

# QUELQUES MÉTHODES DE CARTOGRAPHIE DES BIOCÉNOSES BENTHIQUES EN PLONGÉE SUBAQUATIQUE APPLICATION À LA BAIE DE LANNION (BRETAGNE)

Par Jérôme FOURNIER

Chargé de Recherche au CNRS  
UMR 8586 PRODIG  
Laboratoire de Géomorphologie et Environnement littoral  
Ecole Pratique des Hautes Etudes  
15, boulevard de la mer F-35800 Dinard

---

## Résumé

*La cartographie fine des petits fonds côtiers continue de poser des problèmes faute de méthodes adéquates. De nombreux inventaires fauno-floristiques ont été réalisés par les biologistes mais qui n'ont pas toujours eu le souci de spatialiser leurs données. La frange sous-marine fait actuellement l'objet de plusieurs programmes de recherche qui ont pour objectif la cartographie à différentes échelles des biocénoses. Les gestionnaires de la nature littorale ont un besoin impérieux de ces documents cartographiques qui leur permettront de mettre en place des mesures de gestion efficaces. La plongée subaquatique permet de réaliser des travaux de cartographie fine qui aident à mieux visualiser les mosaïques complexes des biocénoses et à en dégager les principales structures spatiales. Bien qu'expérimentales, ces techniques sont utilisées de plus en plus fréquemment par la communauté scientifique.*

## Abstract

*The detailed cartography of the sea bottom continues to pose problems for lack of adequate methods. Many faunal floristic inventories were carried out by the biologists but who did not always spatialize their data. The underwater fringe is the subject currently of several research programs which aim at the cartography on various scales of the benthic biocenoses. The coastal managers have an imperative need for these cartographic documents which will enable them to set up effective management. The scuba diving makes it possible to complete work of detailed cartography which makes it possible to better visualize the complex mosaics of the biocenoses and to release the principal space structures of them. Although experimental, these techniques are used right now more and more frequently by the scientific community.*

**Mots-clés :** Cartographie. Méthodologie. Benthos. Plongée subaquatique.

**Key-words :** Cartography. Methodology. Benthos. Scuba diving.

## INTRODUCTION

Les grands fonds marins ont été essentiellement cartographiés par l'intermédiaire de navires océanographiques. A l'opposé, les petits fonds côtiers qui s'étendent jusqu'à une quarantaine de mètres environ l'ont été plus rarement. Cet espace a été plus particulièrement étudié par les biologistes dès les années 1960, date de l'avènement de la plongée subaquatique, pour réaliser des inventaires fauno-floristiques (Ernest, 1955 ; Merer, 1960). La tâche était immense, et pour cette raison ces chercheurs n'ont pas toujours eu le souci de spatialiser leurs données à l'exception de certains d'entre eux (Davy de Virville, 1960). La frange sous-marine fait actuellement l'objet de plusieurs

programmes de recherche : ZNIEFF sous-marines (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique) (Castric *et al.*, 1991 ; Dauvin, 1994, 1997 ; Girard-Descatoire *et al.*, 1998), et, plus récemment, NATURA 2000 et REBENT (Réseau Benthique). Par conséquent, les gestionnaires de la nature littorale et marine ont un besoin impérieux de documents cartographiques sur cet espace. Les cartes les plus répandues à l'heure actuelle sont de trois types : bathymétriques, géomorphologiques, et sédimentologiques mais aucune d'entre elles n'offrent une information concernant la flore et la faune. La plongée subaquatique permet de réaliser des travaux de cartographie fine bien que cette méthode de travail implique un lourd investissement en heures passées sur le terrain et ne permette de couvrir que des surfaces restreintes.

# 1 LES ORIGINES DE LA PLONGÉE SCIENTIFIQUE

L'exploration du milieu marin est connue depuis l'Antiquité. Il s'agit essentiellement de pêcheurs de perles et d'éponges. La paternité de l'invention de la « cloche à air » est attribuée à Alexandre le Grand (356-323 avant J.C.) mais le XIX<sup>e</sup> siècle est celui des premiers engins opérationnels, dont le sous-marin de David Bushnell (1742-1824) en 1776. Le biologiste français Henri Milne-Edwards (1800-1885) utilise les premiers scaphandres à casque lourd en 1845, ainsi que Louis Boutan en 1884 ; il s'agit des premiers plongeurs scientifiques. Les techniques s'améliorent avec, en 1819, le scaphandre de Siebe, en 1865 celui de Cabirol et surtout, en 1860, le scaphandre autonome de Rouqueyrol et Dénayrouse. Ces techniques inspirent Jules Verne (1828-1905) pour l'écriture de « Vingt Mille Lieues sous les mers » en 1870. En 1934, le commandant Yves Le Prieur (1885-1963) invente le scaphandre autonome moderne amélioré par le commandant Jacques-Yves Cousteau et l'ingénieur Emile Gagnan par l'apparition du détendeur à un puis deux étages. Le plongeur devient ainsi libre de ses mouvements et peut descendre avec de l'air comprimé jusqu'à 40, voire 60 ou 70 mètres. L'apport de cette nouvelle technique n'échappe pas à de nombreux scientifiques comme le biologiste Jean-Marie Pérès (1976), qui indique que « *le scaphandre autonome est un formidable outil apporté à la Science* ». La période d'après guerre est celle de l'ère Cousteau (1910-1997) qui commence avec la « Calypso ». Le grand public découvre pour la première fois les « paysages des abysses » dans le film de Louis Malle « Le Monde du Silence » ; suivent de nombreux autres scientifiques comme Hans Hass, Pierre Drach (1951, 1956) ou Rupert Dill (Dill & Shumway, 1954). La plongée sous-marine, longtemps marginale, se démocratise et devient un outil privilégié pour les scientifiques, biologistes notamment, mais aussi pour certains géologues et archéologues. Les premiers articles et livres concernant directement la plongée apparaissent à partir des années cinquante essentiellement en biologie. Peu à peu, des articles et études sont publiés par d'autres disciplines comme la géologie (Menard *et al.*, 1954 ; Sigl *et al.*, 1969). Actuellement il est difficile de tous les recenser car nombreux sont les scientifiques qui utilisent cette technique comme outil d'investigation. Collignon (1991) évoque en parlant des prospections benthiques que « *cette technique est même la seule possible pour l'étude des substrats rocheux avec surplombs et grottes (...)* On peut ainsi procéder à des observations qualitatives, à des comptages *in situ* et à des prélèvements ». La plongée est généralement utilisée comme moyen secondaire et non de manière permanente. Pourtant, l'utilisation de la plongée comme outil de cartographie reste encore une pratique marginale (Drach, 1982, 1985).

## 2 UN MILIEU CONTRAIGNANT IMPLIQUANT DES TECHNIQUES ADAPTÉES

Les conditions de travail en mer sont particulièrement difficiles et trois principales contraintes sont à prendre en compte pour effectuer des travaux de cartographie sous-marine.

### 2.1 Le temps

Le facteur temps est la première d'entre elles. Le plongeur scientifique a besoin de rester suffisamment longtemps immergé pour effectuer son travail quel qu'il soit. La quantité de réserve en air ou en mélange gazeux est déterminante et va influencer sur la quantité de travail fournie par le chercheur. Le calcul de l'autonomie est donc important et doit être adapté au travail prévu.

### 2.2 La profondeur

Le deuxième facteur important est la profondeur qui va déterminer la durée de l'immersion. Une profondeur limite doit être décidée à l'avance et ne jamais être dépassée. L'immersion aura lieu systématiquement à l'endroit le plus profond pour remonter progressivement ensuite pour des raisons évidentes de sécurité. Une plongée profonde n'est jamais sans risque et la pertinence d'une étude sur la faune circalittorale aux alentours des 40 mètres en Manche doit être mûrement pesée. Les gestes à accomplir lors du travail sous-marin doivent être répétés à l'avance en surface et celui-ci parfaitement chronométré. La profondeur implique aussi parfois une absence quasi totale de lumière, ce qui peut avoir des conséquences sur le mental du plongeur et la qualité de son travail. Une préparation physique et technique est indispensable.

### 2.3 L'hydrodynamisme

Le troisième facteur est l'hydrodynamisme ; les courants, les marées et la turbidité sont des paramètres à prendre en considération car ils conditionnent le confort du plongeur et la qualité du travail réalisé. Avant toute immersion, il est donc impératif de se renseigner scrupuleusement sur les conditions météorologiques et hydrodynamiques. On peut ainsi parler d'un « gradient de qualité » du travail accompli lors des plongées ; gradient inévitablement lié aux conditions physiques du milieu marin, une cartographie d'un herbier de phanérogames marines à -5 m étant beaucoup plus aisée que celle des communautés d'octocoralliaires du circalittoral à des profondeurs proches de 50 mètres.

## 3 LES MÉTHODES DE CARTOGRAPHIE SOUS-MARINE

Les techniques de cartographie font l'objet d'une méthodologie très précise, dès lors que la nature du site est connue et que la surface de la zone a été déterminée à l'avance à l'aide de cartes bathymétriques, de photographies aériennes (domaines médio et infralittoraux) ou des relevés par sonar acoustique très haute résolution (domaines infra et circalittoraux) (Boudouresque *et al.*, 1985 ; Fredj *et al.*, 1990 ; Meinesz *et al.*, 1981). Les techniques en immersion présentées permettent de réaliser des cartes avec une rigueur et une précision tout à fait acceptables. La plupart des techniques qui sont évoquées peuvent être exécutées avec une visibilité médiocre ce qui est intéressant dans les eaux souvent turbides de la Manche et de l'Atlantique. L'essentiel de la difficulté réside dans le

choix de la méthode à employer, sa préparation et son organisation, ainsi que la connaissance des capacités et du niveau des plongeurs. Ces méthodes sont encore peu utilisées par les scientifiques français ; certaines ont été mises au point par les plongeurs scientifiques anglo-saxons et russes, d'autres sont originales (figure 1). Elles peuvent être utilisées à d'autres fins, comme des travaux d'inventaires ou de comptages.

### 3.1 Le choix de la méthode et les matériels utilisés

Un nombre important de paramètres est pris en compte pour choisir la méthode. Voici les plus déterminants :

la précision de la position ou zone de recherche (elle est définie par la consultation de la documentation cartographique ou par l'acquisition de scènes sonar acoustique), l'étendue de la zone à explorer (en fonction de la problématique de recherche),  
la profondeur moyenne du site (carte bathymétrique),  
la nature et le relief du fond (carte sédimentologique et bathymétrique),  
le nombre de plongeurs disponibles et préalablement formés,  
le temps nécessaire à la prospection complète de la zone, les conditions météorologiques et marégraphiques.

Le matériel de base, commun à toutes les méthodes, est constitué de gueuses de lestage pesant généralement de 10 à 50 kg, de bouts, de bouées de balisage et d'une embarcation de surface. Celle-ci assure la surveillance, l'assistance et éventuellement le secours aux plongeurs.

## 3.2 Les techniques circulaires

Ces techniques concentriques s'utilisent lorsque la zone de recherche a été précisément localisée. Elle ne peut être utilisée qu'en l'absence de courant, ou avec un courant très faible. Sur les fonds assez plats et réguliers, son efficacité est maximale. Il s'agit de la méthode la plus adaptée pour les prospections en eaux profondes (25/30 m environ). Enfin, elle ne nécessite que très peu de personnel. Elle est idéale pour la prospection des substrats sableux.

### 3.2.1 La circulaire simple (figure 1A)

Une gueuse, assez lourde pour ne pas chasser, est immergée le plus précisément possible à l'endroit déterminé. Grâce à un bout fixé à la gueuse, le binôme de plongeurs va effectuer une rotation complète autour de celui-ci pour explorer chaque mètre carré du cercle ainsi délimité. Les plongeurs ont deux façons différentes de savoir qu'un tour complet a été effectué. Ils peuvent se baser sur un bout-repère, installé en « demi-droite » partant horizontalement de la gueuse pour être fixé en un endroit quelconque. Ainsi, lors des rotations, ils reviennent sur ce bout tendu, ils savent qu'un tour complet a été effectué. Ils peuvent également travailler au compas, en effectuant des rotations d'au moins 360°, si la lecture de l'instrument est possible et en l'absence de masses magnétiques parasites (épaves). Après chaque tour complet, le binôme se déplace sur le bout, en conservant une bande de recouvrement par rapport au tour précédent. A mesure que le binôme s'éloigne

de la gueuse située au centre de la zone, il peut faire appel à un plongeur-assistant, pour aller décrocher le bout qui peut se prendre dans des obstacles. Cette méthode est très efficace si le rayon ne dépasse pas une vingtaine de mètres. Des techniques dérivées permettent d'adapter ce principe de base à des paramètres extérieurs plus pénalisants, et constituent ainsi des variantes.

### 3.2.2 La demi-circonférence (figure 1B)

Celle-ci s'emploie dès lors que le point central des arcs de cercles décrits se confond avec la limite d'un obstacle ou le bord d'une côte, d'une digue... Elle ne s'utilise également qu'en l'absence de courant, ou avec un courant très faible. Le point central, sur lequel le bout est fixé, peut être situé hors de l'eau. Nécessitant peu de personnel, cette technique se différencie de la précédente par le changement de sens de demi-rotation des plongeurs à chaque contact avec l'obstacle ou la limite, après qu'ils se sont déplacés de la distance voulue sur le bout.

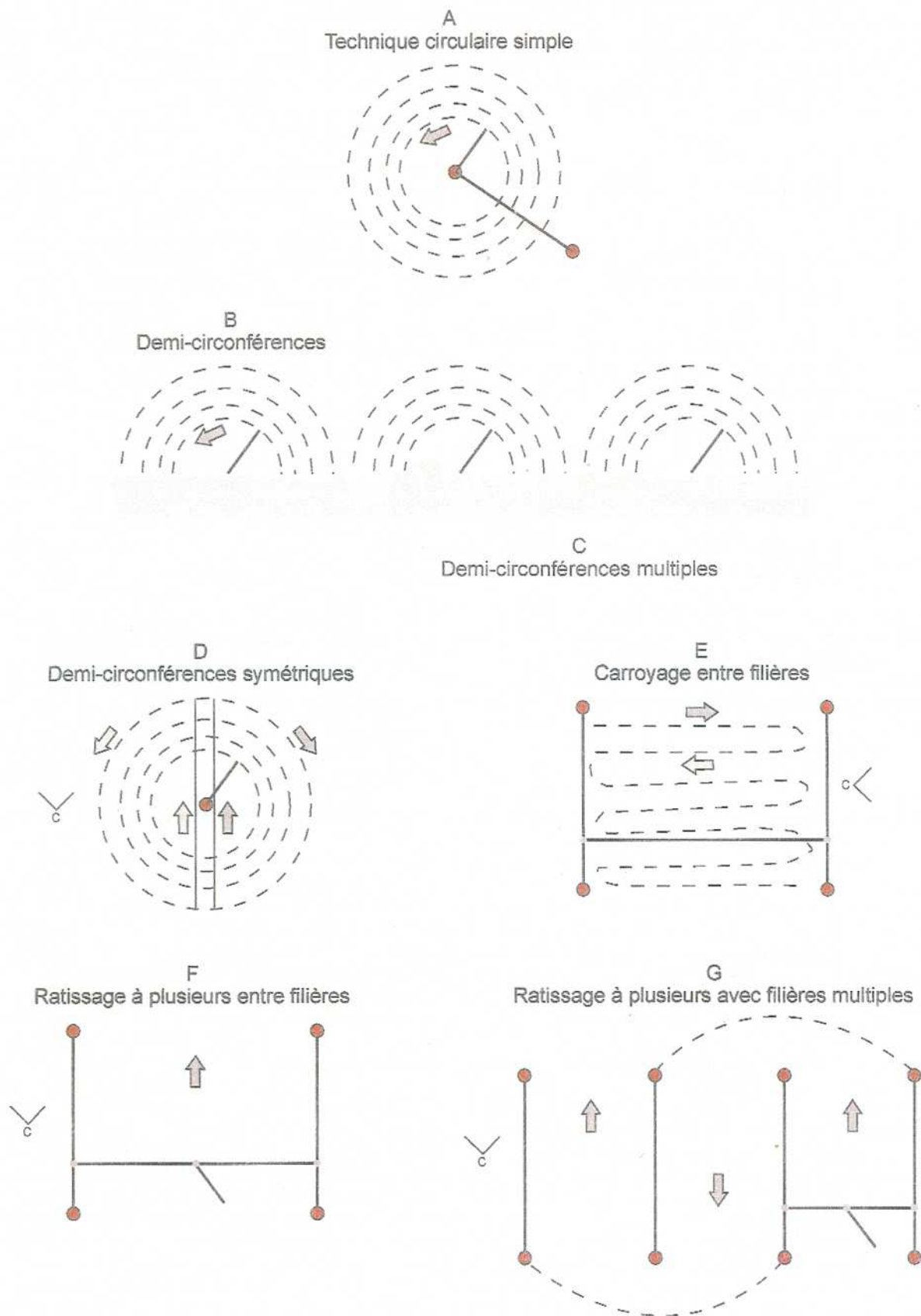
### 3.2.3 Les demi-circonférences multiples (figure 1C)

La même technique peut être reproduite, dans un contexte identique, en changeant le point central des arcs de cercles décrits afin de suivre le profil de la côte. Au lieu d'être relié à un point fixe, le bout peut être tenu par un assistant de surface qui pourra se déplacer latéralement après avoir obtenu les éloignements suffisants, correspondant au rayon maximum initialement déterminé. Il devra toutefois conserver un recouvrement avec la précédente demi-circonférence, afin de réduire les « blancs ». Cette méthode n'offre qu'une couverture partielle de la zone et n'est à utiliser que lorsque les carroyages entre filières (qui seront décrits plus loin) se révèlent impossibles à réaliser. De plus, une organisation lourde, nécessairement longue à mettre en place, est à prévoir pour un résultat qui peut s'avérer décevant.

### 3.2.4 Les demi-circonférences symétriques (figure 1D)

Cette méthode s'utilise en présence d'un courant (c) de force moyenne, et décompose la recherche concentrique en deux demi-cercles, avec le sens du courant comme axe de symétrie. Dans cette configuration, la technique circulaire ne pourrait s'effectuer au mieux qu'avec une forme ellipsoïdale en raison du courant. Le binôme s'écarte dans un premier temps de la gueuse matérialisant le centre des recherches, dans l'axe du courant et vers l'amont de celui-ci. Une rotation de 180° permet d'explorer une bande demi-circulaire, s'arrêtant sur l'axe du courant mais en aval de celui-ci. Le binôme remonte ensuite à contre-courant sur son axe, avant de recommencer l'opération dans le même sens en augmentant l'éloignement (le rayon) tout en conservant un recouvrement suffisant avec le passage précédent. La descente du courant vers l'aval se fait de préférence ainsi, pour être de face en remontant dans l'axe et être poussé légèrement en effectuant l'arc de cercle de 180°. En effet, les premiers passages ont déjà soulevé les sédiments, et les recouvrements successifs ne permettraient plus de remonter vers de l'eau plus claire. Le premier demi-cercle ayant été exploré, il ne reste plus qu'à recommencer l'opération de l'autre côté, de façon symétrique par rapport à l'axe du courant. On ne peut explorer les deux parties que l'une après l'autre, à moins que deux équipes distinctes travaillent simultanément et symétriquement.

Figure 1 - Méthodes de cartographie en plongée subaquatique



### 3.3 Les techniques par carroyages

Il s'agit d'une approche totalement différente puisque les progressions se font de façon rectiligne, en suivant des filières préalablement installées et frappées sur des gueuses. C'est la méthode la plus rigoureuse, mais la plus longue à mettre en place. Elle permet d'obtenir une cartographie du fond avec une précision très acceptable.

#### 3.3.1 Les carroyages entre filières, parallèles au courant (figure 1E)

Deux filières principales sont installées perpendiculairement au courant, et matérialisent les limites amont et aval de la zone de recherches. Les plongeurs vont ensuite progresser en suivant un bout de l'une à l'autre, parallèlement au courant. Les passages se font alternativement, une fois face au courant, la suivante dos au courant, en décalant le bout dans le même sens sur les filières, avec le recouvrement voulu. Les passages effectués avec courant de face sont plus longs en temps, en raison du palmage appuyé nécessaire pour le remonter. Inversement, les passages effectués courant de dos sont plus faciles et rapides, ne nécessitant parfois aucun palmage si on se laisse pousser par le courant. Cette technique est la plus utilisée pour les comptages et inventaires de type transect où elle s'avère très efficace.

#### 3.3.2 Les carroyages entre filières, perpendiculaires au courant (figure 1F)

Les deux filières principales sont installées parallèlement au courant, et matérialisent les limites latérales de la zone de recherches. Les plongeurs progressent, en maintenant le corps face au courant et en suivant un bout reliant les deux filières, perpendiculairement au courant. En fonction de la force du courant, les gueuses utilisées dans ce cas sont souvent lourdes et volumineuses (jusqu'à 100 kg) et nécessitent un parachute de levage. Parfois, le bout allant d'une filière à l'autre est lui-même lesté de plombs permettant de le maintenir au fond de façon rectiligne malgré le courant. Cette technique est très intéressante, bien que longue à mettre en place, dans les mers à fort hydrodynamisme.

### 3.4 Les techniques par ratissage entre filières

Deux filières, parallèles et de même longueur, délimitent les bords latéraux de la zone de recherche. Grâce à des mousquetons, un bout frappé de mousquetons peut coulisser sur toute la longueur des deux filières. Un nombre

suffisant de plongeurs est réparti sur la longueur du bout ou de la perche. L'écartement entre les filières est déterminé, en fonction de la visibilité et du nombre de plongeurs par la formule :

$$E = V \times (N+1)$$

E = écartement entre les filières  
V = visibilité verticale (disque de Secchi)  
N = nombre de plongeurs

#### 3.4.1 Le ratissage à plusieurs avec filières multiples (figure 1G)

Il s'agit d'une méthode difficile à réaliser, nécessitant une exécution parfaite rendue possible par une pratique régulière. Une équipe principale effectue un ratissage à plusieurs entre filières, alors que plusieurs binômes d'assistance mettent en place des filières parallèles et changent les mousquetons du bout ou de la perche d'une filière à l'autre. Il n'est possible de travailler ainsi qu'avec un entraînement poussé mais cette méthode permet d'assurer un inventaire précis sur une grande surface.

Il est important de signaler qu'il faut rester prudent dans la réalisation de ces techniques de recherches en immersion, de ne jamais mésestimer les paramètres extérieurs et l'environnement général de la plongée, et de ne pas surestimer les capacités et les facultés d'adaptation de chaque plongeur. Un entraînement régulier est nécessaire car certaines méthodes sont dérivées des techniques de spéléologie sous-marine où l'on doit manier beaucoup de matériel en immersion, ce qui n'est pas toujours chose aisée.

## 4 LA CARTOGRAPHIE DU DOMAINE BENTHIQUE

Les techniques qui ont été décrites précédemment permettent une cartographie précise des fonds marins sur des substrats, à des profondeurs et dans des conditions hydrodynamiques variables (tableau 1). Il est en effet possible de réaliser des cartes sur des thématiques très diverses à l'aide de la plongée subaquatique. Les superficies des zones cartographiées sont faibles et permettent surtout une analyse fine. Les méthodes présentées nécessitent de nombreuses plongées qui sont souvent difficiles à organiser ; les conditions météorologiques et hydrodynamiques étant très variables. De nombreuses questions se posent aux scientifiques désireux d'utiliser de telles méthodes : comment choisir les sites expérimentaux, comment se localiser au fond, quelles informations peut-on cartographier et à quelles échelles, comment restituer ces informations ?

Tableau 1 : Récapitulatif des techniques de recherches sous-marines

	Plongeurs	Courant	Mise en place	Efficacité	Superficie	Temps de plongée
A	2	Faible	Aisée	Maximale	100 m <sup>2</sup>	6 heures
B	2	Faible	Aisée	Très bonne	200 m <sup>2</sup>	8 heures
C	2	Faible à moyen	Aisée	Moyenne	X m <sup>2</sup>	X heures
D	2 ou 4	Moyen	Délicate	Très bonne	100 m <sup>2</sup>	6 heures
E	2	Fort	Délicate	Maximale	20000 m <sup>2</sup>	12 heures
F	2	Fort	Difficile	Maximale	20000 m <sup>2</sup>	12 heures
G	8 ou 10	Fort	Délicate	Maximale	15000 m <sup>2</sup>	7 heures

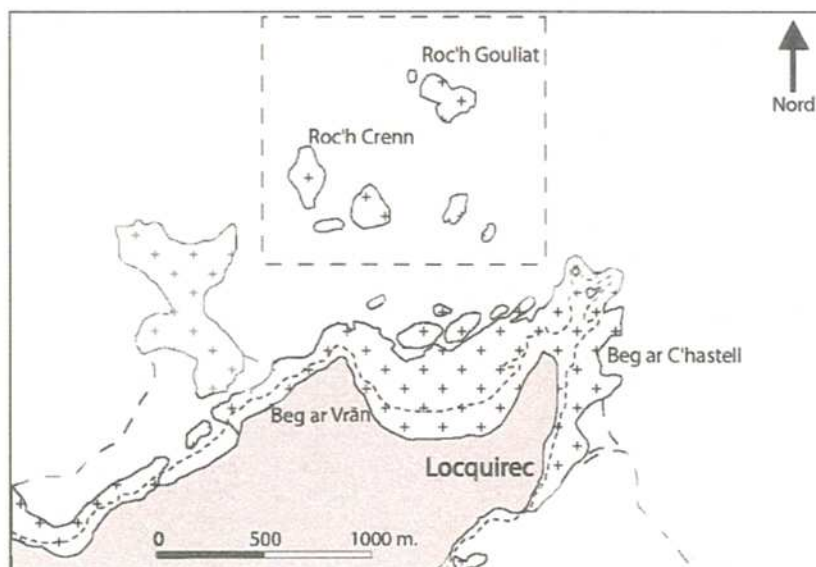


Figure 2 - Localisation du secteur expérimental

Figure 3 - Bloc diagramme du secteur de Roc'h Gouliat et Roc'h Crenn

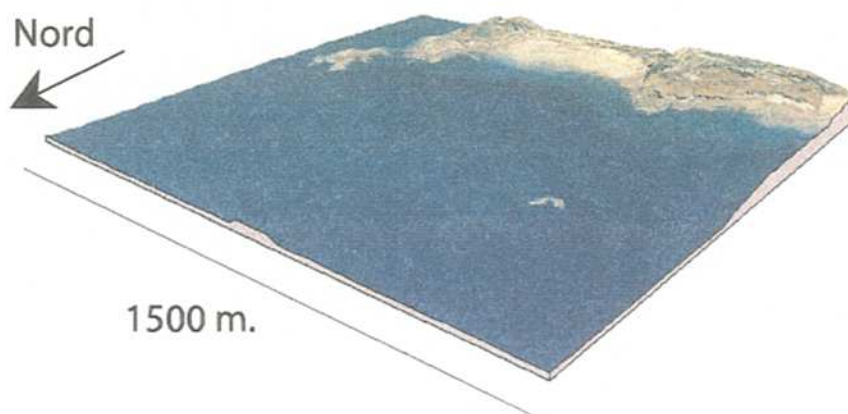
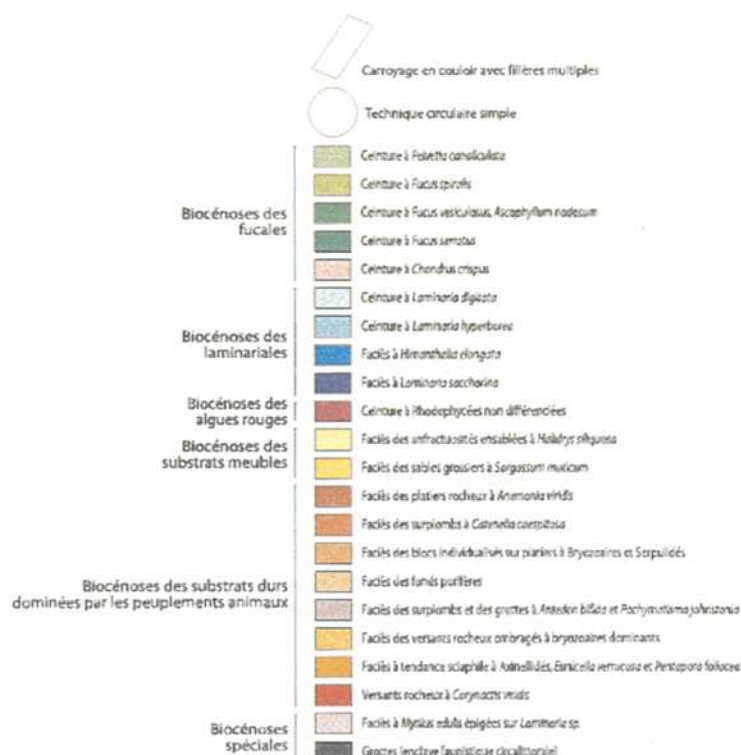
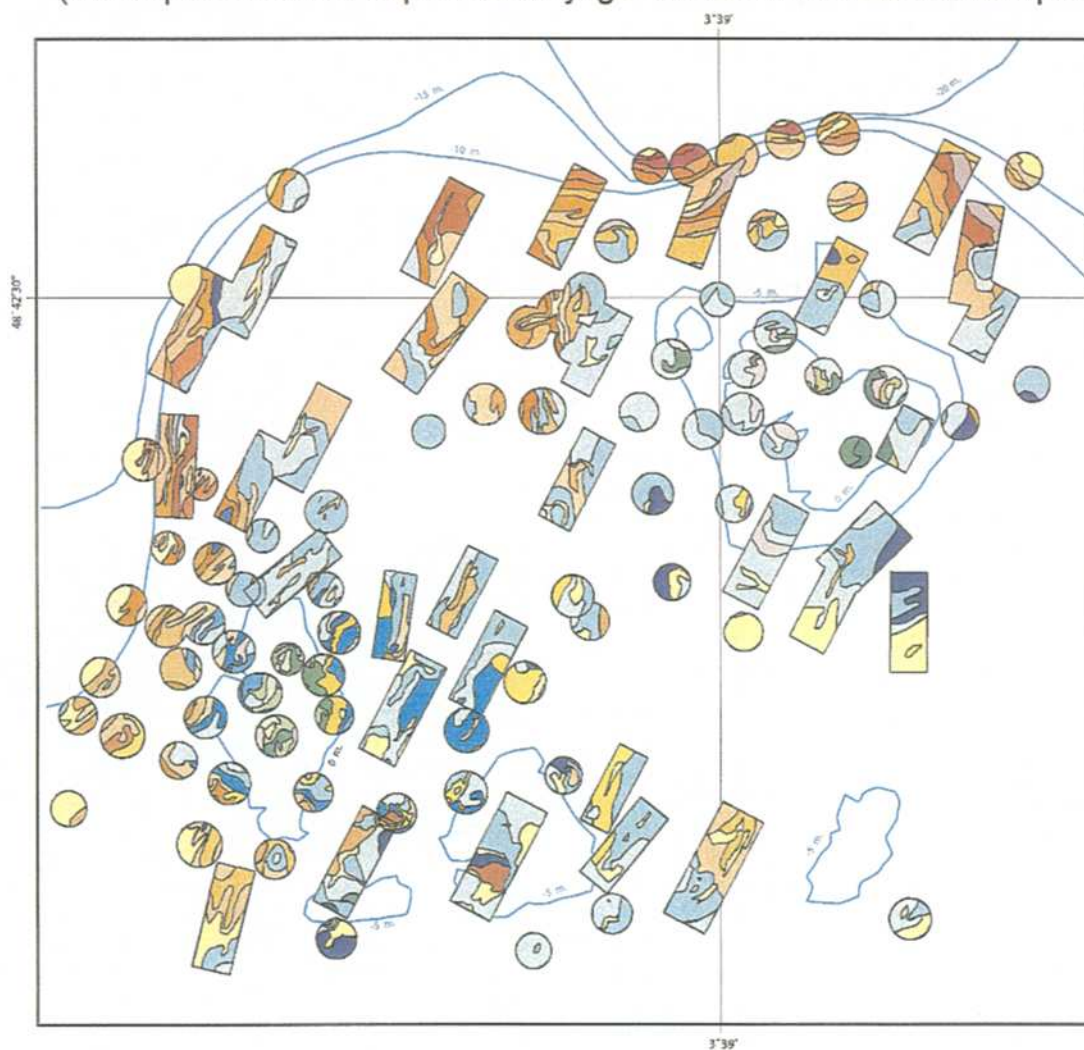


Figure 4 - Carte des relevés cartographiques effectués en plongée (technique circulaire simple et carroyage en couloir avec filières multiples)



## 4.1 Le choix d'un site

Le choix du site s'effectue en premier lieu en fonction de la problématique de recherche mais il n'est pas toujours possible de se rendre partout. Les contraintes physiques sont telles que le site étudié est souvent sélectionné en fonction de la garantie absolue d'une sécurité optimale des intervenants. Cela pose le problème de l'homogénéité des données recueillies sur un même espace et d'un « gradient de qualité » des informations.

On exclura systématiquement les zones à risques, notamment celles où les courants sont les plus violents en permanence ou bien les zones trop turbides, même si des informations importantes peuvent y être recueillies. La prise en compte du coefficient et de l'heure de la marée est essentielle ; certains sites ne sont accessibles que pendant des délais très courts (environ 45 mn), en général lors des étales de basses et hautes mers. On choisira donc les sites les moins exposés et on travaillera face au courant. Le problème de la profondeur se pose essentiellement pour l'étude de l'étagé circalittoral et on prendra soin de préparer la plongée (techniques, matériel, réserve d'air suffisante, calcul d'autonomie, nombre de plongeurs...) et de tenir compte des paramètres essentiels à toute plongée.

Après avoir recueilli le maximum d'informations données par les cartes et par la bibliographie lorsqu'elles existent, une première plongée que l'on peut qualifier « d'ambiance » doit être réalisée pour une prise de contact avec le terrain. Il s'agit d'une ou de plusieurs plongées d'explorations qui ont pour but de « dégrossir » le travail. Les choix des itinéraires, des lieux de comptages, des inventaires et de la méthode seront déterminés à la suite de ces plongées. L'état des lieux du site à cartographier doit comporter plusieurs informations comme l'identification des formes du relief et des substrats, des espèces caractéristiques et accompagnatrices et des biocénoses.

## 4.2 Quelles informations, quelles échelles ?

A l'aide des méthodes précédemment citées, il est possible d'effectuer des relevés cartographiques sur des thématiques diverses. La précision des documents est variable selon la durée d'intervention souhaitée et réalisée et la densité des points cotés. Ces documents n'en restent pas moins intéressants car ce sont les seuls existants à ce jour. Chaque carte présentée doit être accompagnée d'une notice expliquant les limites du document et la méthode qui a permis sa réalisation.

Les cartes écologiques sont plus longues à établir car en plus de l'identification qui n'est pas toujours aisée, des comptages doivent être réalisés. Les superficies couvertes sont par conséquent nettement plus restreintes et seules quelques stations types font l'objet d'un relevé. Il est toutefois possible d'extrapoler les informations obtenues pour la réalisation des cartes des biocénoses à une plus petite échelle (1 :1000 au 1 :5000). Celles-ci comprennent des informations analytiques du type : nature du sédiment, formes du relief, présence ou non de courant, exposition et communautés floristiques et faunistiques. Enfin, des

cartes biocénotiques peuvent être réalisées. Il s'agit de documents représentant les principales phytocénoses et zoocénoses. Ces cartes permettent en outre de dégager la plupart des structures spatiales organisant l'espace benthique qui peuvent être étudiées par les méthodes de l'écologie du paysage. Ces documents constituent une base de réflexion pour les services chargés de la création et la gestion des Aires Marines Protégées.

## 4.3. Les restitutions cartographiques

Les possibilités en terme de cartographie sont nombreuses et seront établies en fonction des problématiques. Cartes par zones homogènes et en damier, bandes correspondantes aux relevés linéaires, croquis et blocs-diagrammes ont été réalisés à partir de logiciels de CAO (Cartographie Assistée par Ordinateur) pour la prise en compte du relief par exemple et DAO (Dessin Assisté par Ordinateur) pour le rendu final. Voici un exemple de carte biocénotique d'un secteur de la côte septentrionale de la Bretagne.

Le travail cartographique expérimental a été réalisé à partir de relevés effectués selon la technique circulaire simple et celle du carroyage en couloir avec filières multiples sur le secteur de Roc'h Gouliat (Long. W 3°39' – Lat. N 48°42'30") distant de 1,2 milles nautiques de la pointe de Locquirec (Beg ar Ch'astell) (figures 2 et 3). La précision du document avoisine les 5 mètres. L'équipe était formée de 4 plongeurs et de 2 personnes à bord ayant en charge la sécurité. Cette carte a nécessité 118 plongées et le travail s'est échelonné sur deux mois. Cette carte (figure 4) recense l'ensemble des biocénoses benthiques présentes sur le site. Malgré les blancs documentaires liés à la difficulté de cartographier l'ensemble du site (près de 150 hectares), on peut d'ores et déjà reconnaître les principaux étagements et les structures très fines de la mosaïque spatiale typique des substrats rocheux de l'infralittoral. Ce type de document permet de localiser plus précisément les futures ZSC (Zones Spéciales de Conservation) du réseau européen NATURA 2000. Elles complètent aussi les listes d'inventaires des ZNIEFF-mer et peuvent être intégrées à des SIG (Système d'Information Géographique) de type REBENT qui sont actuellement mis en place par IFREMER.

## CONCLUSION

Les représentations cartographiques permettent de mieux visualiser les mosaïques complexes des écosystèmes sous-marins même si les précisions ne sont pas encore parfaites. Les documents présentés ici doivent être complétés par des analyses écologiques fines permettant de définir rigoureusement une typologie des peuplements animaux et végétaux et de dégager les principales structures spatiales des biocénoses (Turquier *et al.*, 1988). Ces travaux cartographiques sont encore expérimentaux mais sont d'ores et déjà réalisés régulièrement par la communauté scientifique ayant en charge l'étude du proche espace sous-marin.

## **glossaire**

### **se rapportant à l'article de J. FOURNIER**

**Benthique** : qui se rapporte au benthos

**Benthos** : ensemble des êtres qui vivent sur le fond de la mer

**Biocénose** : association végétale et animale vivant dans un même biotope

**Biocénotique** : qui se rapporte à une biocénose

**Biotope** : aire géographique de faible étendue correspondant à un groupement d'êtres vivants soumis à des conditions relativement constantes

**Bout** : cordage

**Circalittoral** : étage benthique débutant à partir de la disparition des grandes algues érigées, ou celle des phanérogames marines

**Détendeur** : appareil à deux étages servant à diminuer la pression du gaz comprimé dans les blocs-bouteilles des plongeurs

**Disque de Secchi** : appareil servant à mesurer la visibilité verticale

**Filières** : cordage métallique de faible diamètre

**Gueuse** : lingot de béton servant

**Infralittoral** : étage benthique débutant à partir du niveau des plus basses mers (0 hydrographique) jusqu'à la disparition des grandes algues érigées ou des phanérogames marines

**Médiolittoral** : étage benthique se situant dans la zone de balancement des marées (zone de marnage)

**Parachute de levage** : gros sac gonflable permettant de lever des charges sous l'eau

**Phanérogame marine** : plante à fleur adaptée à la vie marine

**Phytocénose** : biocénose végétale

**Scaphandre autonome** : appareil comprenant le bloc-bouteille (réserve de gaz respirable) et le détendeur

**Turbide** : se dit d'une eau chargée en matériel en suspension (sable, plancton...)

**Zocénose** : biocénose animale

---

## Références bibliographiques

- BOUDOURESQUE C.F., MEINESZ A., LEFEVRE J.R., 1985, « Cartographie des peuplements benthiques marins de Corse : I. La formation récifale à *Posidonia oceanica* de Saint-Florent », *Annales de l'Institut Océanographique*, vol. 61, n°1, p. 27-38.
- CASTRIC A., GIRARD A., MICHEL C., 1991, *Roches sous-marines de Bretagne, flore et faune fixée*, 5° éd., ADMS, Concarneau, 124 p.
- COLLIGNON J., 1991, *Ecologie et biologie marines, introduction à l'halieutique*, Masson, Paris, 298 p.
- DAUVIN J.C., 1994, *Typologie des ZNIEFF-Mer, liste des paramètres et des biocénoses des côtes françaises métropolitaines*, MNHN, Paris, 70 p.
- DAUVIN J.C., 1997, *Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantique, Manche et Mer du Nord. Synthèse, menaces et perspectives*, MNHN, Paris, 359 p.
- DAVY DE VIRVILLE A., 1960, « Sur un nouveau procédé de cartographie des algues marines », *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, n°251, p.2566-2568.
- DILL R.F., SHUMWAY G., 1954, « Geologic use of self-contained diving apparatus », *Bulletin of the American Association of Petrology and Geology*, vol. 38, n°1, p. 148-157.
- DRACH P., 1951, « Les peuplements des fonds rocheux en zone littorale profonde (recherches en scaphandre autonome) », *Année Biologique*, vol. 27, n°7, p. 503-511.
- DRACH P., 1956, « Recherches en biologie littorale en scaphandre autonome », *Atomes*, n°125, p. 257-266.
- DRACH P., 1982, « Préface, journée d'étude sur la plongée scientifique », *Bulletin de l'Institut Océanographique*, n° sp. 3, p. V-VII.
- DRACH P., 1985, « Conférence inaugurale, deuxième journées d'étude sur la plongée scientifique », *Bulletin de l'Institut Océanographique*, n° sp. 4, p. 1-7.
- ERNEST J., 1955, « Végétation sous-marine de la Manche d'après les observations en scaphandre autonome », *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, n°241, p.1066-1068.
- FREDJ G., MENARDI M., PIERROT S., ROY P., 1990, « Cartographie par le satellite SPOT 1 de communautés benthiques littorales en Méditerranée occidentale », *Bulletin de l'Institut Océanographique*, n°sp. 6, p. 71-85.
- GIRARD-DESCATOIRE A., CASTRIC-FEY A., L'HARDY-HALOS M.T., 1998, *Les ZNIEFF sous-marines rocheuses de Bretagne*, ADMS, Concarneau, 42 p.
- MEINESZ A., CUVELIER M., LAURENT R., 1981, « Méthodes récentes de cartographie et de surveillance des herbiers de phanérogames marines », *Vie et Milieu*, vol. 31, n°1, p. 27-34.
- MENARD H.W., DILL R.F., HAMILTON E.L., MOORE D.G., SHUMWAY G., SILVERMAN M., STEWART H.B., 1954, « Underwater mapping by diving geologists », *Bulletin of the American Association of Petrology and Geology*, vol. 38, n°1, p. 129-147.
- MERER P., 1960, « La plongée autonome et l'exploration biologique des fonds marins en Bretagne », *Penn ar Bed*, vol. 2, n°21, p.153-171.
- PERES J.M., 1976, *Précis d'océanologie biologique*, Presses Universitaires de France, Paris, 246 p.
- SIGL W., Von RAD U., OELTZSCHNER H., BRAUNE K., FABRICIUS F., 1969, « Diving sled : a tool to increase the efficiency of underwater mapping by scuba divers », *Marine Geology*, n°7, p. 357-363.
- TURQUIER Y., LUSARDI C., LOIR M., 1988, *Fonds sous-marins de la Bretagne*, Ouest-France éditions, Rennes, 127 p.