

LES PRELEVEMENTS QUANTITATIFS DU BENTHOS DE SUBSTRATS MEUBLES *

par J.-P. REYS

*Faculté des Sciences de Marseille
et Station Marine d'Endoume*

Le passage des études qualitatives aux études quantitatives est pour tout aspect des sciences biologiques un cap difficile à franchir. En océanographie, cette étape a été marquée par les travaux de J. PETERSEN et ses collaborateurs qui avaient pour but l'accroissement de la productivité de la « mer danoise » (1911-1918). Depuis cette époque de nombreuses recherches ont eu comme objet l'évaluation de la quantité de matière organique animale présente dans une certaine zone, et ceci dans deux buts :

— caractériser les fonds meubles par les espèces les plus représentées en quantité dans une aire donnée (communauté) ;

— calculer la biomasse, quantité de matière vivante présente au moment du prélèvement dans une station donnée.

Jusqu'à présent les prélèvements quantitatifs ont été faits selon une seule méthode : on prélève une certaine quantité de sédiment, on tamise et on compte les espèces et les individus que l'on pèse ensuite. Un seul prélèvement est généralement fait par station et les résultats sont ensuite traduits en nombre ou en poids d'individus par mètre carré de surface de fond.

Ces recherches ont mis, et mettent encore, les océanographes aux prises avec bien des difficultés, notamment en ce qui concerne le milieu lui-même, les appareils de prélèvement et l'exploitation statistique des résultats. Le

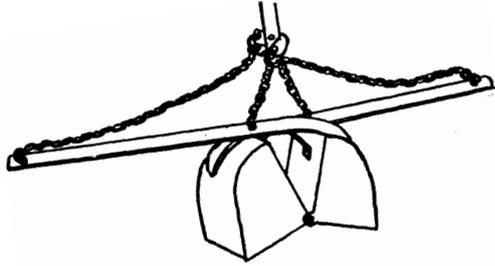
* Rapport présenté au colloque sur les *Méthodes d'échantillonnage en écologie animale*, tenu à Paris les 29 et 30 mars 1963.

milieu océanique ne permet pas de voir directement (sauf quelques exceptions : scaphandre autonome, soucoupe plongeante, bathyscaphe) la zone à étudier, ni la façon dont se fait le prélèvement, ni l'environnement immédiat de la station, ni même la direction et la distance des prélèvements suivants. Un certain nombre de ces désavantages constituent par contre pour l'exploitation des résultats un élément favorable puisque les facteurs personnels sont réduits au minimum.

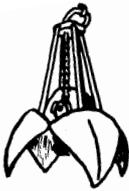
Un effort particulier a été tenté pour améliorer les appareils de prélèvement. Le fait même qu'à la liste des nombreux types d'engins s'ajoutent continuellement de nouvelles innovations, montre bien que l'appareil idéal, s'il existe, n'est pas encore au point. Ce problème est toujours d'actualité et le comité du Benthos de la Commission Internationale pour l'Exploitation de la Mer Méditerranée a décidé de réunir un symposium chargé de faire une mise au point et d'essayer de standardiser les appareils de prélèvement — les comparaisons entre résultats obtenus avec des engins trop différents devenant de plus en plus difficiles. Les deux bennes les plus fréquemment employées jusqu'à ces dernières années ont été les différents modèles de benne PETERSEN et la benne VAN VEEN (figure 1). Ces appareils sont constitués en gros par deux mâchoires (généralement deux quarts de cylindres) mobiles autour d'un axe, dont la fermeture et la force de pénétration résultent du poids même de l'appareil ; éventuellement l'effort est amélioré par l'adjonction de bras plus ou moins longs. Les bennes PETERSEN (1911-1913) se sont rapidement révélées insuffisantes sur les fonds de sable et de gravier et la benne VAN VEEN (1933) a constitué un net progrès sur ces types de fonds. Citons encore, parmi les appareils basés sur le même principe, la benne CAMPBELL employée aux Etats-Unis. Une autre série d'engins à deux mâchoires possède une fermeture à ressort : benne EKMAN-BIRGE (1922) perfectionnée récemment par BACESCU (1957), benne PETERSON (1928), benne WASMUND (1931) et dernièrement la benne SMITH-MC INTYRE (1954) qui semble donner des résultats prometteurs. Différents types de carottiers ont également été adaptés par des biologistes, en particulier pour les prélèvements sur fonds compacts ; notons le carottier KNUDSEN (1927) et le carottier de HOLME (1953). HOLME a également mis au point un collecteur formé par une importante armature entourant deux demi-cylindres dont la fermeture est assurée par l'intermédiaire de câbles passant sur une grosse poulie. Signalons enfin un autre



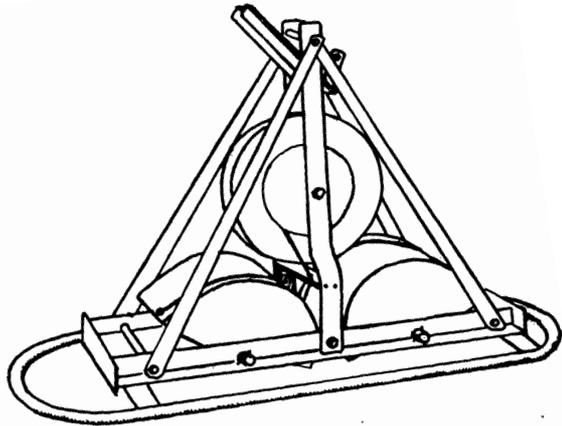
Benne Petersen



Benne Van Veen



Benne "orange peel"



Collecteur de Holme

Figure 1. — Les quatre principaux types de bennes utilisées pour les prélèvements quantitatifs de benthos.

type de benne employé surtout aux Etats-Unis, la benne de type « orange-peel » formée de quatre mâchoires pointues (portion de sphère) qui se ferment par l'intermédiaire d'une poulie. Il faut encore noter les recherches effectuées dans une toute autre voie par RIEDL (1955) qui utilise une drague possédant un système de clapets fermants reliés à un compteur métrique.

Il est difficile de comparer l'efficacité de ces différents appareils, si on ne fait pas des essais simultanés sur le même type de fond. Il faut, me semble-t-il, séparer les engins initialement conçus pour des prélèvements de meiobenthos et de microbenthos (drague RIEDL, benne BACESCU et carottiers de petit diamètre) de ceux essentiellement prévus pour l'étude du macrobenthos marin (bennes PETERSEN, VAN VEEN, SMITH, HOLME et « orange-peel »). On peut essayer de réunir les données résultant des rares comparaisons qui ont été faites (tableau 1). JOHANSEN (1927) a comparé la benne PETERSEN avec le carottier KNUDSEN et il trouve un rendement bien supérieur pour le second, 10 à 20 fois en volume et de 3 à 5 fois en poids d'animaux récoltés. URSIN (1956) trouve également un rendement supérieur pour ce carottier utilisé en même temps qu'une benne VAN VEEN ; devant les difficultés de manipulation il ne préconise cependant l'emploi du carottier KNUDSEN que pour éprouver l'efficacité des autres engins. THAMDRUP (1938), puis encore URSIN (1954), ont employé parallèlement les bennes PETERSEN et VAN VEEN ; leurs résultats assez différents en ce qui concerne les chiffres, se rejoignent quant à la conclusion — c'est à dire le meilleur rendement de la benne VAN VEEN dans la plupart des sédiments. Au cours des essais de son collecteur, HOLME (1953) utilise également une benne PETERSEN et il donne des chiffres supérieurs pour son collecteur. Plus récemment, SMITH et MC INTYRE (1954), ont comparé, à l'occasion de la mise au point d'un nouvel appareil de leur conception, la benne PETERSEN et surtout la benne VAN VEEN avec leur nouveau dispositif ; les résultats semblent particulièrement intéressants pour un appareil de ce type et de ce poids (45 kg). Ils n'ont pas inclus le collecteur de HOLME dans leurs essais, faisant justement remarquer (comme HOLME lui-même) que cet appareil est trop lourd et trop difficile à manier, sauf par temps calme. J'ai pu personnellement constater ces difficultés de manipulation au cours d'essais comparatifs effectués à Marseille avec un double collecteur de HOLME (0,2 m² ; 60 kg) et deux bennes « orange-peel » : l'une de 0,25 m² et 86 kg et l'autre plus petite

TABLEAU 1
 RECAPITULATON DES DIFFERENTES COMPARAISONS
 FAITES ENTRE LES BENNES

	Type	Surf. m ²	Poids kg	Station	Poids ou nombre d'animaux	Vol. moyen l	Volume au 1/10 m ²
THANDRUP	Van Veen	1/10	45	18 st. sable compact	1,44 g	4,3	4,3
	Petersen	1/10	45		0,53 g	1,5	1,5
	Van Veen	1/10	45	10 st. sable fin ou grossier	26,8 g	3,1	3,1
	Petersen	2/10	136		3,2 g	1,2	0,6
URSI	Petersen	2/10	140	18 st. } 19 st. } sable fin	43,7 ind.	5,8	2,9
	Van Veen	2/10	60		40,8 ind.	8,5	4,2
SMITH	Petersen	2/10	140	3 st. } 9 st. } sable fin	—	4,0	2,0
	Smith	1/10	45		—	4,4	4,4
	Smith	1/10	45	7 st. sable fin compact	102,4 ind.	3,3	3,3
	Van Veen	1/10	45		77,7 ind.	2,2	2,2
HOLMES	Petersen	1/10	—	5 st. sable vaseux	175 ind.	2,3 env.	2,3 env.
	Holmes	1/20	95		244 ind.	3 env.	6 env.
REYS	Van Veen	2/10	60	4 st. } 2 st. } 4 st. } 10 st. } sable fin compact	3 109 ind.	5,5 env.	2,7 env.
	Holmes	2/10	60		705 ind.	1 env.	1 env.
	Gr. O. peel	1/4	86		2 181 ind.	8,5 env.	8,5 env.
	Petite O. peel ..	1/10	20		3 852 ind.	4 env.	4 env.

TABLEAU 2

NOMBRE D'INDIVIDUS, NOMBRE D'ESPECES OBTENUS
AU COURS DES ESSAIS COMPARATIFS
DANS LE GOLFE DE MARSEILLE

	VASE AVEC SCORIES				SABLE FIN COMPACT			
	<i>Holmes</i>	<i>V. Veen.</i>	<i>Grande orange peel</i>	<i>Petite orange peel</i>	<i>Holmes</i>	<i>V. Veen</i>	<i>Grande orange peel</i>	<i>Petite orange peel</i>
<i>Superficie</i>	0,44 m ²	0,66 m ²	1 m ²	1 m ²	0,44 m ²	0,88 m ²	1 m ²	1 m ²
<i>Volume prélevé</i>	7 l.	40 l.	80 l.	45 l.	2 l.	22 l.	34 l.	40 l.
Mollus.	31 ind. (7,0) 12 esp.	57 ind. (8,6) 19 esp.	43 ind. (4,3) 17 esp.	87 ind. (8,7) 21 esp.	391 ind. (88,8) 8 esp.	2 046 ind. (232,5) 16 esp.	908 ind. (90,8) 15 esp.	1 879 ind. (187,9) 22 esp.
Crust.	3 ind. (0,6) 2 esp.	11 ind. (1,6) 5 esp.	5 ind. (0,5) 3 esp.	18 ind. (1,8) 8 esp.	31 ind. (0,7) 4 esp.	227 ind. (25,8) 7 esp.	126 ind. (12,6) 5 esp.	312 ind. (31,2) 9 esp.
Polych. sédent.	15 ind. (3,5) 8 esp.	41 ind. (5,4) 11 esp.	34 ind. (3,4) 11 esp.	57 ind. (5,7) 14 esp.	108 ind. (24,5) 4 esp.	815 ind. (92,6) 7 esp.	876 ind. (87,6) 8 esp.	1 090 ind. (109,0) 8 esp.
Polych. errantes	45 ind. (10,2) 15 esp.	67 ind. (10,4) 13 esp.	56 ind. (5,6) 16 esp.	90 ind. (9,0) 18 esp.	31 ind. (7,0) 8 esp.	61 ind. (6,9) 11 esp.	116 ind. (11,6) 10 esp.	141 ind. (14,1) 13 esp.
Ascidies	10 ind. (2,2) 3 esp.	9 ind. (1,3) 2 esp.	15 ind. (1,5) 5 esp.	23 ind. (2,3) 4 esp.	néant	néant	néant	néant
Echino	12 ind. (2,7) 4 esp.	20 ind. (3,3) 8 esp.	36 ind. (3,6) 6 esp.	50 ind. (5,0) 12 esp.	néant	néant	néant	néant
Divers	12 ind. (2,7)	45 ind. (6,8)	33 ind. (3,3)	56 ind. (5,6)	144 ind. (32,7)	160 ind. (18,1)	155 ind. (15,5)	430 ind. (43,0)
Total	128 ind. (29,6) 44 esp.	250 ind. (37,8) 58 esp.	222 ind. (22,2) 58 esp.	381 ind. (38,1) 77 esp.	705 ind. (160,2) 24 esp.	3 309 ind. (376,0) 41 esp.	2 181 ind. (218,1) 38 esp.	3 852 ind. (385,2) 52 esp.

(Les chiffres entre parenthèses concernent le nombre d'individus rapporté au 1/10 m²)

de 0,1 m² et 20 kg ; cette dernière, légèrement modifiée, est utilisée régulièrement pour mes prélèvements quantitatifs. Ces essais ont été faits sur deux types de fond très différents :

— une station sur fond de vase mêlée de scories, par 70 mètres ;

— une station sur un fond de sable compact, par 8 mètres.

Ces deux types de sédiments ont été choisis en raison du caractère diamétralement opposé qu'ils présentent ; l'un étant un sédiment facile à prélever pour les bennes, l'autre étant particulièrement résistant et difficile à pénétrer. On trouvera sur le tableau 2, ci-après, le résumé des résultats obtenus. Les différences entre deux appareils, déjà apparentes sur fond de vase, se sont plus ou moins accentuées sur fond de sable fin et, pour les deux stations, le meilleur rendement est obtenu semble-t-il pour la plus petite des deux bennes « orange-peel » ; les résultats de celle-ci sont tout à fait comparables à ceux de la benne VAN VEEN et ceci pour un poids moindre et une maniabilité infiniment meilleure. Le collecteur de HOLME, par contre, est nettement insuffisant sur les fonds de sable. Il faut signaler que j'ai employé cet appareil sans poids additionnel, alors qu'il semble que HOLME ajoute jusqu'à 60 kg de poids supplémentaires pour arriver à un total de 120 kg ; l'appareil devient alors extrêmement dangereux à manier, tout au moins sur un navire de petite taille (15-20 mètres). Un autre fait curieux est la différence importante existant entre les deux modèles de benne « orange-peel ». Alors qu'on pouvait s'attendre à un meilleur résultat pour le grand modèle qui est le plus lourd et qui prend une plus grande épaisseur de sédiment, c'est au contraire le plus petit qui fonctionne le mieux. Je n'ai pas encore trouvé d'explication satisfaisante à cette différence de rendement. Il serait intéressant de pouvoir comparer la petite benne « orange-peel » avec la benne SMITH et MC INTYRE ; mais je pense qu'après quelques modifications cet appareil donnera d'excellents résultats à ses utilisateurs.

Avant de rechercher quelles sont les difficultés rencontrées pour la mise au point d'un appareil de prélèvement correct, rappelons quelles sont les inconvénients que présentent les prélèvements quantitatifs par benne. Les trois principaux reproches que l'on fait aux collecteurs de fond sont les suivants : (1) leur sensibilité à la consistance du fond, par conséquent l'irrégularité des

volumes de sédiment prélevé selon les types de fonds ; (2) leur sensibilité aux mouvements du bateau qui entraîne également des variations entre les volumes ramenés, et enfin (3) le fait que ce mode de collecte ne capture que rarement les animaux de taille importante et les espèces vagiles *. Au cours de ces dernières années l'étude du fonctionnement de ces appareils a été grandement facilitée par l'observation directe en scaphandre autonome. Nous avons vu qu'en gros le problème était le suivant : prélever une certaine quantité de sédiment avec sa faune et remonter cet échantillon à la surface sans perte de matériel. Immédiatement plusieurs questions se posent : quelle surface et quel volume — c'est-à-dire quelle épaisseur — doit-on prélever ? Le choix des dimensions de l'appareil est finalement un compromis entre la maniabilité de celui-ci, le temps disponible pour le tri du matériel, la façon de traiter les résultats et l'ampleur du travail entrepris. Je pense que dans la majorité des cas, il est souhaitable d'employer un appareil d'une capacité de 15 à 20 litres, prélevant par conséquent une couche d'environ 15 centimètres de profondeur sur 1/10 de mètre carré. Cette profondeur de 15 centimètres ne permettra évidemment pas de récolter toute l'endofaune. Mais il convient de faire à ce sujet deux remarques. D'une part des études ont montré que le nombre d'espèces enfoncées au-delà de cette profondeur est très faible. D'autre part, la plupart des travaux concernant les biomasses benthiques sont entrepris en vue de connaître la productivité des fonds de pêche ; or les espèces enfoncées profondément dans le sédiment n'interviennent pratiquement pas dans l'alimentation des Poissons. En outre, un prélèvement de 15 litres demande déjà un temps appréciable pour être trié, et un volume supérieur ne ferait qu'augmenter la quantité de matière stérile et le temps de tri en diminuant très nettement le rendement. En ce qui concerne le volume du prélèvement il intervient aussi un problème annexe : celui du nombre de prélèvements à effectuer par station. Si la méthode du prélèvement unique par station a été la plus employée, elle n'apporte aucune indication sur la variation du nombre d'individus d'une espèce donnée, ni sur la modalité de leur répartition. Pour entreprendre une étude statistique sommaire (coefficient de dispersion) il faut un minimum de 10 prélèvements par station, ce qui

* Les auteurs soviétiques utilisent dans ce but une sorte de drague comportant un compteur métrique; cet engin est tiré à grande vitesse pour capturer les espèces vagiles se déplaçant *sur* le sédiment ou dans la couche d'eau en contact avec le sédiment.

implique une limitation dans le choix du volume à prélever en raison de la longueur du tri.

Une fois choisies les dimensions de l'appareil, la question est loin d'être résolue. On peut cependant réduire à trois les grandes conditions à remplir :

Il faut : (1) garantir la pénétration de l'engin dans les différents sédiments, (2) assurer la bonne fermeture de l'appareil, et (3) obtenir son étanchéité à la remontée.

Nous savons déjà que s'il est facile d'atteindre sur fond de vase une profondeur de 15 centimètres, il n'en est pas de même sur fonds de sable fin ou de gravier. C'est surtout alors le poids de l'appareil qui va compter. L'observation directe montre qu'il s'agit moins d'enfoncer l'appareil dans le sédiment (sauf dans le cas des carottiers), que d'empêcher son soulèvement au moment de la fermeture ; il est évident que des poids élevés faciliteront l'obtention de la stabilité de l'engin sur le fond.

Mais on reste, d'une part, tributaire de la maniabilité de l'appareil et, d'autre part, l'accroissement de poids n'est pas toujours souhaitable : l'exemple de la benne PETERSEN passant de 45 kg à 135 kg avec une diminution de rendement est significatif. On peut également augmenter la force de pénétration à l'aide de bras de levier (SMITH, VAN VEEN) ou de couple (HOLME, « orange-peel »), ou encore par l'intermédiaire d'un ressort (SMITH). Enfin la forme des mâchoires peut apporter une amélioration à l'enfoncement dans le sédiment. Mais il faut abandonner (sauf naturellement dans le cas des carottiers) l'apport de la force que donne la chute libre de l'engin, cette méthode ayant essentiellement pour effet d'augmenter le pourcentage des prélèvements nuls, les appareils arrivant au fond sur le côté, ou même fermés ; en outre, cette méthode a pour effet d'engendrer devant l'appareil une « vague de front » beaucoup plus importante que dans le cas d'une descente lente, or il faut essayer d'éliminer cette « vague de front » qui crée un courant important à la surface du sédiment au moment de l'arrivée de l'appareil — courant évidemment préjudiciable à la capture des petites espèces de l'épifaune. On remédie généralement à cet inconvénient en facilitant le passage de l'appareil dans l'eau, ce qui s'obtient en garnissant la face supérieure des mâchoires d'ouvertures grillagées ou de clapets.

L'observation directe permet également de se faire une opinion valable sur le comportement des appareils à la fermeture. L'appareil étant descendu ouvert, le déclen-

chement du système de fermeture est assuré suivant diverses modalités : messenger (EKMAN, BACESCU), contact avec le sol (SMITH, PETERSEN), mollissement du câble de descente (HOLME, VAN VEEN, PETERSEN, « orange-peel »). La fermeture des mâchoires s'effectue au cours de la remontée du câble, soit par le propre poids de celles-ci (PETERSEN, EKMAN), soit par l'intermédiaire de poulies (HOLME, « orange-peel ») ou de bras de levier (VAN VEEN, PETERSEN, SMITH). C'est de cette manœuvre que dépend, en définitive, la quantité de sédiment prélevé. Outre le type de benne et la dureté du sédiment, interviennent aussi les mouvements du bateau qui se répercutent le long du câble et font qu'au moment de la « morsure » l'appareil peut être brusquement soulevé et ainsi ne prélever qu'un très faible volume de sédiment. Actuellement il semble qu'il n'y ait que l'appareil de SMITH et MC INTYRE qui permette de travailler avec satisfaction en dehors des périodes calmes.

En dernier lieu, il s'agit d'éviter la perte de matériel au cours de la remontée. Dans les appareils de type PETERSEN, VAN VEEN et autres — c'est-à-dire les appareils comportant deux mâchoires — cette étanchéité est réalisée de façon satisfaisante, lorsque les mâchoires sont jointives. Pour la benne « orange-peel » une chemise en toile munie de volets est placée sur l'appareil. Mais dans les fonds de graviers ou les fonds détritiques, il arrive — et ceci pour tous les types de bennes — qu'un bloc se coince entre les mâchoires et qu'il y ait donc perte de matériel ; on ne peut malheureusement pallier cet état de chose et il faut considérer un tel prélèvement comme nul et recommencer l'opération.

Aucun appareil ne donne donc actuellement entièrement satisfaction. Je pense qu'une solution possible serait l'augmentation du diamètre des carottiers employés par les géologues ; il existe déjà actuellement des modèles de 20 centimètres de diamètre utilisés par les pétroliers, mais ils sont d'un poids considérable en raison de la longueur de l'échantillon qu'ils doivent prélever. Comme la longueur de la « carotte » intéressant le biologiste préoccupé de prélèvements quantitatifs est assez faible, il serait peut-être possible de diminuer le poids de l'appareil et de gagner ainsi quelques centimètres sur le diamètre. Le carottier présente également d'autres avantages : il prélève la même surface dans toute l'épaisseur du sédiment ; il ne perturbe pas les différentes strates.

Il est souhaitable que dans un proche avenir un appareil de valeur reconnue soit mis au point pour éviter

un certain nombre de critiques justifiées faites à la méthode quantitative. Or cette méthode est pourtant précieuse pour notre connaissance de la richesse des fonds marins, et l'évaluation de la biomasse qui conditionne elle-même l'appréciation de la production des différentes aires maritimes est un facteur primordial pour la biologie des pêches.

BIBLIOGRAPHIE

- AUERBACH M. (1953). — Ein quantitativer Bodengreifer. *Beitr. naturkundl. Forsch. Südwestdeutsch.*, 12 : 17-23.
- BACESCU M. (1957). — Une sonde benne pour l'étude quantitative des organismes vivant sur le fond des eaux. *Bul. Inst. Cercet. Pisc.*, 16 : 69-82.
- BLEGVAD H. (1928). — Methoden des Untersuchung der Bodenfauna des Meerwassers. *Handb. biol. Arbeitsmeth.*, 9 : 311-30.
- EKMANN S. (1933). — Über einen neuen Bodengreifer für marin-zoologische Zwecke. *Intern. Rev. Hydrobiol. u. Hydrogr.*, 28 : 313-329.
- FORSTER G.-R. (1953). — A new dredge for collecting burrowing animals. *J. Mar. biol. Ass. U. K.*, 32 : 193-198.
- HARTMANN O. (1955). — Quantitative survey of the benthos of San Pedro Basin, South California. Part I. Preliminary results. *Allan Hancock Pacific Exp.*, 19 : 185 p.
- HOLME N.-A. (1949). — A new bottom sampler. *J. Mar. biol. Ass. U. K.*, 28 : 323-332.
- HOLME N.-A. (1953). — The biomass of the bottom fauna in the English Chanel off Plymouth. *J. Mar. biol. Ass. U. K.*, 32 : 1-49.
- HOLME N.-A. (1955). — A improved « vacuum » grab for sampling the sea floor. *J. Mar. biol. Ass. U. K.*, 34 : 545-551.
- JOHANSEN A.-C. (1927) — Preliminary experiments with Knudsen's bottom sampler for hard bottom. *Medd. Komm. Danmarks Havundersög.*, Ser. fisk., 8 : 1-6 (non vu).
- JONES M. (1961). — A quantitative evaluation of the benthic fauna off Point Richmond, California. *Univ. Calif. Publ. Zool.*, 67 : 219-320.
- KNUDSEN M. (1927). — A bottom sampler for hard bottom. *Medd. Komm. Danmarks Havundersög.*, Ser. Fisk., 8, n° 3 : 3-4.
- MC INTYRE A.-D. (1956). — The use of trawl, grab and camera in estimating marine benthos. *J. Mar. biol. Ass. U. K.*, 35 : 419-429.
- MERNA J.-W. (1962). — Quantitative sampling with orange-peel dredge. *Limnol. and Oceanogr.*, 7 : 432-433.
- PERES J.-M. (1961). — *Océanographie biologique et biologie marine*. Vol. 1, Paris, Presses Universitaires de France.
- PETERSEN C.-G.-J. et BOYSEN-JENSEN P. (1911). — Valuation of the sea. I. Animal life of the sea bottom its food and quantity. *Rep. Danish Biol. Sta.*, 20 : 1-76.
- PRATJE O. (1938). — Gewinnung und untersuchung der Meeresgrundproben. *Handb. biol. Arbeitsmeth.*, 9 : 377-534.

- REISCH D.-J. (1959). — Modification of the Hayward orange-pell bucket for bottom sampling. *Ecology*, 40 : 502-503.
- RIEDL R. (1955). — Aufsammlung tiefer Meeresboden in abgegrenzten Schichten und Flächen. *Arch. f. Hydrobiol.*, 51 : 189-208.
- SMITH W. et MC INTYRE A.-D. (1954). — A spring-loaded bottom sampler. *J. Mar. biol. St. U. K.*, 33 : 257-264.
- THAMDRUP H.-M. (1938). — Der Van Veen bodengreifer. Vergleichversuch über die Leistungsfähigkeit des Van Veen und des Petersen Bodengreifers. *J. Conseil. Int. Expl. Mer.*, 13 : 206-212.
- THORSON G. (1957). — Bottom communities. *Geol. Soc. Amer.*, Mem. 67, Vol. 1 : 461-534.
- URSIN E. (1954). — Efficiency of marine bottom samplers of Van Veen and Petersen types. *Medd. Komm. Danmarks Havundersög.*, N. S. : 1, n° 7, 8 p.
- URSIN E. (1956). — Efficiency of marine bottom samplers with special reference to the Knudsen sampler. *Medd. Danmarks Fiskeri-og Havundersög.*, N. S. : 1, 7 p.
- WASMUND E. (1932). — Entwicklung und Verbesserung der Entnahmeapparaturen für Bodenproben unter Wasser. *Arch. Hydrobiol.*, 23.