gouesmon de flot ou des fonds que la mer rejette sur le plain et où ils le viennent ramasser en tout temps²⁰ ».

Le paysage des algues échouées et ramassées par les pêcheurs à pied, qui sont aussi des paysans, offre aux historiens la possibilité de mettre en lumière le concept de *pluriactivité* littorale. Les gens de mer et les gens de terre se confondent : le calendrier agricole prend en compte l'exploitation de la ressource algale. L'estran de l'Ancien Régime se peuple d'une multitude de petites gens exerçant des activités diverses et variées : cueillette d'algues, petites pêcheries de crabes et crustacés. Ces activités relèvent des arts et des traditions populaires ; elles sont largement diffusées par les représentations picturales.

Les paysages de l'algue : vers la belle représentation ?

La récolte des algues est en effet un sujet exploité par l'école de Pont-Aven et par Paul Gauguin. Il est ici intéressant de décrire les paysages de l'algue à travers deux tableaux : *Les Ramasseuses de varech* (1889) de Paul Gauguin et *Les Goémoniers* (1911) de Mathurin Méheut²¹. Le désir est prédominant de représenter la société littorale qui trouve dans l'algue le moyen de sa subsistance. Le tableau de Paul Gauguin figure un univers pacifié, où les souffrances du labeur semblent plus ou moins atténues. La femme au premier plan est dans une posture de repos (liée à l'épuisement du travail) à côté d'un chien lui-même assoupi. Cette attente sereine contraste avec la vision réaliste de Mathurin Méheut, plus proche d'une représentation documentaire de la pêche goémonière où sont présents les instruments de travail de l'algue. La nature entoure ces activités ; le rouge orangé de l'algue donne un teint caractéristique à cette atmosphère littorale. Ce versant artistique du paysage de l'algue nous renvoie aux travaux d'Alain Roger sur « l'artialisation²² ». Ces deux tableaux en particulier répondent au processus d'embellissement de la nature par les algues auquel s'ajoute la « médiation du regard²³ » poétique ou réaliste de son auteur. L'opération artistique transcende le site pour en faire un paysage animé par une esthétique agréable et donne au paysage une identité reconstituée²⁴. Cette identification des paysages conduit à la mise en évidence des territoires.

19. G. Le Bouëdec, F. Ploux, C. Cérino et A. Geistdoerfer (dir.), *Entre terre et mer : sociétés littorales et pluriactivité (XV^e-XX^e siècle)*.

20. *Ibid.*, p 190.

21. Ces deux tableaux ne peuvent être reproduits ici. Ils sont en revanche facilement accessibles en ligne. Voici deux liens de référence : tableau de Paul Gauguin, *Les Ramasseuses de varech*, 1889, huile sur toile, 87 x 112,5 cm, Aix, Folkwang Museum, en ligne : www.impressionism-art.org/img291.htm, et tableau de Mathurin Méheut, *Les Goémoniers*, 201 x 293 cm, 1911-1912, en ligne : www.geosciences.univ-rennes1.fr/GrPublic/PictMusee/MM.html.

22. P. Donadieu et M. Périgord, *Clés pour le paysage*, p. 62.

23. A. Roger, *Court traité de paysage*, p. 16.

24. « [...] l'identité d'un paysage est donc une invention, une lente construction sociale d'images et de repères qui imprègne l'imaginaire collectif d'une société et personne mieux que les peintres [...] n'a dans le monde entier alimenté cette inépuisable promesse d'émotions des voyageurs » (P. Donadieu et M. Périgord, *Clés pour le paysage*, p. 254).

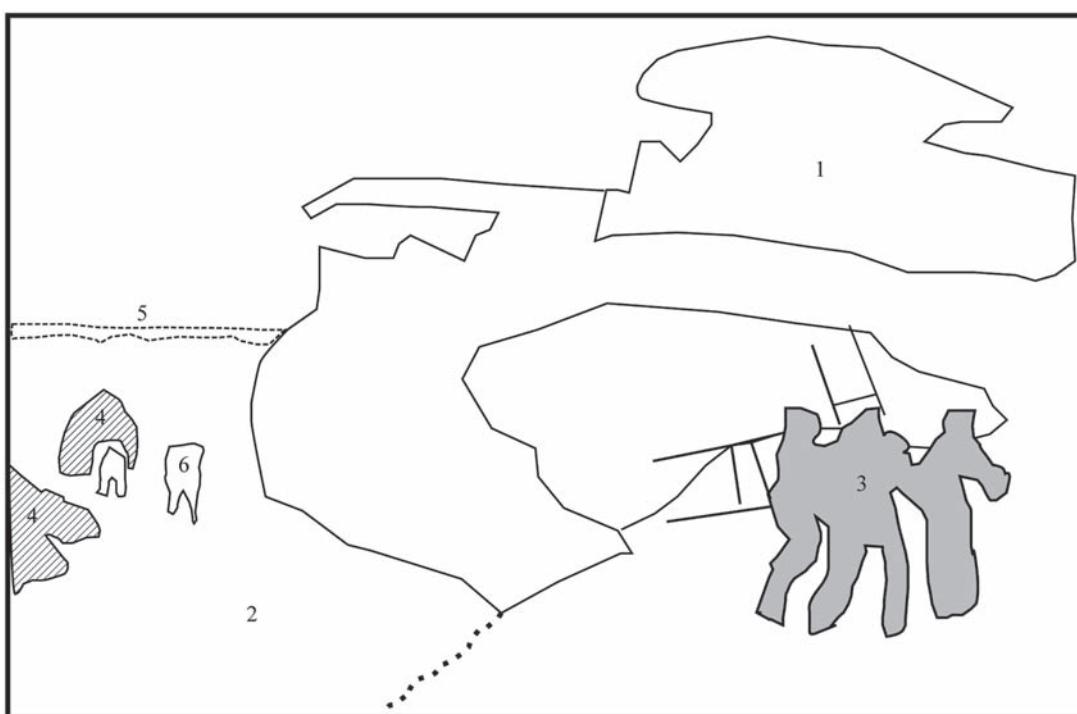


FIG. 1. – Analyse paysagère de la récolte de Mathurin Méheut : récolte d'algues sur l'estran à marée basse, d'après M. Méheut, Les Goémoniers, 1911-1912. 1. rochers ; 2. estran à marée basse ; 3. récoltants de macroalgues avec leur échelle ; 4. algues (laminaires) ; 5. mer à marée basse ; 6. chevaux et charrettes permettant le ramassage des algues (© S. Litzler).

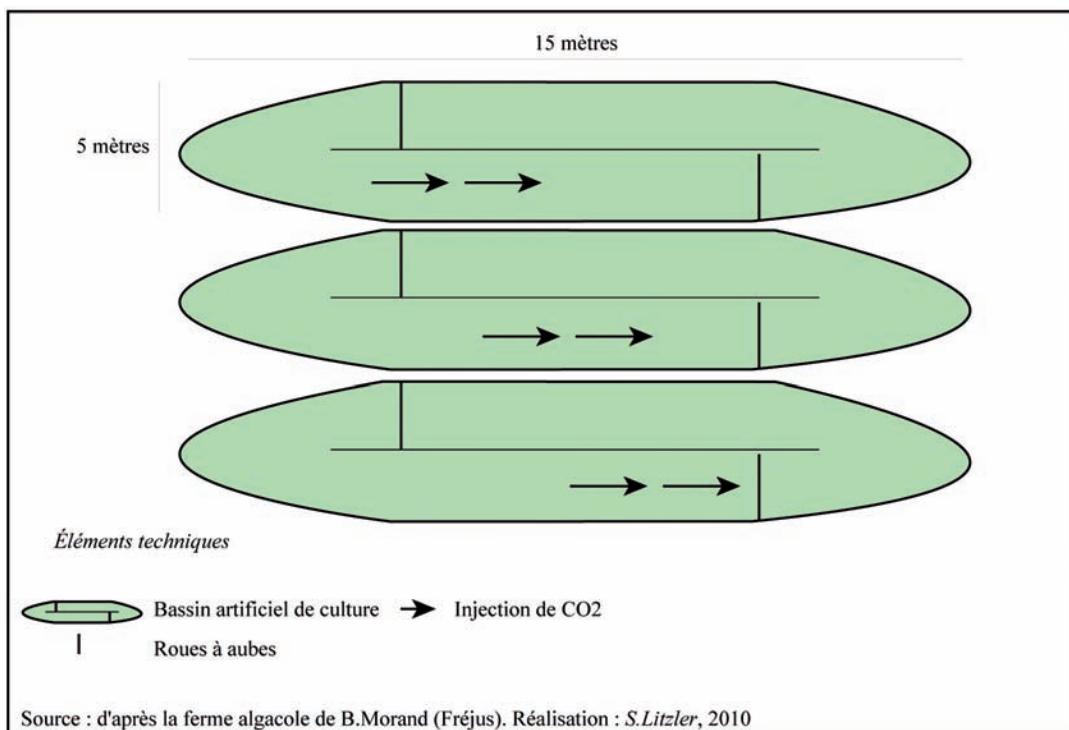


FIG. 2. – Culture de microalgues en champ ouvert : « open-pounds », schéma de fonctionnement, d'après la ferme algacole de B. Morand, Fréjus (© S. Litzler).

Classement mondial sur les 34 pays référencés comme producteurs	Principaux pays de culture des macro-algues	Volumes cultivés en tonnes	Pourcentage de la production mondiale
1^{er} pays de culture	Chine	9 933 785	62,8 %
2 ^{ème}	Indonésie	2 145 061	13,7 %
3 ^{ème}	Philippines	1 666 556	10,6 %
4 ^{ème}	Corée du Sud	921 024	5,9 %
5 ^{ème}	Japon	455 400	2,9 %
6 ^{ème}	Corée du Nord	444 300	2,8 %
9 ^{ème}	Chili...	27 703	0,17 %
24 ^{ème}	... France	35	0,0002 %

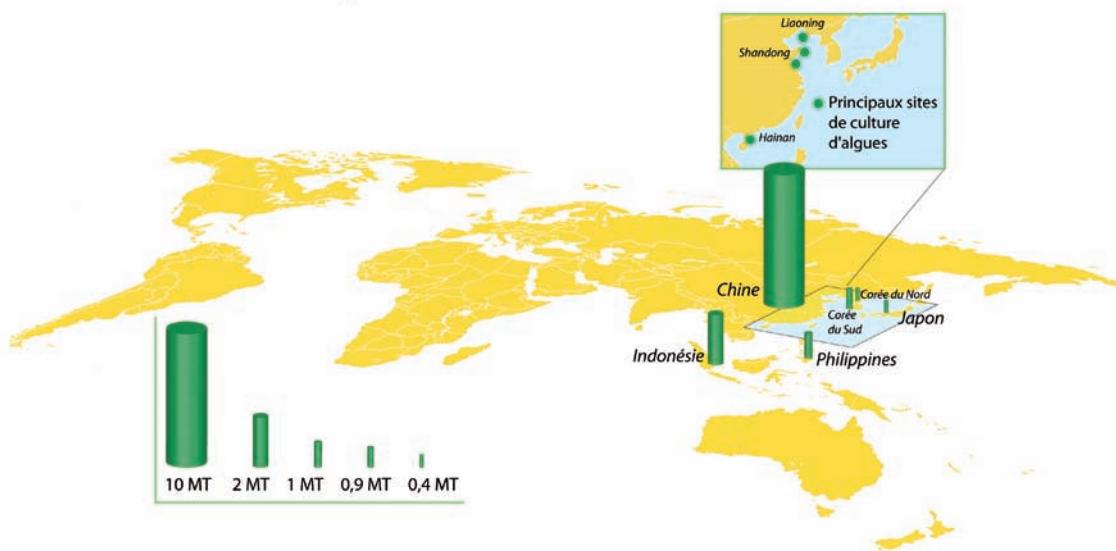


FIG. 3. – Les volumes de macroalgues cultivées et les principaux pays de culture pour l'année 2010. Tableau en haut : d'après FAO, 2010, The State of the World Fisheries and Aquaculture, p. 37. Il faut souligner une inadéquation entre les statistiques de la FAO et les chiffres de production française d'algues diffusés par le Centre d'étude et de valorisation des algues (CEVA), qui fait état de 60 000 tonnes d'algues récoltées et cultivées en 2008 (99 % des algues françaises sont issues de la récolte et 1 % de la culture), d'après CEVA, 2011, « L'algoculture : une opportunité pour la Bretagne ». En bas : d'après FAO, 2010, Annuaire statistique des pêches et de l'aquaculture, 2010, p. 57 (© S. Litzler).



FIG. 4. – Bassins de cultures de spiruline sous serres de l'exploitation de Bernard Morand, Fréjus, 2009 (© S. Litzler).

Les paysages des algues : vers de nouveaux territoires ?

Si la récolte des algues sur le bord de l'estran s'illustre comme une pratique populaire pluriséculaire, il faut constater que la culture des algues est une activité relativement marginale dans les pays européens. La France a par exemple valorisé 60 000 tonnes de macroalgues (culture et récolte) pour l'année 2010, alors que la Chine a cultivé la même année près de dix millions de tonnes. Il est vrai que la culture des algues s'inscrit dans une aire géographique culturelle asiatique : la Chine est le premier pays producteur et consommateur d'algues (fig. 3). Nous distinguons, d'une part, une algoculture traditionnelle de macroalgues dans les eaux littorales qui a pour première finalité la satisfaction des besoins alimentaires (fig. 8a, 8b et 9). Nous observons, d'autre part, une nouvelle algoculture de microalgues valorisant les coproduits extraits de la biomasse microalgale (molécules d'astaxanthine, colorants, pigments, bêta-carotène, oméga-3 et algocarburants)²⁵. Le nouveau développement de cette algoculture – malgré l'aspect limité de son occupation spatiale et de sa production totale – est particulièrement visible à travers des installations étonnantes nommées *open-pounds* (« champs ouverts », fig. 2) et des photobioréacteurs (fig. 5). Le paysage de ces activités est ici un important indicateur de la mise en valeur des territoires. Il constitue le seul élément perceptible fournissant des données concrètes (taille de l'exploitation) sur cette activité évoluant souvent dans la confidentialité.

25. A. Muller-Feuga, *Microalgues marines : les enjeux de la recherche*, p 19.



FIG. 5. – Photobioreacteur du programme de recherche Shamash du laboratoire océanographique de Villefranche-sur-Mer, 2009 (© S. Litzler).

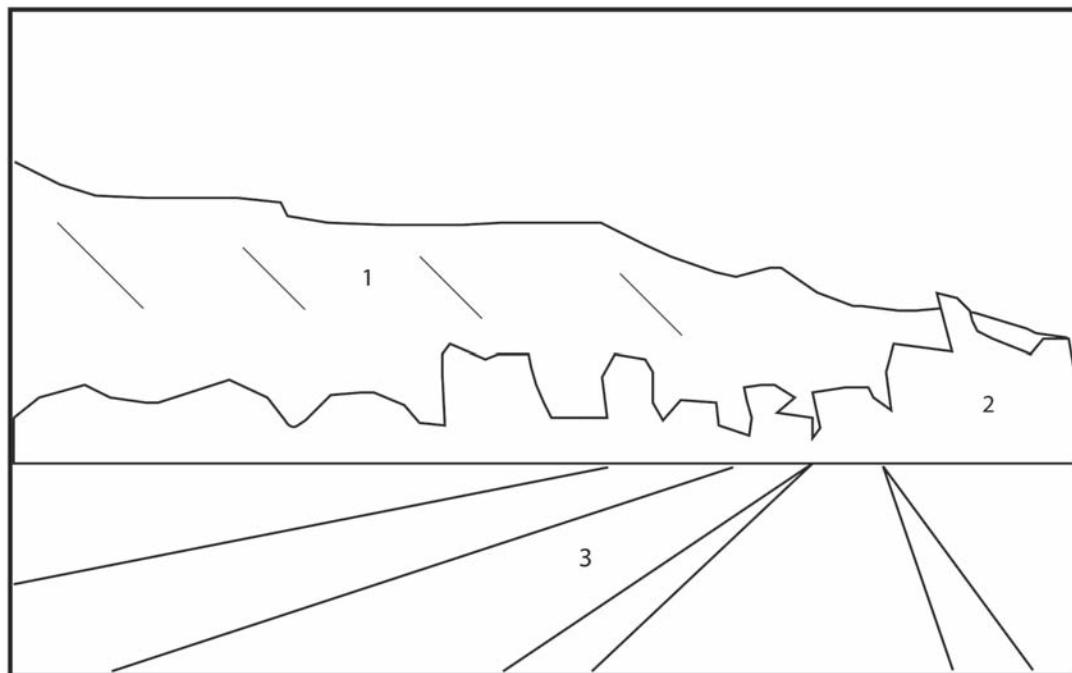


FIG. 6a. et 6b. – Fig. 6a : ferme d'exploitation de microalgues de la société Algatech, kibbutz de Katura, désert du Néguev (© R. Jouan / licences CC-BY-SA / GN Free Documentation License / Wikimedia Commons). Fig. 6b : les nouveaux paysages de l'algoculture : un paysage artificiel en milieu désertique. 1. versants raides de montagne (cône de déjection et éboulis) ; 2. ligne de végétation aride (palmiers) ; 3. champ de photobioréacteurs (100 x 50 mètres), culture d'*Haematococcus pluvialis* (© S. Litzler).

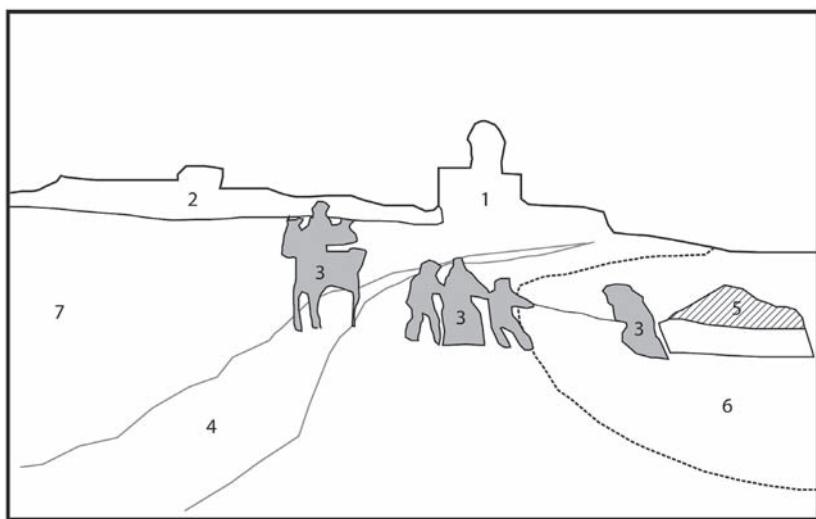


FIG. 7. – Le phare et la plage de Langoz : la récolte du goémon sur l'estran, un paysage de l'algue traditionnel, dessin légendé réalisé à partir de la carte postale « Le phare et la plage de Langoz, pêcheurs tirant un bateau rempli d'algues », Éd. Villard, première moitié du xx^e siècle, Quimper. 1. phare de Langoz ; 2. mur délimitant la plage ; 3. récoltants de goémon ; 4. chemin de parcours de la charrette transportant les algues ; 5. algues (laminaires) ; 6. mer ; 7. plage sableuse de Langoz (© S. Litzler).

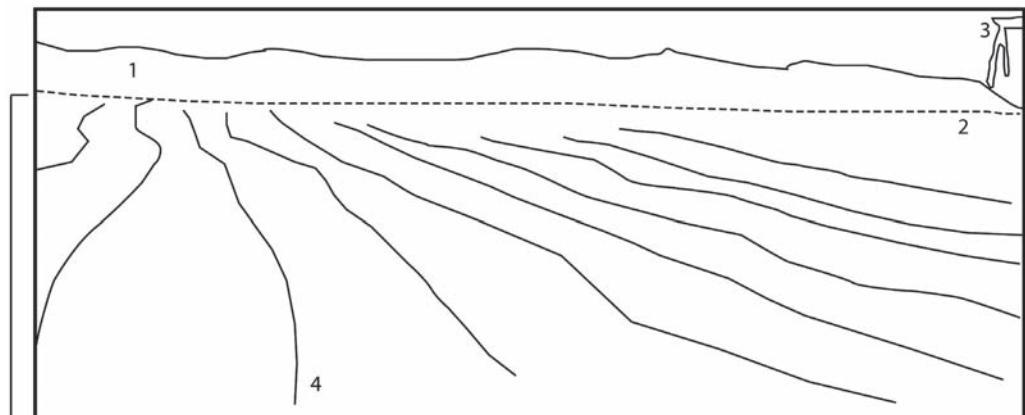
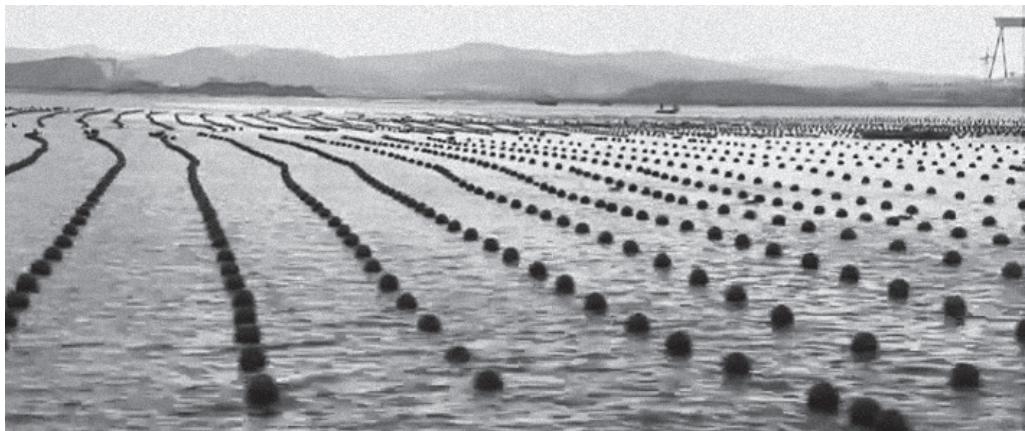


FIG. 8a. et 8b. – Fig. 8a : photographie horizontale de culture de macroalgues dans la baie de Shidao (province de Shandong, Chine), février 2010, orientation sud-ouest (© F. Bresc). Fig 8b : paysage de l'algoculture traditionnelle en Chine, d'après la photographie de F. Bresc. Au premier plan : champ d'algues de Ho Yong. 1. montagnes de Tubu et de Chine ; 2. baie de Shidao ; 3. chantier naval de Shidao ; 4. cultures en ligne de laminaire (© S. Litzler).

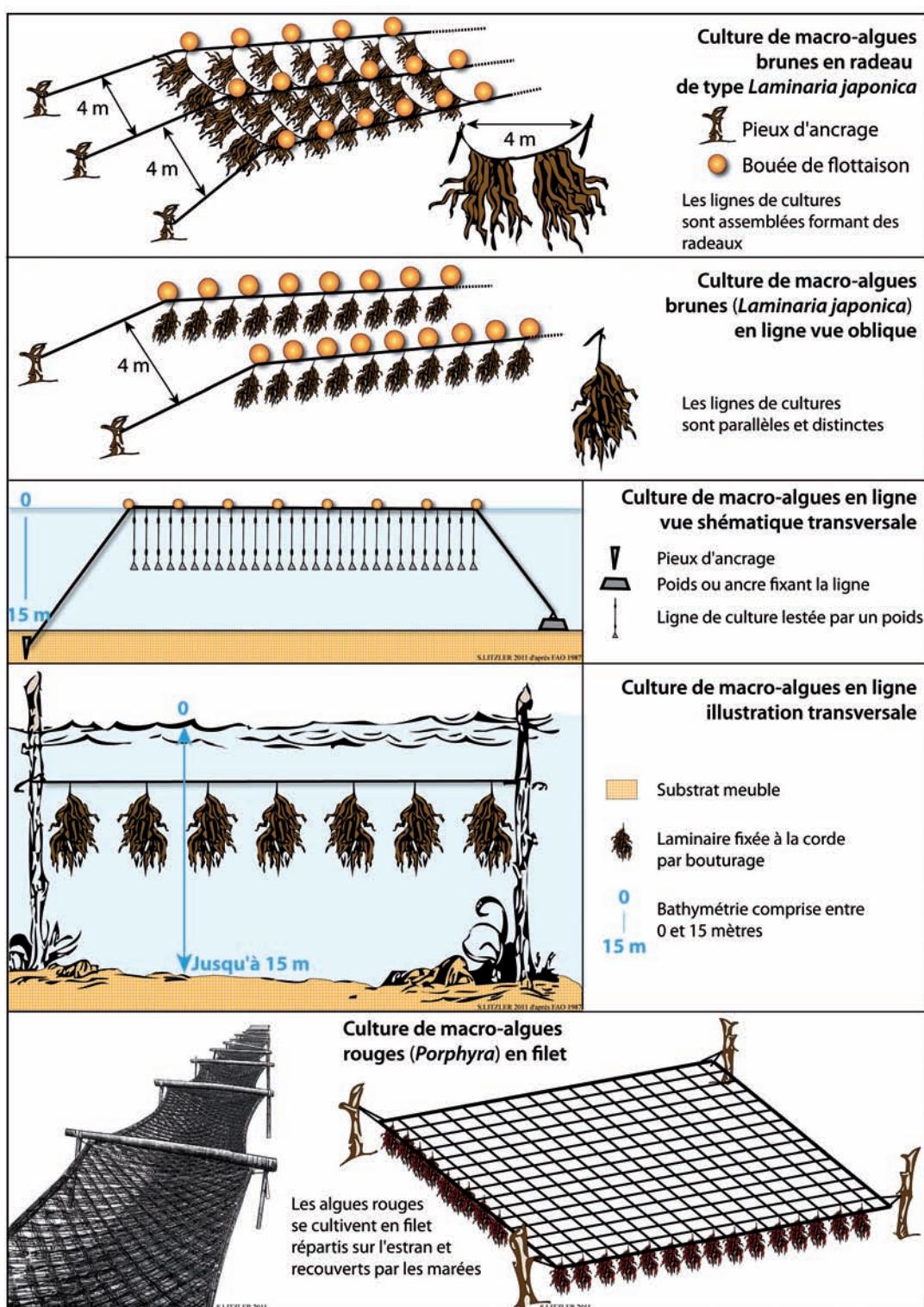


FIG. 9. – Planche illustrative de la culture de algues rouges et brunes en radeaux, cordes et filets (© S. Litzler).

La nouvelle algoculture : paysage de la production des microalgues

Afin de mieux comprendre les implications spatiales de cette activité, il convient de présenter brièvement ces deux modes de cultures. Les *open-pounds* sont un mode de culture extensif et se trouvent dans des paysages de plaines. Les champs ouverts sont des bassins atteignant jusqu'à 100 mètres de longueur pour 15 mètres de largeur et 50 centimètres d'épaisseur. Une roue à aube agite l'eau en permanence, du dioxyde de carbone y est injecté ainsi que 7 milligrammes de sel pour empêcher le développement des bactéries. La spiruline se cultive dans ces types de bassins exposés au soleil ou sous serres (fig. 2 et 4). On trouve ces installations dans les régions bénéficiant d'un fort ensoleillement. En France, le Var est un département qui accueille une vingtaine d'exploitations. Le photobioréacteur est un mode de culture intensif qui se développe majoritairement à l'échelle du laboratoire. Les photobioréacteurs sont des tubes fermés, remplis de dioxyde de carbone, stériles et exposés en permanence à la lumière artificielle. Ils permettent une production de microalgues de l'ordre d'une centaine de kilogrammes par an²⁶ (fig. 5). Israël est un pays qui développe activement cette technologie, notamment dans le désert du Néguev. Il s'agit de bénéficier des avantages des plaines désertiques pour cultiver de manière industrielle des microalgues. La culture de microalgues loin de la mer offre des paysages singuliers (fig. 6a et 6b) et dans une certaine mesure artificialisés.

Les nouveaux paysages économiques des algues

À la fin du XVIII^e siècle, les algues ont été le support d'une activité proto-industrielle fondée sur l'exploitation de la soude extraite des cendres du goémon brûlé. L'activité économique dessine quelques traits du paysage breton : les fours à soude installés sur les bordures continentales de l'estran sont les témoins historiques de l'exploitation chimique des algues. Les paysages contemporains de l'algue sont liés aux différentes exploitations industrielles de cette ressource marine. Une nouvelle perception des algues principalement fondée sur le bien-être thérapeutique crée de nouveaux paysages : ceux de l'algoculture littorale de macroalgues valorisant les molécules alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques des laminaires. C'est ainsi que nous commençons à observer sur le littoral breton la présence de culture en ligne d'*Undaria pinnatifida* ou *wakamé* avec les entreprises C-Weed à Saint-Malo et Aléor à Paimpol (fig. 9). Parallèlement, la culture de microalgues entraîne l'apparition de paysages atypiques, avec l'édification de bassins dans des grandes zones humides littorales. Au cours du XX^e siècle, un glissement s'est ainsi opéré depuis l'« artialisation » en peinture des paysages des algues jusqu'à l'« artificialisation » des algues et de leurs territoires.

Paysage, territoire et identité : la « société paysagiste »

Penser le paysage en géographie, c'est aussi penser le territoire. Le territoire est un espace approprié, aménagé sur lequel l'homme porte un regard. Au-delà du regard, le territoire est également l'identité d'une société qui contrôle cet espace en vue d'accéder à des ressources jugées vitales²⁷. Paysage, territoire et identité sont donc des notions intimement

26. Production pour l'année 2011 réalisée par une entreprise française de culture de microalgues en photobioréacteurs nommée Microphyt. Elle est située sur la commune de Baillargues, à une vingtaine de kilomètres au nord-est de Montpellier. Le directeur de ce site est Arnaud Muller-Feuga, chercheur retraité du Commissariat à l'énergie atomique (CEA) de Cadarache.

27. « Le territoire est d'abord l'espace contrôlé par le pouvoir d'un groupe à son profit et donc le plus souvent aux dépens d'autres groupes dominés, exclus ou marginalisés. Le territoire est objet de conquête ou de défauts, l'enjeu étant, en général, l'accès à une ressource vitale pour le groupe, sa survie et la conservation de son identité. Ce raisonnement fonde l'identification du territoire » (P. Donadieu et M. Périgord, *Clés pour le paysage*, p. 266).

liées, car chaque personne se déplaçant dans un environnement noue un rapport sensible avec celui-ci (vue, odorat, ouïe). De ces sensations naissent des paysages que l'on qualifie de beaux ou de laids. Cependant, selon Pierre Donadieu,

« associées, les notions de territoires et de paysages sont par nature subversives, puisque les projets de spatialité des uns (leur territorialisation) se définissent par rapport aux représentations de l'espace et de la nature des autres²⁸ ».

Ce point théorique est important, car il rappelle que, sur des territoires, il existe plusieurs paysages. Ces derniers sont fonction des acteurs qui aménagent l'espace. En filigrane, se lit la problématique géographique de la gestion des espaces et des conflits d'usage.

Au regard de notre étude, il faut souligner les travaux de Pierre Donadieu sur les marais²⁹. Il évoque notamment le marais du Vistre, en Camargue, et montre que ces milieux sont réaménagés périodiquement par inondation, avec soit des objectifs de réhabilitation des milieux naturels locaux, soit des volontés de reconstitution de la vie sauvage dans les zones humides. Il met en avant l'idée que les identités paysagères naissent et meurent en fonction de l'utilisation du territoire. Ainsi les nouvelles identités paysagères qui apparaissent s'inscrivent-elles dans une logique de projet économique ou écologique, impliquant des acteurs variés (agriculteurs ou ingénieurs écologues).

Le lancement du programme pilote Salinalgue constitue pour notre propos un exemple avantageux des nouvelles dynamiques paysagères de l'algoculture. Ce projet, financé à hauteur de sept millions d'euros, a pour objectif de développer la culture de *Dunaliella salina* dans la zone humide de Gruissan, située à une dizaine de kilomètres au sud-est de Narbonne. Cette microalgue a la particularité d'être naturellement présente dans ce milieu lagunaire salé. Les zones humides offrent de plus des conditions optimales de culture, car elles sont des étendues planes souvent sans relief, idéales pour la construction des bassins. Elles bénéficient également d'un apport en eau semi-salée constant, ce qui peut permettre la création de systèmes d'irrigation nécessaires à la croissance de cette microalgue. La *Dunaliella salina* présente enfin un large éventail de valorisation possible : oméga-3, bêta-carotène, protéines pour l'alimentation aquacole. Cet exemple d'aménagement du territoire coïncide avec l'idée que les identités des paysages se font et se défont au fil des dynamiques d'aménagement. Ainsi, « plutôt que de vouloir restaurer fidèlement des paysages, il serait préférable de projeter dans l'avenir de nouveaux modes de valorisation des ressources³⁰ ». Le projet Salinalgue, dont l'inauguration s'est tenue en avril 2012, montre bien que le paysage est toujours, selon le travail de Pierre Donadieu, un système idéologique. Le paysage des algues se construit à partir d'un système de valeur qui rend compte de sa situation à la fois passée (études des tableaux et des cartes postales) et à venir (algoculture de microalgues et valorisation). Les acteurs de l'algoculture aménagent des territoires nouveaux en créant des paysages. Tous ces éléments se conjuguent pour édifier, selon l'expression de Pierre Donadieu, la « société paysagiste³¹ ». L'algoculture de microalgue dans des zones humides constitue un paysage en devenir, rendant cette activité visible et identifiable. Le paysage est aussi à concevoir comme un outil d'aménagement ; lire les activités dans les paysages, c'est également favoriser leur développement ultérieur dans d'autres espaces.

28. P. Donadieu et M. Périgord, *Clés pour le paysage*, p 267.

29. P. Donadieu, *Paysages de marais*.

30. P. Donadieu et M. Périgord, *Clés pour le paysage*, p. 256.

31. P. Donadieu, *La Société paysagiste*.

L'analyse paysagère : pour une étude comparative de l'algoculture

Cette dernière partie se veut méthodologique ; elle souhaite, à partir de plusieurs dessins légendés, mettre en évidence les dynamiques géographiques des territoires de l'algoculture. Ces dessins sont volontairement simplifiés et s'attachent à représenter les cultures de macro- et de microalgues. L'objectif de cette proposition d'analyse est de montrer que le paysage est un instrument de recherche pertinent pour notre propos.

Les dessins légendés à partir des paysages : méthodologie et comparaison

Nous sommes partis de différentes sources : tableaux, photographies personnelles, et cartes postales. Ce travail a été effectué à partir de plusieurs bases de données ; l'échantillonnage des tableaux a été établi à l'aide du catalogue des expositions permanentes du château-musée de Dieppe³² et des grands tableaux de l'école de Pont-Aven avec les artistes Paul Gauguin et Mathurin Méheut. Des collections de peintres particuliers ont également été explorées à travers les toiles d'Yvonne Jean-Haffen (1995-1993), de Lionel Floch (1895-1972) et de Jean-Julien Lemordant (1878-1968). Une trentaine de cartes postales historiques à caractère folklorique ont été analysées en consultant, entre autres, l'entrée « Bretagne » dans la base de données *Mémoire* du ministère de la Culture. Chaque source est spécifiée dans le titre de la figure. Chaque dessin possède sa légende simplifiée. Nous avons raisonnablement par plans horizontaux et effets de perspective. Les algues sont identifiables par la même sémiologie graphique (hachures). Les installations de culture des macroalgues et des microalgues sont précisées. Nous avons voulu garder une cohérence visuelle entre ces différents dessins afin de faciliter le traitement des résultats.

Le premier dessin est réalisé à partir d'une carte postale datant du début du xx^e siècle et qui appartient aux éditions Villard (fig. 7). Elle est intitulée « Le phare et la plage de Langoz, pêcheurs tirant un bateau rempli d'algues » et elle met en évidence un paysage traditionnel de ramassage d'algues sur l'estran. Nous ne pouvons malheureusement pas offrir une reproduction de cette image car elle est la propriété intellectuelle de la sous-direction chargée de l'Inventaire général du patrimoine culturel³³. Dans le dessin réalisé à partir d'une technique de calques posés sur l'image (dessin fait avec le logiciel Adobe Illustrator), nous avons mis l'accent sur les outils de travail (charrette, barque, corde) et sur les récoltants des laminaires afin d'insister sur la pénibilité de la récolte du goémon. Ce dessin légendé est pertinent lorsqu'il est confronté à la même technique de dessin appliquée à la peinture de Mathurin Méheut (fig. 1). Il est intéressant de noter que ces deux documents se font ici écho : récoltants, charrettes, chevaux et outils de travail (échelle) se retrouvent sur les deux dessins légendés (fig. 1 et 7). C'est alors une atmosphère de lourd labeur qui se dégage de ces documents. Mathurin Méheut va même plus loin dans la représentation de cette activité traditionnelle : le rouge des laminaires échouées est omniprésent, agressif, voire oppressant. Les algues rouges sont présentes sur toute la toile et témoignent également de l'ampleur du marnage, car elles se retrouvent à l'arrière-plan, sur l'estran et sur les falaises rocheuses. Les échelles sont alors utilisées pour les récolter en hauteur. Le seul élément qui diffère est la temporalité de la marée : sur le dessin de la figure 7, la marée est haute, alors que sur la peinture de Mathurin Méheut, l'estran est représenté à marée basse.

32. Ces collections sont accessibles en ligne à l'adresse suivante : www.musees-haute-normandie.fr/fiche.php3?lang=fr&id_article=2.

33. Cette carte postale est toutefois accessible en ligne : www.culture.gouv.fr/public/mistral/memoire_fr?ACTION=RETRouver&FIELD_1=INSEE&VALUE_1=29135&NUMBER=29&GRP=0&REQ=%28%2829135%29%20%3aINSEE%20%29&USRNAME=nobody&USRPWD=4%24%2534P&SPEC=9&SYN=1&IMLY=&MAX1=1&MAX2=1&MAX3=50&DOM=Tous.

Ces dessins légendés facilitent ainsi une démarche comparative en classant les éléments identiques. Parallèlement, cette analyse paysagère permet de saisir les différences.

Des paysages pour souligner des différences

La culture des macroalgues se distingue de celle des microalgues. Les espaces sont différents : l'algoculture de macroalgues trouve un emplacement favorable dans les eaux littorales protégées comme les baies, alors que l'algoculture de microalgues tend à se développer dans des espaces tabulaires exposés au soleil. Le paysage est un élément indispensable qui permet la distinction de ces deux types de cultures. Afin de mieux comprendre les différences entre ces deux algocultures, nous avons réalisé deux figures : une culture traditionnelle de macroalgues en Chine dans la baie de Shidao effectuée à partir d'un cliché personnel (fig. 8a et 8b) et une culture technologique de microalgues dans le désert du Néguev en Israël (fig. 6a et 6b). Tout d'abord, Shidao est le premier port de pêche de Chine avec une zone économique marine de 220 000 hectares. Divers produits de la mer (coquillages, concombres de mer, abalones, algues) y sont cultivés dans un système de polyculture. Le site abrite également un chantier naval important. Dans un deuxième temps, le choix du site du kibbutz de Katura est déterminé par des données climatiques : forte exposition annuelle au soleil et, pouvons-nous supposer, présence d'eau dans les nappes aquifères. La productivité des photobioréacteurs y est optimale. La microalgue cultivée est *l'Haematococcus pluvialis* (couleur rouge des tubes, voir fig. 6a). Cette microalgue est une source d'astaxanthine, un caroténoïde servant à l'alimentation de saumons et des crustacés, notamment pour leur donner un aspect plus « rose ». L'astaxanthine est aussi un antioxydant qui participe à la prévention des maladies cardio-vasculaires. Cette astaxanthine naturelle est un produit à forte valeur ajoutée, qui s'échangeait sur le marché mondial à 7 000 dollars le kilogramme en 2009.

Les dessins légendés mettent en avant ces caractéristiques. La figure 8b montre, au premier plan, le champ d'algues (Ho Yong) composé de lignes de culture (fig. 9). Ces dernières sont parfaitement visibles ; elles sont faites de cordes suspendues par une succession de bouées (fig. 9). Ces cordes soutiennent des boutures de laminaires qui croissent progressivement avant d'être ramassées par des pêcheurs en barque. À l'arrière-plan, on distingue les grues du chantier naval de Shidao. La figure 6b offre un autre paysage : celui d'une algoculture hautement technologique se déployant dans le désert : on distingue à l'arrière-plan un massif montagneux désertique, caractérisé par des versants secs, des cônes de déjections et des éboulis. Une ligne d'horizon composée d'arbustes et de palmiers confirme la sécheresse du climat. Au premier plan, on aperçoit le champ de photobioréacteurs : ces tubes sont la preuve d'une production à l'échelle industrielle de microalgues. Ces deux dessins légendés illustrent les différences majeures entre les cultures de macro- et de microalgues. Le paysage est l'espace visible dans le champ du regard, il est aussi un espace organisé par un observateur. L'observateur géographe découpe les paysages et montre les grandes cellules paysagères à l'aide de dessins légendés. Cette méthode constitue une démarche pertinente pour mettre en évidence les dynamiques spatiales de l'algoculture.

Nous avons tenté de mettre en lumière les différents visages de l'algue et de ses paysages. Dans cette approche historique et géographique, nous avons voulu montrer les évolutions économiques et sociales qui modifient les perceptions des algues. Les paysages de l'algue se diversifient : répulsion, peur, puis attrait scientifique, objet d'art et d'histoire, et enfin image de la biodiversité marine et des ressources du futur. Le paysage constitue ici un outil indispensable de la géographie pour montrer les dynamiques économiques et

sociales de la culture des algues. Des paysages inédits de l'algoculture apparaissent : ils sont le résultat d'une nouvelle activité à haute technologie et produisant des molécules à forte valeur ajoutée. Ces paysages sont aussi en voie d'artificialisation et cette nouvelle algoculture soulève aujourd'hui des problématiques transversales à la géographie et à la recherche paysagère. À la suite du projet Salinalgue amené à se développer dans les zones humides de Gruissan, il convient de se demander si l'algoculture, en tant qu'activité économique, peut suivre les mêmes évolutions que les paysages salicoles traditionnels et devenir, à terme, un patrimoine paysager. Si l'on se réfère aux travaux du géographe Pierre Donadieu, cette question du patrimoine paysager est d'abord liée à la volonté ou non d'une société de contrôler et d'identifier son territoire³⁴. Si ce paysage de culture de microalgues dans des marais connaît un rite d'appropriation par des groupes sociaux, alors, d'une certaine manière, il pourra s'édifier en territoire producteur de richesse et porteur d'une identité sociale et patrimoniale. Le travail du géographe est donc de suivre activement ces évolutions.

Bibliographie

BUACHE Philippe, *Cartes et Tables de la géographie physique ou naturelle*, Paris, 1754.

CENTRE D'ÉTUDE ET DE VALORISATION DES ALGUES (CEVA), « L'algoculture : une opportunité pour la Bretagne », diaporama présenté lors du salon Conhy pêche à Saint-Malo, 14 avril 2011, par le Cluster produits de la mer, nutrition et santé, 2011, en ligne : www.ceva.fr/fre/PRODUITS-SERVICES/ALGUES-MATIERE-PREMIERE/PROJET-Breizh-Alg/ Algoculture-Une-opportunite-de-diversification.

COPPENS Laurent, *Les Algues : poésies*, Dunkerque, C. Lallou, 1836.

CORBIN Alain, *Le Territoire du vide : l'Occident et le désir du rivage, 1750-1840*, Paris, Flammarion (Champs, 218), 1990.

DONADIEU Pierre (dir.), *Paysages de marais*, Paris, J.-P. de Monza, 1996.

DONADIEU Pierre, *La Société paysagiste*, Arles / Versailles, Actes Sud / École nationale supérieure du paysage, 2002.

DONADIEU Pierre et PÉRIGORD Michel, *Clés pour le paysage*, Gap / Paris, Ophrys (Géophrys), 2005.

GEORGE Pierre (dir.), *Dictionnaire de la géographie*, Paris, Presses universitaires de France, 1970.

LAPEYRÈRE Étienne, « Algues récoltées dans l'eau et dans la boue thermale de l'établissement des Baignots à Dax », *Bulletin de la Société de Borda*, 45^e année, 1^{er} trim. 1921, p. 19-29.

LE BOUËDEC Gérard, PLOUX François, CÉRINO Christophe, GEISTDOERFER Aliette (dir.), *Entre terre et mer : sociétés littorales et pluriactivité (XV^e-XX^e siècle)*, Rennes, Presses universitaires de Rennes (Histoire), 2004.

34. « [...] le patrimoine correspond aux biens hérités qu'un groupe social revendique pour lui et sa descendance, en tant que contribution à son identité » (P. Donadieu et M. Périgord, *Clés pour le paysage*, p. 253).

LERAT Yannick et SASSI Jean-François, « Old Chemistry to Replace New Petrochemistry », communication du colloque international Alg'n'Chem, « Algae New Resources for Industry », 7, 8, 9 et 10 novembre 2011, Montpellier.

MULLER-FEUGA Arnaud, *Microalgues marines : les enjeux de la recherche*, Plouzané, Éd. de l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Bilans & Prospectives), 1997.

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE (FAO), *Annuaire statistique des pêches et de l'aquaculture*, Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Fisheries and Aquaculture Department, 2010.

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE (FAO), *The State of the World Fisheries and Aquaculture*, Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Fisheries and Aquaculture Department, 2010.

PITTE Jean-Robert, *Histoire du paysage français : de la préhistoire à nos jours*, Paris, Tallandier, 2003.

RECLUS Élisée, *Les Phénomènes terrestres : les mers et les météores*, Paris, Hachette et C^{ie}, 1872.

ROGER Alain, *Court traité de paysage*, Paris, Gallimard (Bibliothèque des sciences humaines), 1997.

ROGER Alain, « Le paysage n'existe pas, il faut l'inventer (Henri Cueco) », dans *Patrimoine et Paysages culturels*, actes du colloque de Saint-Émilion, 30, 31 mai et 1^{er} juin 2001, Bordeaux, Éd. Confluences / Renaissance des cités d'Europe (Des lieux et des liens), 2001, p. 55-63.

Georges Pouchet, les fonds marins et l'océanographie

Bénédicte PERCHERON
Doctorante en histoire contemporaine
Docteur en musicologie, université de Rouen

Extrait de : Jean-Pierre Gély (dir.), *Perceptions scientifiques du monde marin*, éd. électronique, Paris, Éd. du Comité des travaux historiques et scientifiques (Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques), 2012.

Cet article a été validé par le comité de lecture des Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques dans le cadre de la publication des actes du 135^e Congrès national des sociétés historiques et scientifiques tenu à Neuchâtel en 2010.

Résumé

Titulaire de la chaire d'anatomie comparée du Muséum national d'histoire naturelle de Paris et directeur du laboratoire de pisciculture de Concarneau, Georges Pouchet (1833-1894) se spécialise dans l'étude des cétacés et l'océanographie. De 1870 à 1894, il passe plusieurs mois par an à parcourir les mers du Nord ou encore à étudier les espèces marines. À chacune de ses expéditions, il rapporte de nouveaux spécimens, dont plusieurs cétacés, mais aussi de nombreux témoignages sur le paysage marin, parfois illustrés de dessins ou encore de photographies, qui intègrent les collections du Muséum d'histoire naturelle de Rouen, de la Société de géographie de Paris ou encore de la Société de biologie de Paris. Chacune de ses expéditions fait l'objet d'une publication et de très nombreuses notes de travail, conservées au muséum de Rouen, fondé par son père, le naturaliste Félix-Archipème Pouchet. Ces archives témoignent de sa fascination pour l'univers marin et ses différents paysages.

Mots-clés

Georges Pouchet, océanographie, coloration des animaux, pisciculture, cétacés, plancton, température des mers, sardine.

Abstract

Holder of the chair of comparative anatomy in the Muséum national d'histoire naturelle de Paris and director of the maritime laboratory in Concarneau, Georges Pouchet (1833-1894) specialized in the study of cetaceans and oceanography. From 1870 till 1894, he spent several months a year exploring the North Sea and also studying the marine species. In each of his expeditions, he brought back new specimens, among which several cetaceans, but also numerous testimonies on the seascape, sometimes illustrated with drawings or with photographs, which integrate the collections of the Muséum d'histoire naturelle de Rouen, the Société de géographie de Paris or the Société de biologie de Paris. Each of his expeditions was the object of a publication and many works, preserved in the museum of Rouen, established by his father Félix-Archipème Pouchet. These archives are a testimony to his fascination for the marine universe and its various seascapes.

Keywords

Georges Pouchet, Oceanography, color of animals, fish farming, whales, plankton, temperatures of sea, sardine.

Au milieu du XIX^e siècle, les fonds marins sont totalement inconnus. Parallèlement à l'exploration des continents africains et asiatiques apparaît une volonté de mieux connaître ces zones inexplorées dans les années 1860. Les Anglais Wyville Thomson et William Benjamin Carpenter sont pionniers dans cette discipline, avec l'organisation de quatre voyages consacrés à cette question, dont la fameuse et productive expédition Challenger qui se déroule de 1872 à 1878¹. La rivalité entre l'Angleterre et la France se déplace également sur la mer, voire sous la mer. La France organise entre 1880 et 1882 une première mission, à bord du *Travailleur* le long des côtes de la Méditerranée. Toutes les grandes puissances occidentales lancent alors des expéditions de ce genre, cependant c'est la principauté de Monaco qui propose, à partir de 1887, des missions qui rivalisent sérieusement avec celles de l'Angleterre. Dans la première, à son bord, se trouve Georges Pouchet, le directeur du laboratoire de pisciculture de Concarneau et titulaire de la chaire d'anatomie comparée du Muséum national d'histoire naturelle de Paris. Spécialiste des cétacés, de 1870 à 1894, celui-ci passe plusieurs mois par an à parcourir les mers du Nord ou encore à étudier les espèces marines. À chacune de ses expéditions, il rapporte de nouveaux spécimens, dont plusieurs cétacés, mais aussi de nombreux témoignages sur le paysage marin, parfois illustrés de dessins ou encore de photographies. Il est le premier à étudier certaines espèces marines, comme le plancton. Toutefois, dans quelle mesure peut-on dire que Georges Pouchet est un scientifique de l'étude de la couleur de la mer et du paysage marin ? Afin de répondre à cette question, il nous faut tout d'abord revenir sur des éléments biographiques dans l'optique de mieux appréhender la carrière de ce chercheur. Par la suite, il nous faut nous intéresser à son travail sur la description scientifique et personnelle de la mer, avant de s'arrêter sur ses travaux consacrés à l'étude des fonds marins.

Éléments biographiques

Georges Pouchet (fig. 1) voit le jour à Rouen le 26 février 1833², d'un naturaliste de grande réputation, le partisan de la génération spontanée, Félix-Archipème Pouchet³. Il débute ses études générales au Collège royal de la ville⁴ et suit, en compagnie de son père, les cours municipaux d'histoire naturelle dans les galeries du muséum. Britannique par sa mère, il parle couramment anglais et, par ce biais, noue des relations avec des notabilités anglo-saxonnes, notamment le naturaliste Richard Owen. En 1851⁵, il devient aide naturaliste bénévole au muséum municipal et, en 1855, préparateur d'histoire naturelle à l'École préparatoire à l'enseignement supérieur des sciences et belles-lettres de Rouen.

1. Pour plus de renseignements sur les voyages scientifiques au XIX^e siècle, voir T. Rice, *Voyages : trois siècles d'explorations naturalistes*.

2. Collège royal de Rouen, année 1844, copie de l'acte de naissance d'Henry-Charles-Georges Pouchet (arch. dép. Seine-Maritime, 1T1671).

3. Félix-Archipème Pouchet (né en 1800 et décédé à Rouen en 1872).

4. Collège royal de Rouen, année 1844 (arch. dép. Seine-Maritime, 1T1671). Pour les dates de nomination, voir le dossier de carrière de Georges Pouchet (Arch. nat. Paris, F/17/23046).

5. G. Pennetier, « Le muséum de Rouen en 1900 », p. 5. Il est aussi nommé, en 1855, préparateur d'histoire naturelle à l'École préparatoire à l'enseignement supérieur des sciences et belles-lettres de Rouen.

À cette époque, il souhaite devenir anthropologue et prend part à une expédition au Soudan, visant à découvrir les sources du Nil⁶. En 1864, il soutient une thèse de médecine intitulée « Des colorations de l'épiderme⁷ », qui s'inscrit dans le cadre de recherches anthropologiques. L'année suivante, il est nommé aide naturaliste au Jardin des Plantes de Paris, à la chaire d'anatomie comparée. Après de nombreux soucis avec ses supérieurs, il est révoqué le 18 mars 1869⁸, en raison d'un article qu'il fait publier dans *L'Avenir national*. Il y dénonce les nouvelles orientations de l'établissement, qui tend, selon lui, à devenir une école d'agronomie. Malgré tout, il soutient quelques mois plus tard sa thèse de sciences naturelles, intitulée « Mémoire sur l'encéphale des Édentés⁹ ». Après sa révocation, il obtient l'autorisation, en 1870, d'effectuer une mission au laboratoire de pisciculture de Concarneau¹⁰ (fig. 2), afin de faire des recherches sur l'embryologie histologique du système nerveux des poissons. Pendant la guerre, il est réquisitionné dans le service de santé de l'armée et, du 18 au 22 novembre¹¹, se voit confier par Jules Ferry le secrétariat général de la préfecture de police.

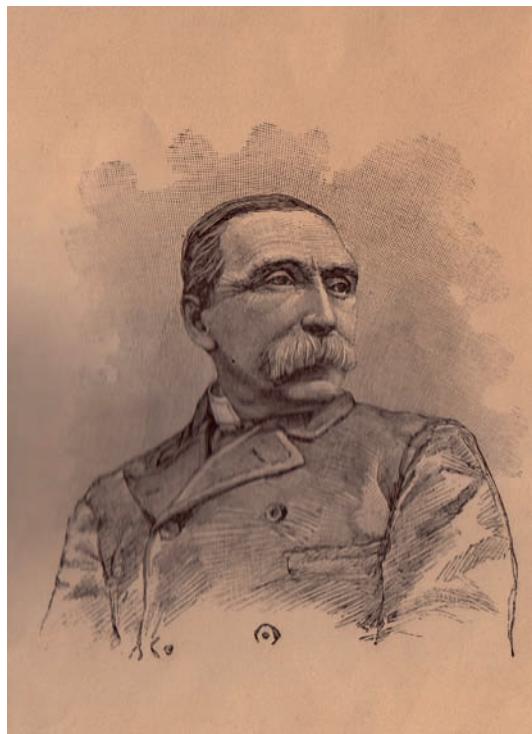


FIG. 1. – Portrait de Georges Pouchet, extrait de H. Beauregard, « Georges Pouchet (1833-1894) », hors texte, arch. muséum d'Histoire naturelle de Rouen (© muséum d'Histoire naturelle de Rouen).

6. En 1856, Ferdinand de Lesseps est missionné par le vice-roi d'Égypte, Mohammed Saïd Pacha, afin de découvrir les sources du Nil. Confiant le commandement de l'expédition au comte Stanislas d'Escayrac de Lauture, une équipe de plusieurs scientifiques français, dont Georges Pouchet, et de dessinateurs est constituée (compte rendu manuscrit de la séance du 10 novembre 1856, instructions relatives au voyage à la recherche des sources du Nil blanc sous le commandement du comte d'Escayrac de Lauture, arch. Académie des sciences).

7. G. Pouchet, *Des colorations de l'épiderme*.

8. Dossier de carrière de Georges Pouchet (Arch. nat. Paris, F/17/23046).

9. G. Pouchet, « Mémoire sur l'encéphale des Édentés », p. 658-675.

10. Les arrêtés de missions sont conservés dans le dossier de missions de Georges Pouchet (Arch. nat. Paris, F/17/2998).

11. H. Beauregard, « Georges Pouchet (1833-1894) », p. 4.



FIG. 2. – Photographie du laboratoire de pisciculture de Concarneau, v. 1870,
arch. muséum d'Histoire naturelle de Rouen, GPO 17 (© muséum d'Histoire naturelle de Rouen).

À la fin de la guerre, il ouvre des cours¹² d'histologie, rue du Jardinet, avant de devenir, deux ans plus tard, directeur adjoint du laboratoire d'histologie à l'École des hautes études. Parallèlement, il poursuit ses recherches au laboratoire de Concarneau, notamment sur les changements de coloration chez les poissons et crustacés. Il mène, de même, des recherches embryogéniques. En 1875, en tant que suppléant de Paul Bert, il assume les cours de physiologie à la Sorbonne et postule, un an après, pour le poste de maître de conférences d'histoire naturelle à l'École normale supérieure, qu'il obtient le 6 mai 1876. Après dix années de mise à l'index du Muséum national, le 1^{er} août 1879, il succède à Paul Gervais à la prestigieuse chaire d'anatomie comparée. Il effectue, dans les collections, un important travail de classement et d'inventaire. Parallèlement, il consacre son cours à l'anatomie macroscopique et introduit pour la première fois au sein de l'institution des cours d'anatomie microscopique. Cette même année, il prend, avec Charles Robin, la direction du laboratoire de Concarneau. En raison des collections de la galerie d'anatomie comparée du Muséum national, il s'intéresse à l'anatomie des cétacés et participe à des missions scientifiques, afin de pouvoir les étudier, notamment en 1880 à Lisbonne et aux Açores et en 1881 en Laponie.

Outre ses travaux autour des cétacés, il s'intéresse à la nature du sang des animaux. L'étude de la faune marine fait aussi toujours partie de ses sujets de prédilection. À partir de 1886, il débute des recherches autour de la sardine¹³. Il entreprend pendant plusieurs années des études sur le poisson et permet ainsi aux pêcheurs de la région de Concarneau de mieux comprendre la présence ou l'absence de la sardine sur les côtes bretonnes¹⁴. Il prend part également aux débats qui animent les marins et les habitants de la côte sur les questions relatives à l'utilisation des filets utilisés par les pêcheurs. Il défend notamment l'emploi

12. Pour des renseignements sur son enseignement, voir *ibid.*

13. Notamment : G. Pouchet, « La sardine de la Méditerranée ».

14. H. Beauregard, « Georges Pouchet (1833-1894) », p. 17.

raisonné des seines¹⁵ sur les côtes bretonnes qui sont accusées de détruire les fonds marins. Il conclut sur ce sujet que les variations de quantité de sardines présentes le long des côtes bretonnes sont « indépendante[s] de toute action de l'homme¹⁶ ».

En 1887, il participe à nouveau à une expédition océanographique. Il embarque à bord du yacht du prince de Monaco, *L'Hirondelle*, afin d'étudier les courants marins, puis, deux ans plus tard, en 1889, il réalise un voyage aux îles Féroé pour y étudier, entre autres, les cétopontes présents en grande quantité autour de l'île. À son retour, en 1891, il repart pour l'Islande et publie par la suite un récit de voyage. Enfin, en 1893, toujours au fait des avancées scientifiques, il se rend aux États-Unis à l'Exposition internationale de Chicago. Peu de temps après son retour, en février 1894, il tombe brutalement malade et décède le 29 mars.

Travailleur infatigable, Georges Pouchet est à l'origine d'environ trois cents publications¹⁷ dans des domaines scientifiques très diversifiés. De cette profusion de sujets d'étude sont nées des accusations « de commencer beaucoup d'œuvres et de ne point les terminer¹⁸ ». Son collaborateur Henri Beauregard explique cette raison en évoquant son peu d'intérêt pour les honneurs et l'argent¹⁹. Il a cependant essentiellement augmenté et diversifié ses sujets d'étude les années au cours desquelles il s'est retrouvé sans fonction officielle. Une volonté de reconnaissance scientifique, une grande curiosité et une vaste culture générale peuvent également expliquer cette considérable quantité de publications. Malgré tout, quelques importantes questions scientifiques constituent le fondement de son travail, particulièrement celles liées à l'océanographie. Aussi consacre-t-il plusieurs travaux autour des différents éléments qui constituent la mer, notamment ceux relatifs à sa couleur.

Décrire la mer : coloration et température

Par son action à la tête du laboratoire de pisciculture de Concarneau, Georges Pouchet est à plusieurs reprises sollicité pour des missions scientifiques à caractère océanographique. De celles-ci, il rapporte de nombreuses photographies, dessins ou encore récits, qui viennent enrichir les connaissances dans le domaine de la géographie des fonds marins ou encore sur le paysage marin. Décrire la mer d'un point de vue scientifique, en prenant en compte des mesures précises, comme la température de l'eau, les courants marins ou encore les variations de couleur de la mer en cherchant à ne pas être influencé par des paramètres subjectifs ont fait l'objet de plusieurs recherches. En 1881²⁰, il organise une mission gouvernementale, avec Jules de Guerne et Théodore Barrois, à la grande pêcherie de Vadsö en Norvège pour y recueillir des collections anatomiques et zoologiques destinées au Muséum national d'histoire naturelle. Il y rapporte un grand nombre d'espèces, notamment des cétacés remarquables, dont « les squelettes de *Balaenoptera Sibbaldii*, mâle et femelle, longs de 26 et 28 mètres²¹ » qui sont installés dans la galerie de zoologie du Muséum national.

Durant cette expédition, non seulement il étudie les techniques de pêche norvégiennes, mais surtout il effectue des relevés de température de l'eau qu'il publie dans un court recueil intitulé *Expériences sur les courants de l'Atlantique nord*. Il cherche systématiquement

15. G. Pouchet, *L'Emploi des seines à sardines*.

16. *Ibid.*, p. 15.

17. P. Jaussaud et É.-R. Brygoo, *Du jardin au Muséum en 516 biographies*, p. 427.

18. H. Beauregard, « Georges Pouchet (1833-1894) », p. 18.

19. *Ibid.*

20. Dossier de missions de Georges Pouchet (Arch. nat. Paris, F/17/2998).

21. H. Beauregard, « Georges Pouchet (1833-1894) », p. 16.

à étudier les animaux dans leur milieu naturel et surtout à mettre en évidence les relations entre le milieu, la faune et la flore. Son étude donne naissance à des descriptions très poussées de l'écosystème. Ainsi, pour l'Atlantique nord, précise-t-il que

« la température des eaux s'abaisse assez régulièrement avec la profondeur [...]. Le lit des eaux est une argile verdâtre, émiettement des roches granitiques environnantes. Peu d'animaux vivent sur ce fond presque glacé et désolé : des vers enfermés dans leurs tubes, de petites étoiles de mer aux longs bras, mais qui demeurent immobiles, roulées sur elles-mêmes, comme paralysées par le froid²² ».

Au retour de ce voyage, les différentes recherches réalisées prennent place dans des publications, notamment dans *Mission de Laponie*²³, illustrée de photographiques, en 1881, et comprenant de nombreuses notes sur les baleines.

En 1887, à bord du yacht *L'Hirondelle* du prince Albert de Monaco, il effectue une expérience sur la question de la coloration de la mer, car, selon lui, « la question des eaux vertes de l'Océan relève vraisemblablement de la biologie²⁴ ». Entre l'Amérique et l'Europe, il note quotidiennement « la couleur de la mer, en ayant soin de ne pas [s]'en rapporter seulement à [s]es impressions personnelles²⁵ ». Il cherche encore une fois à établir une relation entre les animaux, les végétaux et les substances qui les constituent et la couleur de l'Océan. Il constate qu'« en pêchant au filet fin à la surface des eaux vertes de l'Océan on rapporte, la plupart du temps, une récolte abondante de végétaux microscopiques colorés par la diatomine²⁶ », laquelle est une classe d'algue qui selon lui pourrait provoquer la couleur de la mer.

Dans ses récits de voyage, il donne pourtant de très nombreuses descriptions et impressions personnelles des paysages qu'il rencontre. En 1892, il effectue des recherches dans les eaux de l'océan glacial arctique à bord de *La Manche*. Il visite tout d'abord l'île de Jan-Mayen, puis le Spitzberg. Au fond du Bell Sound, il s'intéresse au plancton et effectue des relevés hydrographiques et géologiques. En arrivant près de l'île de Jan-Mayen, il évoque ainsi « un entassement formidable de glaçons énormes chassés, refoulés tantôt d'un côté et tantôt de l'autre. En sorte que le plus ordinairement, sous le vent de l'île, la mer rest[e] libre²⁷ ». Cependant, chez Georges Pouchet, les descriptions les plus saisissantes relatives à la mer sont celles où l'impact de l'action humaine est visible. En Islande, il décrit plusieurs pêcheries de baleines et s'attarde sur l'aspect et les odeurs dégagés par les cétacés en décomposition. Il commence tout d'abord par une pêcherie dans la région de Thingeyri :

« Un peu plus haut sur le fjord, est la pêcherie de baleines dont les émanations valent au moins celles de la fonderie d'huile de squale que nous avons près de nous. La pureté de l'air du fjord souffre, on le croira sans peine, de ce double voisinage. Ce ne serait rien encore, si d'immenses quartiers de baleine pourris, échoués ça et là, ne répandaient pas une odeur abominable. Mais, de même qu'en toutes choses, l'habitude finit par triompher et nul n'y fait attention. Ces masses de chairs flottantes laissent échapper des millions – oui, des millions – de larves de mouches dont les truites se montrent particulièrement friandes ; aussi abondent-elles dans les eaux du fjord ; on les prend à la ligne, au filet, comme et autant que l'on veut ; on les tue à coups de fusil²⁸. »

De cette eau putride, il réussit néanmoins à trouver un sujet d'étude qui met, encore une fois, au jour les rapports étroits entre la faune, la flore et le milieu. De fait, indique-t-il,

22. G. Pouchet, « Un séjour en Laponie », p. 315.

23. G. Pouchet, *Mission de Laponie : à bord de la corvette Le Coligny, mai-août 1881*.

24. G. Pouchet, « Les eaux vertes de l'Océan », p. 5.

25. *Ibid.*

26. *Ibid.*

27. G. Pouchet, *En Islande*, p. 2.

28. *Ibid.*, p. 12.

« dans cette eau si peu engageante, j'a[i] trouvé un curieux sujet d'étude, un être microscopique, un Rotifère qui pullule là, mais avec une abondance qu'on ne p[eu]t soupçonner et qu'il faut avoir vu pour s'en faire une idée. Un filet de fine étamine, promené dans les eaux du fjord l'espace de quelques mètres, revient chargé de cette poussière vivante. La masse de ces bêtes microscopiques, si on la suppos[e] réunie, dépasse certainement celle de tous les autres animaux vivants du fjord. On en chargerait des trains entiers de chemin de fer²⁹ ».

Cette remarque, au demeurant anodine, est en réalité d'une portée capitale. Georges Pouchet est en effet le premier biologiste à mettre au jour l'importance, non seulement par la quantité mais aussi par le rôle, des micro-organismes marins, notamment du plancton. Il publie en 1893 une étude sur ces organismes intitulée « Sur le Plankton [sic] de la lagune nord de Jan-Mayen ». Georges Pouchet a également été un des premiers biologistes à travailler sur les fonds marins.

Georges Pouchet et l'étude des fonds marins

En effet, grâce aux moyens matériels dont il a disposés au vivier-laboratoire de Concarneau, Georges Pouchet a eu l'occasion de mener de nombreuses études novatrices en matière d'océanographie, même si beaucoup ne sont restées qu'à l'état d'ébauche. Après la guerre de 1870, alors qu'il se retrouve sans poste fixe, il sollicite une mission au laboratoire de pisciculture de Concarneau. L'établissement, entièrement dédié à la recherche scientifique dans le domaine de la pisciculture, offre un espace de travail original et un matériel de pointe pour la recherche. L'institution est pourvue de plusieurs salles de travail, d'un aquarium, ainsi que d'une goélette, *La Perle*, et d'un équipage attaché aux différentes missions de la station. En 1870, la station est dirigée par Victor Coste, le fondateur du vivier-laboratoire de Concarneau. Fondé en 1859³⁰, l'établissement, unique en Europe, est à l'époque où Georges Pouchet y effectue sa première mission, une institution pilote. Elle offre des conditions d'étude exceptionnelles qui séduisent Pouchet, lequel sollicite, quelques mois après son premier passage à Concarneau, une seconde mission auprès du ministère de l'Instruction publique.

Au cours des mois de janvier et février 1872³¹, il y retourne afin d'étudier les changements de couleur chez certains poissons. Il réalise des recherches sur « le siège de ces changements, et sur les influences qui les provoquent³² ». À la mort de Victor Coste, en 1873, « le bâtiment et les viviers, abandonnés à la garde d'un homme complètement étranger aux sciences, détournés de leur destination, [a failli] échapper aux mains de l'État, qui [a] cependant fait tous les frais de leur construction³³ ». La station est néanmoins reprise par Charles Robin, avec qui il dirige l'établissement. Ils y font effectuer des travaux au sein des bâtiments de la station devenus vétustes³⁴.

Grâce à ces installations, il a pu entreprendre des expériences de grande ampleur dans le domaine de la pisciculture et de l'océanographie. Au cours des années 1880, Georges Pouchet commence d'importantes recherches sur la sardine, en raison des pénuries de poissons, de 1880 à 1882 et de 1884 à 1886, qui touchent sévèrement l'industrie de la sardine dans la région de Concarneau. En avril 1887³⁵, une commission d'enquête, menée

29. G. Pouchet, *En Islande*, p. 12.

30. G. Pouchet, *Rapport sur le fonctionnement du laboratoire de Concarneau en 1885*, p. 2.

31. *Ibid.*; dossier personnel G. Pouchet, fonds des missions, arrêté du 8 novembre 1871 (Arch. nat. Paris, F/17/2998).

32. G. Pouchet, *Rapport sur le fonctionnement du laboratoire de Concarneau en 1885*, *ibid.*

33. *Ibid.*

34. G. Pouchet et C. Robin, *Rapport sur le fonctionnement du laboratoire de Concarneau pendant l'année 1882*, p. 4.

35. G. Pouchet, *Rapport sur le fonctionnement du laboratoire de Concarneau en 1887*, p. 28.

par Georges Pouchet, est réunie à Brest pour étudier les raisons de ce phénomène. Elle en conclut que ces variations de la présence de la sardine le long des côtes bretonnes sont sans doute dues « à des influences cosmiques comparables à celles qui font varier dans l'atmosphère les productions du sol d'une année à l'autre³⁶ ». Si ce rapport ne donne pas de solution aux pêcheurs des environs, il permet de prévoir les pêches. Il donne, de même, un état des lieux des ressources d'une partie des fonds marins qui bordent la côte bretonne à la fin du xix^e siècle.

Outre des études menées au large de Concarneau, il s'est aussi vivement intéressé aux abysses. La question de la présence de la lumière dans les fosses marines a fortement mobilisé la communauté scientifique. Elle a, par ailleurs, intéressé Georges Pouchet, en raison de son impact sur les animaux. La corrélation entre la vue des poissons des abysses et le manque de lumière a particulièrement retenu son attention, tout comme le débat qui existe autour des expériences visant à prouver ce manque de lumière. En 1886, il commente les dernières expérimentations pratiquées dans un article intitulé : « Sur les photographies stellaires et les animaux aveugles des eaux profondes³⁷ ». Il admet que le manque de lumière dans certaines grottes de la terre a provoqué la perte plus ou moins complète de la vue chez un « certain nombre d'animaux de ces eaux profondes [ou encore chez] des animaux terrestres³⁸ ». Pourtant, il stipule que

« la même règle est loin d'être générale dans le Léman et au fond de l'Océan où, à côté de quelques rares crustacés aveugles comme ceux des excavations souterraines, on a trouvé jusqu'ici tous les vertébrés et [un] très grand nombre de crustacés avec des yeux parfaitement conformés et un brillant coloris³⁹ ».

Il explique aussi le protocole expérimental mis en place, à savoir l'utilisation « de plaques sensibles immergées [...], qu'on retire après un temps plus ou moins long de pose⁴⁰ ». Face à la théorie de la phosphorescence des poissons qui a permis de compenser ce manque de lumière, Pouchet émet une réserve, en disant que, tant que le phénomène n'est pas prouvé dans son milieu d'origine, il ne peut être véritablement avéré.

Il doute de même de la non-pénétration absolue de la lumière dans les eaux les plus profondes des lacs ou encore des océans. Il évoque la possibilité que certains rayons puissent filtrer et influencer la couleur des animaux des fonds des mers. Les expériences relatives à la pénétration de la lumière dans les fonds marins sont à cette époque réalisées à l'aide de plaques sensibles recouvertes de gélatino-bromure. Plusieurs mesures ont été réalisées dans le lac Léman⁴¹ et dans l'Océan, mais, comme le précise Pouchet, elles n'ont pas prise en compte des radiations encore trop peu connues. Il insiste en disant que

« les conditions de propagation de ces radiations que nous n'avons jusqu'ici aucun moyen de recueillir, nous sont inconnues et rien ne s'oppose à l'hypothèse qu'elles pénètrent aux plus grandes profondeurs à travers les couches d'eau⁴² ».

L'étude de la couleur des animaux marins a constitué une des plus grandes parties de son travail. Après avoir étudié les colorations de l'épiderme humain dans sa jeunesse, il a reporté son sujet dans le domaine de la zoologie. Son arrivée au laboratoire de Concarneau a été déterminante. En 1871, il propose son premier article sur cette question, intitulé « Sur

36. G. Pouchet, *Rapport sur le fonctionnement du laboratoire de Concarneau en 1887*, p. 28.

37. G. Pouchet, « Sur les photographies stellaires et les animaux aveugles des eaux profondes », p. 123.

38. *Ibid.*

39. *Ibid.*

40. *Ibid.*, p. 124.

41. « 2 h 44, à 300 mètres dans le Léman ; voy. Fol et Sarasin, *compt. rend.* 10 nov. 1884 », dans G. Pouchet, « Sur les photographies stellaires et les animaux aveugles des eaux profondes », p. 123.

42. *Ibid.* Il évoque à nouveau cette question dans G. Pouchet, « Note sur la prétendue obscurité du fond de l'Océan ».

les rapides changements de coloration provoqués expérimentalement chez les poissons ». Il insiste encore une fois sur l'influence du milieu sur les animaux. Dans son article « Du rôle des nerfs dans les changements de coloration des poissons », publié en 1872, il met au jour le mécanisme du changement de couleur. Il indique alors que « le mécanisme physiologique » par lequel certains poissons, et les turbots entre autres, « prennent la couleur du fond sur lequel ils vivent », a son centre dans le cerveau et son point de départ dans les impressions produites sur la rétine par le milieu ambiant⁴³ ».

Enfin, Georges Pouchet a consacré une très grande partie de sa carrière à l'étude des animaux des fonds marins les plus importants par leur taille : les cétacés. Lors de ses voyages, il rapporte pour le Muséum national d'histoire naturelle de Paris des espèces rares qu'il fait monter pour la galerie d'anatomie comparée et la galerie de zoologie. Son prédecesseur sur la chaire d'anatomie comparée, Paul Gervais, avait obtenu peu de temps avant sa mort un accord avec le ministère de la Marine pour que le muséum soit informé « dès qu'un grand cétacé [est] signalé à la côte⁴⁴ ». Le principal bénéficiaire de cet accord a été Georges Pouchet, qui s'est déplacé le plus souvent possible pour voir ces espèces. Ces événements ont donné naissance à une série de rapports au ministère, notamment « Des récents échouements de Cétacés sur la côte française » en 1885, mais aussi à de nombreux articles dans la presse. Vulgarisateur de talent, écrivain dans *Le Temps*, *La Revue des deux mondes* ou encore dans *La Nature*, il communique également sur la façon dont fonctionnent les pêcheries, mais aussi la pêche à la baleine. Il fait part au grand public des échouements et de l'intérêt scientifique que ceux-ci ont. Ainsi, dans le numéro du premier semestre 1888⁴⁵, dans la revue *La Nature*, il explique que l'échouement récent de deux baleines franches en Algérie prouve que celles-ci sont bien présentes en Méditerranée. Il regrette pourtant que, bien souvent, le Muséum national ne soit pas alerté assez vite pour pouvoir récupérer les cadavres.

Véritable expérimentateur, Georges Pouchet a soulevé de très nombreux problèmes biologiques tout au long de sa carrière, mais n'a cependant pas lui-même toujours développé ces questions. Dans ses recherches, il insiste sur les relations ténues qui existent entre le milieu, la faune et la flore. Par sa fonction à la tête du laboratoire de Concarneau, il s'est révélé un océanographe actif. Son travail a dépassé le monde scientifique, puisqu'il a inspiré plusieurs écrivains, dont Gustave Flaubert. En septembre et octobre 1875, Gustave Flaubert rejoint Pouchet au vivier-laboratoire de Concarneau, en compagnie de Georges Pennetier, le second directeur du Muséum d'histoire naturelle de Rouen. L'écrivain rouennais, alors en vacances, relate les journées de travail de son compagnon, qui lui donne tour à tour des leçons d'histoire naturelle permettant d'alimenter la rédaction de son livre *Bouvard et Pécuchet*. L'écrivain décrit l'enthousiasme de son compagnon à sa nièce Caroline en ces termes :

« Comme j'envie G. Pouchet ! En voilà un qui travaille et qui est heureux ! Tandis qu'il passe ses journées courbé sur son microscope, dans son laboratoire, ton vieux rêvasse tristement au coin du feu, dans une chambre d'auberge⁴⁶. »

43. G. Pouchet, « Note sur la prétendue obscurité du fond de l'Océan ».

44. H. Beauregard, « Georges Pouchet (1833-1894) », p. 15.

45. G. Pouchet et H. Beauregard, « Baleines franches dans les eaux d'Alger », p. 307.

46. G. Flaubert, « Lettre à Louise Colet du 6-7 juin 1853 », en ligne : <http://flaubert.univ-rouen.fr/correspondance/conard/outils/1853.htm>, page consultée le 9 septembre 2010.

Georges Pouchet, également ami d'Henry Céard, apparaît, selon Charles Chassé⁴⁷, dans un roman sous les traits du Dr Laguépie dans le roman intitulé *Terrain à vendre au bord de la mer* écrit en 1906. Le travail de Georges Pouchet a ouvert de nombreuses voies en matière d'océanographie, mais ses découvertes, ou plus précisément ses hypothèses, ont souvent été prouvées bien après sa mort, survenue prématurément à l'âge de 51 ans.

Bibliographie

- BEAUREGARD Henri, « Georges Pouchet (1833-1894) », *Journal de l'anatomie et de la physiologie normales et pathologiques de l'homme et des animaux*, vol. XXXI, 1895.
- CHASSÉ Charles, « Le biologiste consultant d'une génération littéraire. Georges Pouchet (1833-1894) », *La Grande Revue*, n° 12, décembre 1924, p. 295-330.
- GIRARD Danielle et LECLERC Yvan (éd.), *Gustave Flaubert : lettre à Louise Colet du 6-7 juin 1853*, Rouen, 2003, en ligne : <http://flaubert.univ-rouen.fr/correspondance/conard/outils/1853.htm>, page consultée le 9 septembre 2010.
- JAUSSAUD Philippe et BRYGOO Édouard-Raoul, *Du jardin au Muséum en 516 biographies*, Paris, Publications scientifiques du Muséum national d'histoire naturelle (Archives), 2004.
- PENNETIER Georges, « Le muséum de Rouen en 1900 », dans Pennetier Georges, *Actes du Muséum d'histoire naturelle de Rouen en 1900 : historique, description, catalogue sommaire*, J. Lecerf, 1900.
- POUCHET Georges, « Les eaux vertes de l'Océan », *Comptes rendus de la Société de biologie*, séances du 29 octobre et 5 novembre 1887, p. 5-7.
- POUCHET Georges, *Des colorations de l'épiderme*, Paris, A. Delahaye, 1864.
- POUCHET Georges, « Mémoire sur l'encéphale des Édentés », *Journal de l'anatomie et de la physiologie normales et pathologiques de l'homme et des animaux*, vol. VI, 1869, p. 658-675.
- POUCHET Georges, « Sur les rapides changements de coloration provoqués expérimentalement chez les poissons », *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, vol. LXXII, 26 juin 1871, p. 866-869.
- POUCHET Georges, « Du rôle des nerfs dans les changements de coloration des poissons », *Journal de l'anatomie et de la physiologie de Charles Robin*, n° 8, janvier 1872, p. 71-74.
- POUCHET Georges, « Rapport sur une mission scientifique aux viviers-laboratoires de Concarneau », *Journal de zoologie*, vol. III, 1874, p. 105-123.
- POUCHET Georges (dir.), *Mission de Laponie : à bord de la corvette Le Coligny, mai-août 1881*, Paris, G. Masson, 1881.
- POUCHET Georges, « Un séjour en Laponie », *La Nouvelle Revue*, vol. XV, 15 mars 1882, p. 309-241.

47. C. Chassé, « Le biologiste consultant d'une génération littéraire. Georges Pouchet (1833-1894) », p. 321.

POUCHET Georges, « Des récents échouements de Cétacés sur la côte française », *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. C, 12 février 1885, p. 286-289.

POUCHET Georges, « Sur les photographies stellaires et les animaux aveugles des eaux profondes », *Comptes rendus des séances de la Société de biologie*, vol. X, 19 mars 1886, p. 122-124.

POUCHET Georges, *Rapport sur le fonctionnement du laboratoire de Concarneau en 1885*, Paris, Impr. nationale, 1886, 7 p.

POUCHET Georges, « Note sur la prétendue obscurité du fond de l'Océan », Extrait des comptes rendus de la Société de biologie, séances du 29 octobre et 5 novembre 1887, p. 1-5.

POUCHET Georges, *L'Emploi des seines à sardines*, Nantes, impr. du commerce, 1887.

POUCHET Georges, *Rapport sur le fonctionnement du laboratoire de Concarneau en 1887*, Paris, Impr. nationale, 1888, 44 p.

POUCHET Georges, *Expériences sur les courants de l'Atlantique nord*, Paris, Impr. municipale, 1889.

POUCHET Georges, « La sardine de la Méditerranée », *La Revue scientifique*, t. XXXXV, n° 19, 10 mai 1890, p. 588-590.

POUCHET Georges, *En Islande, La Revue de famille*, 15 novembre, 1^{er} et 15 décembre 1891, 48 p.

POUCHET Georges, « Sur le plankton de la lagune nord de Jan-Mayen », *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, vol. CXVI, n° 21, 23 mai 1893, p. 1207-1208.

POUCHET Georges et BEAUREGARD Henri, « Baleines franches dans les eaux d'Alger », *La Nature*, 16^e année, 1^{er} sem. 1888, p. 307.

POUCHET Georges et ROBIN Charles, *Rapport sur le fonctionnement du laboratoire de Concarneau pendant l'année 1882*, Paris, Impr. nationale, 1883, p. 690-694.

RICE Tony, *Voyages : trois siècles d'explorations naturalistes*, Lausanne / Paris, Delachaux et Niestlé, 1999.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction Par Jean-Pierre GÉLY.....	3
AURIEMMA Rita et KARINJA Snježana <i>Sea lands: coastal landscapes between the Timavo river (Trieste, Italy) and Piran (Slovenia)</i>	5
COUTELLE Alain <i>Les paysages sous-marins passés et actuels</i>	21
EMIG Christian C. <i>Point de vue d'océanographe : peut-on parler de paysage sous-marin ?</i>	43
LITZLER Sophie <i>Des usages traditionnels aux nouvelles finalités scientifiques : quels paysages pour les algues ?</i>	53
PERCHERON Bénédicte <i>Georges Pouchet, les fonds marins et l'océanographie</i>	71