

**STRUCTURE DES POPULATIONS DE
PARACENTROTUS LIVIDUS (LAMARCK)
(Echinodermata, Echinoidea)**

SOUMISES A LA PECHE SUR LES COTES NORD DE BRETAGNE

par J.-Y. ALLAIN (1)

En raison d'un appauvrissement, chaque jour plus accentué, des côtes nord de Bretagne, les pêcheurs sont de moins en moins nombreux. La pêche aux oursins sur cette côte nord de Bretagne fournissait, en 1968, la moitié de la production française. La France dispose, le long de ses côtes, de richesses importantes en échinides dont l'existence est connue depuis fort longtemps mais qui ne furent jamais ni évaluées, ni décrites. Elle est cependant importatrice d'oursins.

Une évaluation sur la côte nord de Bretagne présente donc plusieurs aspects intéressants dont les plus importants sont : halieutique (connaissance du stock actuel, de son évolution, du mode de pêche actuel et de son passé), économique, biologique et écologique.

A. - Répartition de *Paracentrotus lividus* (Lamarck).

1° Répartition générale.

Si l'on exclut la répartition donnée par BELL (1892) dans son catalogue des Echinodermes des îles britanniques dans lequel il signale que *Paracentrotus lividus* aurait été capturé au Brésil et les travaux de WICKRAMARATNE (1970) à Ceylan, les auteurs situent cette espèce uniquement dans l'Atlantique nord-est et en Méditerranée.

P. lividus est bien connu en Méditerranée occidentale où il est abondant. D'importants peuplements existent aussi en mer Adriatique, mais ceux-ci se réduisent en Méditerranée orientale.

En Atlantique, ses limites de répartition sont, vers le nord, les côtes d'Ecosse et les côtes sud et ouest de l'Irlande (SOUTHWARD et CRISP, 1954) ; vers le sud, le Sahara espagnol (MORTENSEN, 1943). Cependant, il est absent sur de longues distances entre les deux points (CRISP et FISCHER, 1959).

Dans la Manche, les côtes de Bretagne l'hébergent tandis que quelques individus sont signalés sur les côtes méridionales d'Angleterre. Plusieurs auteurs affirment que *P. lividus* est présent

(1) Résumé d'une thèse de 3^e cycle (mention : Biologie Halieutique) soutenue devant l'Université de Rennes (U.E.R. des Sciences Biologiques le 28 septembre 1972.

plus au nord, et c'est ainsi qu'il apparaît dans les listes faunistiques concernant le département de la Manche (FAUVEL, 1895 à Saint-Vaast-la Hougue), dans le Boulonnais (BOUCHARD cité par GIARD, 1899) à Boulogne-sur-Mer (BONNET, 1925 qui en aurait récolté 266 spécimens), dans l'estuaire de la Seine (LENNIER, 1885), à Hélioland et en Norvège (cité par MORTENSEN, 1943). Mais certaines de ces affirmations reposent sur une confusion. Ainsi, en 1899, GIARD reconnaît *Psammechinus* dans les échantillons de BOUCHARD; FAUVEL rectifie lui-même son erreur en rétablissant l'identité réelle de ses individus : *Psammechinus miliaris* (GMELIN) (FAUVEL, 1905). Les mentions plus nordiques tiennent à des confusions avec *Strongylocentrotus droebachiensis* (O. F. MULLER).

Aujourd'hui, dans la Manche, à l'est du Cotentin, seuls les échantillons de LENNIER n'ont pas fait l'objet de vérifications spécifiques, de même qu'en Mer du Nord ceux de BONNET. Mais que leurs déterminations soient exactes ou non, *Paracentrotus* ne dépasse pas, actuellement, le Cotentin dans la direction du nord-est.

2° Répartition en Bretagne-nord.

a) Répartition antérieure.

Connu depuis longtemps en Bretagne, *Paracentrotus* ne manque pas d'apparaître régulièrement dans les listes faunistiques.

Dès 1866, l'abondance des oursins en Normandie et en Bretagne était rapportée par DE LA BLANCHÈRE d'après lequel les oursins comestibles y étaient « énormes et en quantité ». FRÉDÉRICQ (1876) se procurait *P. lividus* « en abondance sur les roches appelées Bisayers ».

En 1884, KOEHLER, à propos de la faune des îles anglo-normandes, disait : « je n'ai pas rencontré une seule fois l'oursin ordinaire (*Strongylocentrotus lividus*) si commun ailleurs mais qui fait totalement défaut ici ». Il note cependant la présence de *Paracentrotus* à Guernesey et à Sercq. BELL (1892) inclut Jersey et Guernesey dans la répartition qu'il donne de *P. lividus*.

Quelques années plus tard, PRUVOT (1897) écrivait : « Dans la région de Roscoff, les roches Duon granitiques et schisteuses très exposées montrent, comme trait dominant de l'horizon supérieur à *Fucus*, l'abondance des *Strongylocentrotus lividus* ».

Au cours des premières années du siècle nouveau DE BEAUCHAMP visite toute cette côte et en 1914 il signale que *Paracentrotus lividus* est l'espèce la plus abondante dans la zone des marées et la seule formant de véritables associations sur les côtes rocheuses... On trouvera d'excellents types de cuvettes à oursins au pied de la falaise de Beg-an-fry et à Locquirec où ils sont encore plus abondants que dans les cuvettes similaires de Duon et du Béclem... A la Pointe de Plestin un ensablement progressif fait parfois périr beaucoup d'entre eux. Un de ses faciès favoris est celui qui se rencontre au Béclem, à Callot et aux Bisayers : un plateau presque horizontal où subsistent, presque toujours dans les creux, quelques centimètres d'eau. On les trouve aussi menant une vie presque fousseuse dans le sable, à gros éléments, très coquillier de l'Enfer et de la moulière du Béclem.

Paracentrotus apparaît dans les cuvettes d'Estellan-Bihan qui est le point le plus occidental de sa répartition pour nous. A la pointe de Callot, il est extrêmement abondant mais se raréfie en remontant dans les baies. Au Cerf il est très répandu comme au Béclem. Il est encore nombreux entre l'île Noire et la pointe de Barnenez mais manque (à part quelques individus dans un couloir au nord de Terrènes) sur toute la côte jusqu'à Primel bien que les cuvettes y soient fréquentes. A partir de la pointe il devient abondant jusqu'à Locquirec. Enfin, il n'est pas moins abondant aux Triagoz.

Peu après, DE BEAUCHAMP, accompagné de LAMI, visitait Bréhat (1921). Plusieurs points les frappèrent dont le fait que « les cuvettes très plates ne renferment jamais de *Paracentrotus lividus* ». Deux années plus tard, en 1923, DE BEAUCHAMP notait, aux îles Chausey, l'absence des oursins.

Dans un « Aperçu Bionomique sur les Minquiers » P. et E. FISCHER (1926) écrivent : « nous n'y avons trouvé ni moules ni oursins ». Après plusieurs années d'observations, E. FISCHER (1936) conclut : « Donc, sur la côte française de la Manche, les régions où on voit les oursins remonter en abondance dans la zone des marées sont d'une part la baie de Lannion, d'autre part, la baie de Saint-Brieuc ».

A la même époque, DAVY DE VIRVILLE (1935) note la présence de *Paracentrotus* dans les « flaques à algues calcaires dominantes », et publie une photographie de l'une de ces flaques, prise au Verdelet et contenant de nombreux oursins.

1951 voit la parution de la Faune des Echinodermes de Roscoff. La répartition de *Paracentrotus* serait : « un peu partout à la côte, sous les pierres, dans des cuvettes, champs de blocs de l'île de Batz, chenal de Morlaix, de Béclem, Duon, Beg-an-fry, pointe de Primel, Locquirec. Aux fauberts au Béclem, devant Primel (PRUVOT, 1897, p. 585, sous le nom de *Strongylocentrotus lividus* (LMK) ; DE BEAUCHAMP, 1914 ; CHERBONNIER 1951).

D'après DE BEAUCHAMP, il y a « absence complète » sur les rochers de Batz et « Estellan Bihan » serait le point le plus occidental de sa répartition ; CHERBONNIER écrit : « champs de blocs de l'île de Batz ». Il s'agit là d'un exemple d'extension de l'aire de répartition.

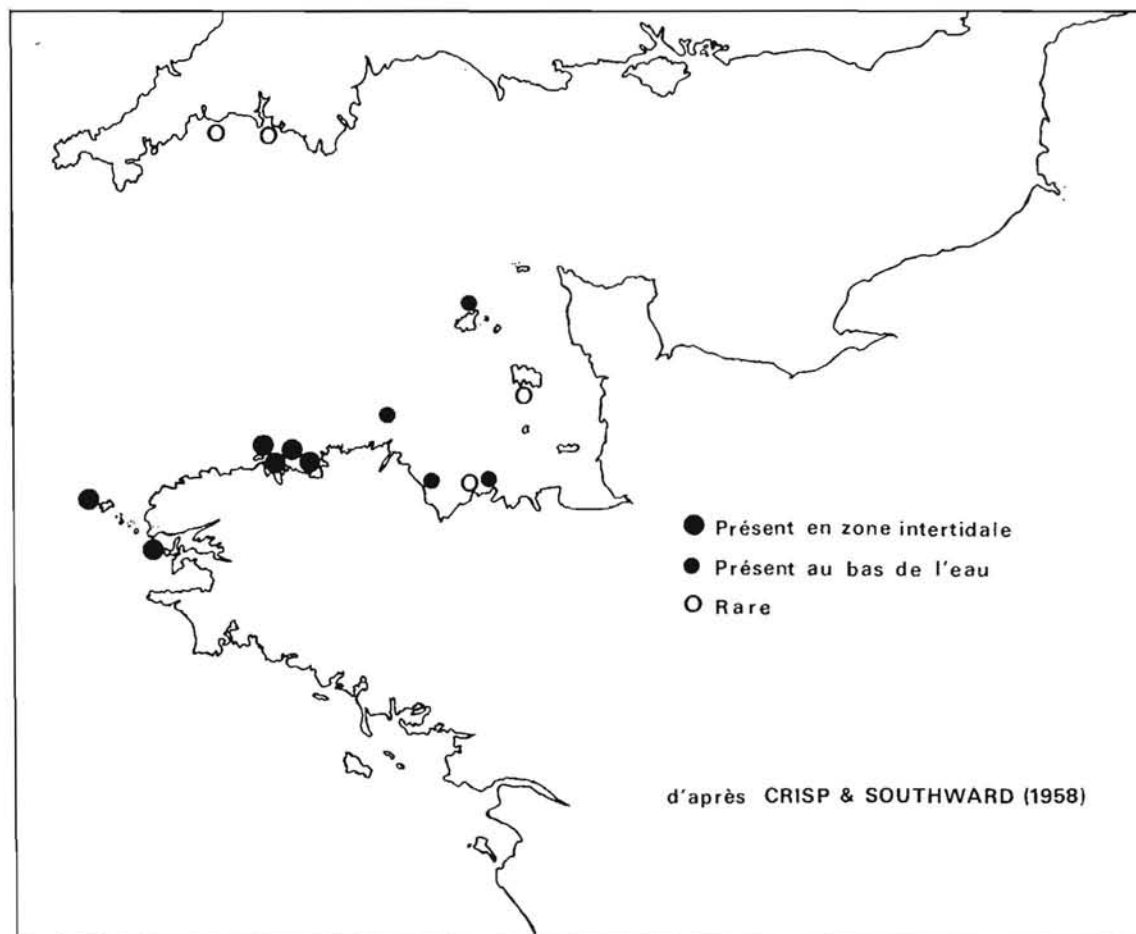


FIG. 1. — Répartition de *Paracentrotus* des deux côtés de la Manche d'après CRISP et SOUTHWARD.

CRISP et SOUTHWARD (1958), étudiant la répartition des organismes dans la zone intertidale le long des côtes de la Manche, écrivent : « le *Paracentrotus* peut être considéré comme pratiquement absent du côté anglais quelques individus seulement ayant été trouvés à Looe et Wenbury... Du côté français, nos observations confirment que l'espèce est commune au voisinage de Roscoff où elle est présente dans des cuvettes en zone intertidale. Elle est moins commune dans la baie de Saint-Brieuc, aux Roches Douvres et à Guernesey. Nous n'en avons pas trouvé à l'extrême nord-ouest de Bretagne, mais nos observations ne furent pas effectuées sur les îles les plus exposées où *Paracentrotus* peut être plus commun ». Ils donnent une carte de la répartition de *Paracentrotus*

des deux côtés de la Manche, carte que nous reproduisons (fig. 1). *Paracentrotus* est signalé pour la première fois à Saint-Cast, au cap Fréhel, à la pointe du Dourvin et à la pointe de Blosson.

Afin de clarifier la répartition de *Paracentrotus lividus* telle qu'elle était connue pour la Bretagne-nord, nous regroupons les stations d'est en ouest ; le nom de l'inventeur et l'année suivent chaque signalement.

Ile de Sercq et île de Guernesey (KOEHLER, 1884), pointe de Saint-Cast (CRISP et SOUTHWARD, 1958), Fort-la-Latte (FISCHER, 1932, doute sur la détermination), cap Fréhel et cap d'Erquy (CRISP et SOUTHWARD, 1958), pointe de Pléneuf-Verdelet (DAVY DE VIRVILLE, 1935), pointe de Pordic (FISCHER, 1932, doute sur la détermination), Paimpol (collection du laboratoire maritime de Dinard), les Roches Douvres (CRISP et SOUTHWARD, 1958), Triagoz (DE BEAUCHAMP, 1914), pointe de Plestin (DE BEAUCHAMP, 1914), pointe de l'Armorique (CRISP et SOUTHWARD, 1958), Locquirec à Primel, couloir nord de Terrênes et île Noire - pointe de Barnenez (DE BEAUCHAMP, 1914), chenal de Morlaix (CHERBONNIER, 1951), le Béclem, l'Enfer, le Cerf, les roches Duons et Estellan Bihan (DE BEAUCHAMP, 1914), pointe de Blosson (CRISP et SOUTHWARD, 1958), Blocs de l'île de Batz (CHERBONNIER, 1951).

Dans cette liste nous n'inclurons pas Jersey en dépit de l'affirmation de BELL (1892), car la seule référence que nous possédons est celle de KOEHLER (1884) qui ne l'y avait point vu mais rapportait ce qu'un habitant lui avait assuré. Toutes les recherches effectuées depuis sont également restées vaines.

b) Répartition actuelle.

Depuis décembre 1970 nous avons parcouru, plusieurs fois, la totalité de cette côte et nous avons, par diverses méthodes, recherché systématiquement le *Paracentrotus*. Les renseignements les plus nombreux ont été fournis par la pêche commerciale qui nous permet de situer géographiquement les concentrations d'oursins et nous sert de méthode de récolte. Malgré les descriptions de DESTABLE (1958) et de ALLAIN (1970), la technique de pêche n'est peut-être pas très connue, nous en ferons un rappel sommaire.

Méthode de pêche.

Les pêcheurs de cette côte ont adopté une des anciennes méthodes méditerranéennes. Il s'agit de la pêche à la « radasse » communément appelée « faubert » sur le littoral morlaisien.

Le faubert est un engin constitué d'une amarre à l'extrémité de laquelle sont solidement fixés de grosses chaînes et du crin ou de vieux filets à sardines. Les chaînes ont un double rôle, d'une part entraîner le faubert jusqu'au fond et dans les fentes, et d'autre part, décrocher les oursins qui se prennent par leurs piquants dans l'amas de crin. Les pêcheurs utilisent, de préférence au crin, de vieux filets hors d'usage qui résistent beaucoup mieux aux frottements sur les rochers mais ces vieux filets sont devenus pratiquement introuvables. La longueur de l'amarre et le poids de la chaîne varient avec la profondeur de la zone exploitée. Les bateaux sont équipés de plusieurs fauberts qui sont tous mouillés quelle que soit la zone de pêche, en filant plus ou moins. Après avoir laissé traîner quelques minutes, le pêcheur remonte le tout à bord et décroche les oursins.

Contrairement à ce que pourrait laisser croire la simplicité du principe, la pêche se révèle très pénible ; l'eau engourdit les doigts et oblige à des efforts répétés pour virer les fauberts et en détacher les animaux. Cette dernière opération ne peut être effectuée qu'en empoignant l'oursin et en tirant fortement ; les pêcheurs ont constamment des piquants qui pénètrent dans les paumes et dans les doigts, s'y incrustent et rendent la suite du travail encore plus pénible. De plus, la nécessité de naviguer au plus près de la roche oblige à un effort d'attention dont la permanence devient rapidement épuisante.

Résultats.

Les stations où nous avons rencontré *Paracentrotus*, sans toutefois donner celles déjà signalées, sont mentionnées ci-dessous.

a) *Baie de Saint-Brieuc.*

De Lancieux à Saint-Cast (divers), du cap Fréhel à Pléhérel (marée à pied et récolte en plongée) Malicorne (en plongée), Les Ecarets (marée en pêche), La Moulière (en pêche), Chapelle-Saint-Michel (en pêche), plateau des Justières (en pêche), Grand Fourier (en pêche), Roche plate des Courdrais (en pêche), Roche Fourcoïn (en pêche), Les Hopitiaux (en pêche), cap d'Erquy (en pêche), Les Trois Roches (marée à pied, en pêche et en plongée), plateau des Portes (en pêche), Les Ecarets (Erquy) (en pêche), Les Comtesses (en pêche), plateau des Jaunes (en pêche), Rohem (en pêche), Roches du Dahouet (en pêche), Les Trois Pierres (en plongée), Grand Lejon (en plongée), Roches plates et rondes (en plongée), Roche Trahillions (en plongée), Roches de Binic (en pêche).

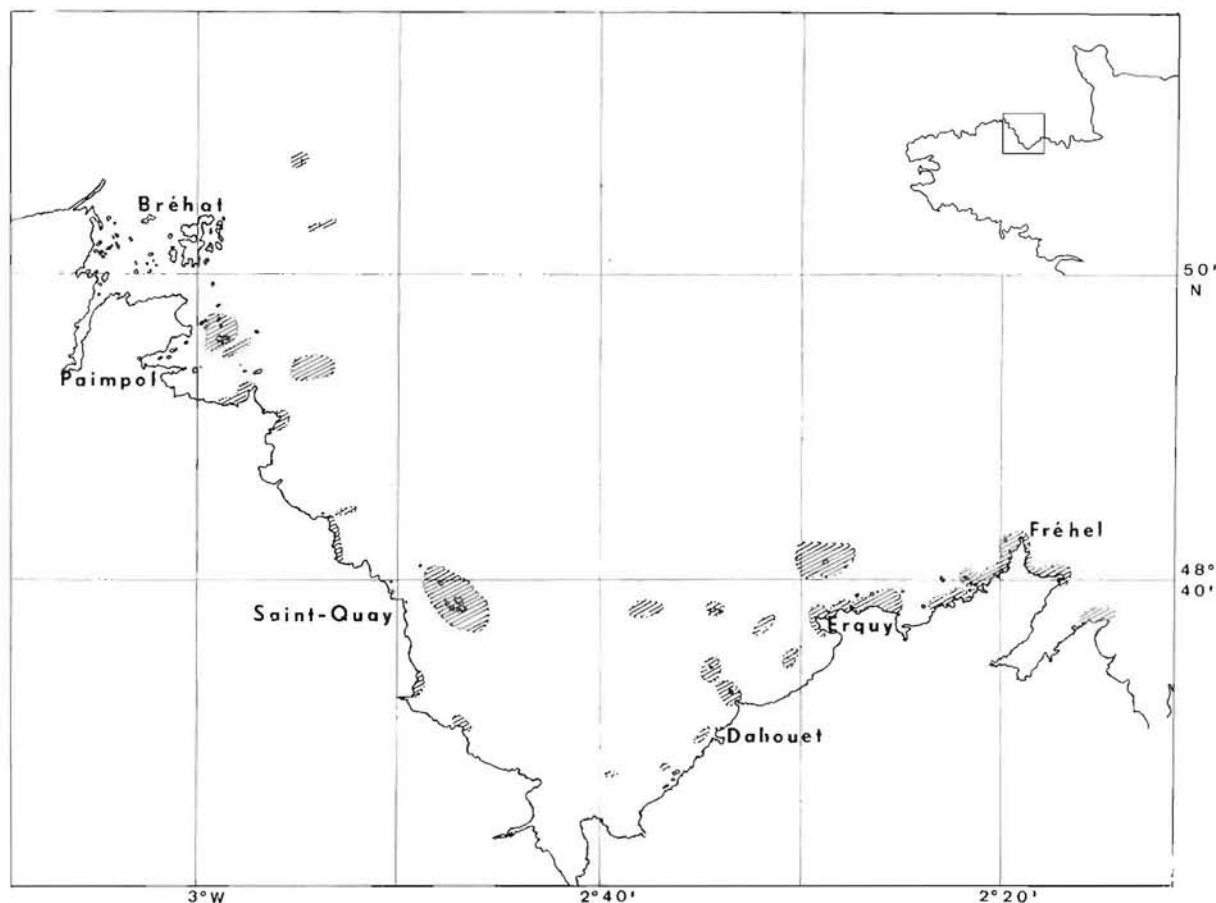


FIG. 2. — Répartition de *P. lividus* en baie de Saint-Brieuc.

Roches de Saint-Quay-Portrieux (en pêche), pointe de Plouha (à pied), Roche Mauve (en plongée), pointe de Minard (à pied), Port Lazo (en pêche), pointe de Plouézec (à pied), Les Calemenguières (en plongée), La Horaine (en pêche et en plongée), plateau de Riou-Canayou (en plongée), Roches du Roho (en pêche et en plongée), sud des Roches du Roho (en pêche et en plongée), plateau du Men-Marc'h (en plongée), Loguivy-de-la-Mer (en pêche).

b) *Stations comprises entre l'île de Batz et l'île Tomé.*

Pointe du Château (Perros) (marée à pied et marée en pêche), Meam-Cam (en pêche), sud-est de Tomé (à pied, en pêche et en plongée), est et nord-est de Tomé (à pied, en pêche et en plongée), Trestignel à Trestaou (à pied et en pêche), Bilzic (en pêche), Rochtur (en pêche), sud de l'île aux Moines (à pied, en pêche et divers), Le Cerf (divers),

Malban (en plongée), Les Costans (en plongée), Rochuit (en pêche et en plongée), pointe de Squevel (en pêche), de Trégastel à l'île Grande (en pêche), ouest de l'île Grande (en pêche), pointe de Bihit (à pied), de Douvvin à Beg-a-Fourn (à pied), pointe de Séhar (en pêche), pointe de Terre (à pied), Les Charrues (en pêche), Les Bœufs (en pêche), La Méloine (en pêche), Chaises de Primel (en pêche).

L'ensemble des stations citées a été situé sur les figures 2 et 3 respectivement la baie de Saint-Brieuc et la zone littorale entre Tomé et Batz.

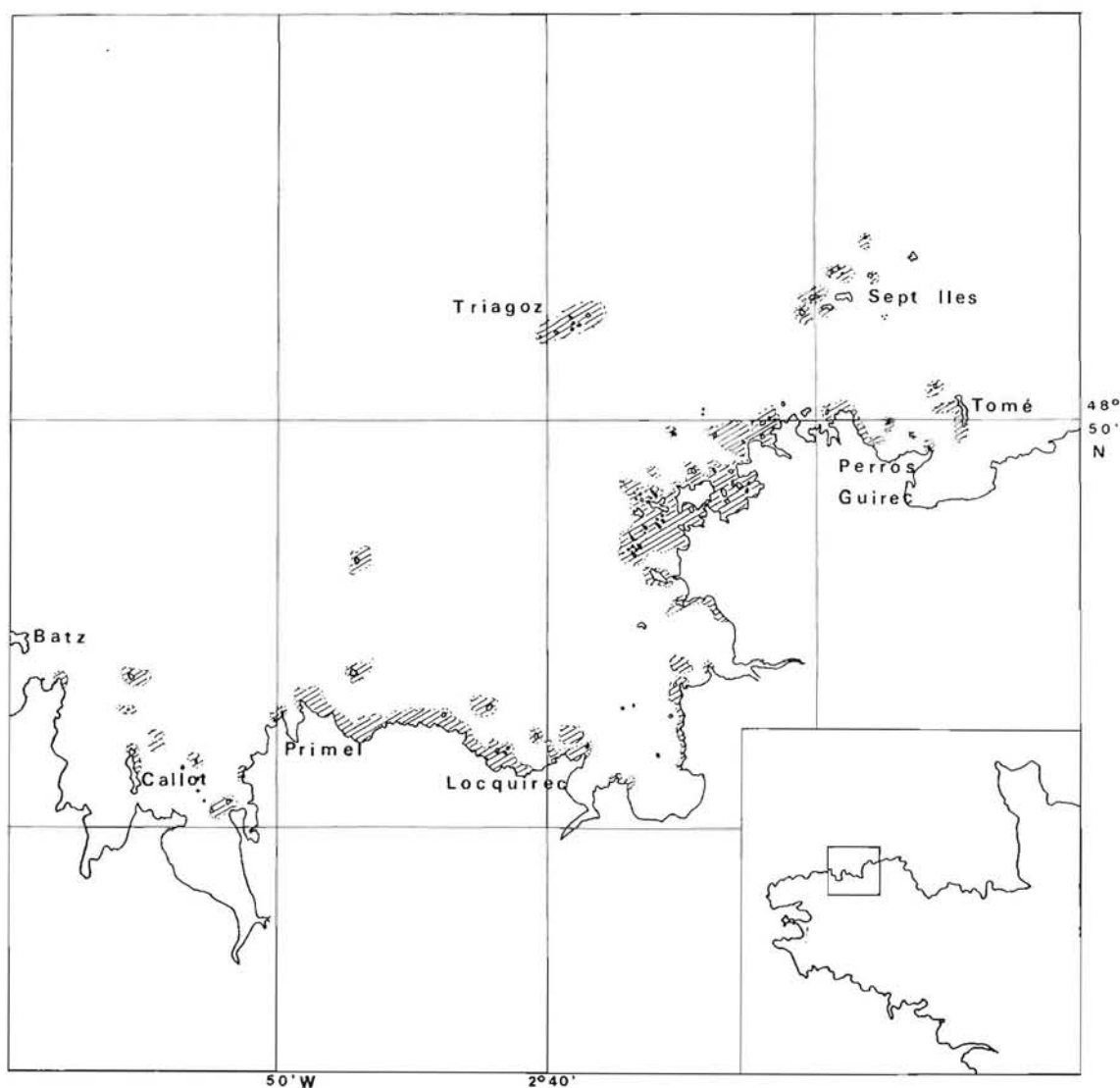


FIG. 3. — Répartition du *P. lividus* entre les îles de Batz et de Tomé.

En bien des points de la côte, nous n'avons pas récolté de *Paracentrotus* et l'espèce semble absente de Louannec à Bréhat. Pour la baie de Saint-Brieuc, la côte de granite rose et les baies de Lannion et Morlaix, nous nous conformerons aux idées de SOUTHWARD et CRISP (1954) qui, à propos de la répartition de *Paracentrotus* sur les côtes ouest d'Irlande, concluaient : « Il est probable que les absences reconnues sont dues à des conditions de substrat défavorables. Nous ne considérons comme significative aucune des autres absences ».

D'après FENAUX (1968), les limites bathymétriques du *Paracentrotus* seraient : 0-80 mètres. En Bretagne, les profondeurs sont généralement faibles, et l'isobathe des 20 mètres est à une certaine distance de la côte, sauf en quelques points (cap Fréhel, Sept Iles, Pointe de Primel). Les plateaux de La Méloine et des Triagoz n'atteignent jamais 30 m. *Paracentrotus* est présent à toutes les profondeurs. Les zones d'abondance sont surtout situées entre 5 et 20 m non pas en raison d'une présence naturellement plus importante mais par suite de leur accès plus difficile, au moins pour certaines d'entre elles, à la pêche.

B. - Influence des facteurs écologiques sur la répartition.

1° Influence de la couverture végétale.

a) Concurrence dans l'espace.

D'après SOUTHWARD et CRISP (1954), il apparaît qu'un grand développement des algues s'oppose à la présence de *Paracentrotus*. KEMPF (1962) constate qu'en Méditerranée, *Paracentrotus* n'atteint de grandes densités que sur la roche à *Lythophyllum incrustans* et seulement dans le cas de surfaces sub-horizontales. DAVY DE VIRVILLE (1935), sur les côtes de Bretagne nord, ne trouve pas de *P. lividus* dans les flaques riches en algues.

Nous avons pu remarquer, d'une part l'absence de *Paracentrotus* dans les flaques riches en algues qu'elles soient calcaires ou non, d'autre part sa présence dans des flaques où les fucales occupaient plus de la moitié de l'espace. Donc, lorsque les algues sont particulièrement luxuriantes, *Paracentrotus* est totalement exclu, mais dès qu'elles libèrent une certaine surface dans une flaque, l'oursin peut s'installer.

b) Alimentation des oursins.

La littérature échinologique est riche en données sur la consommation d'algues par les oursins. Nous ne reverrons donc pas l'ensemble de ces travaux. Mais il ne nous semble pas possible de passer sous silence la destruction totale des *Macrocystis* sur d'immenses étendues le long des côtes californiennes, destruction dont les oursins sont les agents principaux (LEIGHTON et Coll., 1967 ; NORTH et PEARSE, 1969 ; PEARSE et Coll., 1970). Cette « explosion » des populations d'oursins est produite par le déversement de grandes quantités d'eaux usées à la mer.

De même, en 1971, une importante réduction de la couverture algale à Terre-neuve provoque des inquiétudes. Le responsable est l'oursin *Strongylocentrotus droebachiensis* (O.F. MULLER) qui atteint une densité de 350 au m² (HIMMELMAN et STEELE, 1971).

Nous avons donné un aperçu de la situation de la pêche aux oursins en Bretagne (ALLAIN, 1971). *Paracentrotus* y devient de plus en plus rare, et l'influence des arrivées d'eaux usées y est difficile à mettre en évidence. En revanche, dès 1883 à Marseille, KOEHLER remarquait que « *Str. lividus* résiste dans une certaine mesure à l'impureté des eaux, et pénètre dans l'avant-port et dans le premier bassin du Port National ». KEMPF (1962) précise : « la situation du port a évolué depuis et la pollution n'a fait qu'augmenter. Pourtant elle ne semble pas trop affecter cette espèce qui entre toujours dans les avant-ports ». Plus loin il ajoute : « Les oursins de Berre, milieu relativement pollué, ont la réputation d'être plus pleins que ceux de la mer, ce que la dissection vient confirmer. Il se peut que la charge en matières organiques des eaux exerce une action favorable sur leur fertilité ». KITCHING et EBLINGS (1961) enlèvent tous les *Paracentrotus* sur une zone de 300 m² et constatent que deux mois plus tard la zone est couverte à 50 % d'*Enteromorpha* sp. KEMPF (1962) constate une « relation inverse entre l'importance du peuplement végétal et celle des oursins ». Il donne un « aperçu du contenu stomacal » disant : « l'examen rend compte du régime végétarien mais on se heurte à la difficulté de déterminer les algues ingérées ». Il précise cependant que *Paracentrotus* consomme aussi bien des algues molles que des feuilles de Posidonies.

Nous avons procédé à l'examen des contenus intestinaux. Dans tous les cas examinés, bien que les animaux soient d'origines diverses, le contenu du tractus digestif est très largement dominé par des débris végétaux. Les déterminations des fragments recueillis dans le tractus digestif ont conduit à

y reconnaître (1) *Laminaria* spp. (*L. digitata* et *L. hyperborea* sont les seules laminaires présentes en quantité importante), *Fucus serratus* L. et, en très faible quantité, des débris de Rhodophycées. La présence de ces algues est constante tout au cours de l'année, et il est donc permis de penser qu'elles forment la majorité des produits consommés par *Paracentrotus* sur l'aire de récolte.

2° Influence des populations animales.

Les parasites et commensaux de *Paracentrotus* ont fait l'objet de quelques travaux dont les plus importants sont ceux de CUENOT (1912), CHERBONNIER (1951) et BAREL et KRAMERS (1970). Les compétiteurs sont tous les herbivores vivants au même niveau mais leurs niches écologiques restant peu connues, il ne nous est pas possible d'apprécier leur influence sur les populations d'oursins.

Dès 1890, PROUHO montre, qu'attaqué par *M. glacialis*, le *P. lividus* se défend. Il remarque que le pédicellaire qui a servi à l'oursin est emporté par l'astérie si bien que lorsque les attaques sont nombreuses, l'oursin succombe, ayant perdu peu à peu tout son système défensif.

MUNTZ et coll. (1965) donnent une liste des prédateurs de *Paracentrotus* dont les plus importants seraient : *Cancer pagurus*, *Carcinus maenas*, *Portunus puber*, *Maia squinado* et *Portunus corregatus*. Ils citent encore un autre crustacé très friand d'oursins : *Homarus vulgaris*.

EBLINGS et coll. (1966) portent leur attention sur la prédation dans les communautés de *Paracentrotus* et attribuent les tests vides trouvés sur les plages à *Hoematopus ostragalus* (huître-pie), *Corvus corone cornix* (corneille mantelée), *Larus marinus* (goéland marin), *Larus argentatus* (goéland argenté), *Larus ridibundus* (mouette rieuse), *Numenius arquata* (courlis cendré), *Ardea cinerea* (héron cendré).

Si, en Bretagne, *Palinurus* et *Homarus* sont devenus rares, les oiseaux et les brachyourses, quant à eux, abondent. Mais leur influence sur les populations d'oursins n'a jamais été déterminée.

3° Influence de substrat.

Dans la région d'Arcachon, *Paracentrotus* vit dans le sable grossier, mais il reste de petite taille. Il y vit aussi au voisinage des herbiers de zostères, enfoncé dans le sable. Cet habitat ne lui convient que médiocrement (CUENOT, 1912). D'après BONNET (1925), ces individus sont « surbaissés ».

En baie de Saint-Brieuc une certaine de dragages et de nombreux traicts de chaluts (ALLAIN et coll. 1971 et 1972) ne nous ont pas permis d'en récolter un seul, alors que les échantillons de *Psammechinus* n'étaient pas rares. CABIOCH (1968) a effectué 1 691 dragages en Manche occidentale et TOULEMONT (1972) plusieurs centaines sur les côtes ouest de Bretagne : ils ont également rencontré plusieurs fois *Psammechinus* mais pas *Paracentrotus*. Donc, sur les côtes bretonnes, *Paracentrotus* est toujours absent des sédiments meubles (à moins qu'ils ne soient couverts d'herbiers).

Les préférences de *Paracentrotus* vont, en effet, aux substrats rocheux et battus. Ainsi que cela avait été noté dès les premières descriptions, il ne se trouve en abondance que sur des aires relativement plates et en cuvettes avec *Lithophyllum incrustans*. Il vit également abondant dans les failles. En cuvettes, il peut « remonter très haut... juste en-dessous des Pelveties subsistantes » (DE BEAUCHAMP, 1923 b) et nous l'y avons rencontré.

De plus, nous avons récolté quelques individus sur des graviers dans une mare que la mer ne quitte jamais. Les *Paracentrotus* ainsi récoltés sont de petite taille par rapport à ceux qui vivent sur la roche voisine : $D < 40$ mm sur les graviers, et $70 \leq D \leq 90$ mm pour les individus récoltés sur la roche.

Cette inféodation à un substrat composé de rochers en place ou à quelques zones graveleuses favorables restreint l'étendue des surfaces habitées par *Paracentrotus*, mais elle ne permet pas d'expliquer la limite d'extension vers le nord.

4° Influence de la salinité.

La résistance de *Paracentrotus* à une certaine chute de la salinité est connue depuis fort longtemps. Dès 1883, KOEHLER notait sa présence dans l'étang de Berre. La salinité en surface mesurée

(1) Détermination de Mademoiselle PRIOU, Laboratoire Maritime du Muséum National d'Histoire Naturelle, Dinard, à qui nous adressons nos plus vifs remerciements.

par MINAS (1965) varie du nord au sud de 27 à 29 ‰ KEMPF (1962) précise que leur taille dans l'étang « bien qu'inférieure à la normale se rapproche tout de même de celle-ci ».

Les données relatives à la salinité en Bretagne-nord sont assez nombreuses. A Dinard, elle varie de 33,40 ‰ à 35,48 ‰ (LAM HOAI THONG, 1969 ; OLLIVIER, 1969). L'HERROUX (1970) ne trouve guère de variation de salinité à Erquy (elle varie de 35,06 ‰ à 35,25 ‰). Les valeurs extrêmes obtenues par FAURE (1959) dans la région de Roscoff de 1952 à 1958, sont : 34,70 ‰ et 35,79 ‰. Ce dernier ajoute qu'entre la surface et le fond la variation de salinité n'atteint que quelques centièmes pour mille.

D'une part, nous savons donc que *Paracentrotus* supporte une salinité n'atteignant que 27 à 29 ‰ et d'autre part que la salinité en Bretagne-nord varie de 33 à 35,8 ‰. Les salinités observées ne doivent donc limiter en rien l'expansion des populations de *Paracentrotus* en Bretagne-nord.

5° Influence des courants.

LACOMBE (1951) donne une explication des marées dans la Manche. La situation que nous connaissons serait due à 2 ondes se propageant en sens inverse et d'amplitude inégale. D'après lui, l'onde venant de l'Atlantique est prépondérante et elle s'appuie sur la côte de France. Quant aux courants de marée, ils sont partout supérieurs à 2,5 nœuds le long de la côte bretonne, et, le plus souvent, atteignent et dépassent 3 nœuds (SAGER, 1963). Des valeurs de 5 nœuds sont mêmes mesurées dans les passages resserrés.

En baies de Lannion et Morlaix, les mouvements des masses d'eaux sont giratoires soit dans un sens, soit dans l'autre, selon la situation géographique et selon l'heure de la marée (CABIOCH, 1968). Le long de la côte de granite rose, le flot porte E - NE et le jusant O. SO. En baie de Saint-Brieuc, les masses d'eaux font des mouvements circulaires en sens inverse des aiguilles d'une montre (LACOMBE, 1955).

Ces courants n'agissent guère sur les adultes qui vivent sur les rochers et s'y agrippent. Au contraire, les stades larvaires sont planctoniques et leur distribution dépend de ces courants. En baies de Lannion et Morlaix et sur la côte de granite rose, les larves entraînées sont soit rejetées au large et donc perdues, soit rejetées à la côte à brève distance de l'endroit d'où elles viennent. Vers le cap Fréhel, les larves sont refoulées vers le large, elles vont ensuite vers l'ouest et, enfin, reviennent vers la côte en un point plus occidental que celui dont elles sont parties. La circulation locale explique donc que les larves entraînées par les courants ne puissent franchir le cap Fréhel.

6° Influence de la température.

Les principales observations dont nous disposons sont relatives à la résistance au froid : les auteurs ont noté, pendant les hivers particulièrement rudes, les réactions des animaux.

En 1880, d'après KOEHLER (1883), le froid était tel que les étangs de Caronte et de Berre se prirent en glace et ce froid fut « funeste aux *Strongylocentrotus lividus* » dont trois ans plus tard « pas un seul individu vivant » ne pouvait être rencontré. L'hiver 1962-1963 fut également rigoureux et, en bordure de côte, la mer se couvrit de glace dans la baie de Saint-Brieuc. D'après LUCAS (1963), « les échinodermes se sont montrés très sensibles » à ces froids et en « maints endroits le flot a rejeté des tests d'oursins ». *Paracentrotus* a été reconnu dans ces tests en plusieurs points de la côte. D'après BOUXIN (1964) 50 à 70 % des *Paracentrotus* ont survécu à l'hiver 1962-1963 dans la région de Concarneau, dans les zones parfaitement abritées des vents froids. Ailleurs, la mortalité a été totale. CRISP (1964) remarquait que, sur les côtes d'Irlande *Psammechinus miliaris* n'avait pas résisté alors que *Paracentrotus* n'avait pas subi de mortalité exceptionnelle. Il concluait alors : « *Its distribution limits should not be attributed to winter extremes of climate* ». RUNNSTROM (1936) a montré que les œufs de *P. lividus* ne peuvent se développer que dans des eaux dont la température d'hiver reste toujours supérieure ou égale à 8° C.

Plusieurs mesures de température ont été effectuées sur les côtes nord de Bretagne par divers auteurs. A Dinard, en surface, les températures limites sont 8° C et 19,7° C (LAM HOAI THONG, 1969 ; OLLIVIER, 1969). Dans la région de Roscoff, les températures extrêmes notées par FAURE entre 1952 et 1958 sont 7,8° C et 16,2° C. LUMBY (1934) donne les isothermes de la Manche ; d'après lui, en février, l'isotherme 8° C passe au cap Fréhel et à Jersey, l'isotherme 9,5° C est nord-sud près des

côtes qu'il atteint à l'ouest de l'île de Batz. En août, les isothermes de 17° et 15° C atteignent la côte respectivement à l'est d'Erquy et à l'ouest de Batz.

SOUTHWARD et CRISP (1954) pensent que les températures peu élevées d'été sont responsables de la limite nord de cette espèce et ils montrent qu'en Irlande cette limite se situe au niveau de l'isotherme 13° C. d'été. En revenant au cas de la Bretagne nord, la limite est proche de l'isotherme de 17° C, mais le *Paracentrotus* vit du côté des plus faibles températures et non du côté des plus élevées. Il est donc bien évident qu'en Bretagne, ce ne sont pas les basses températures d'été qui limitent *Paracentrotus*. De même, *P. lividus* résiste à des températures bien plus basses que celles normalement rencontrées à l'est de la baie de Saint-Brieuc (CRISP, 1964), et lorsque des conditions exceptionnelles de chute de température adviennent, il ne s'en trouve guère affecté dans sa maturation (LUCAS, 1963).

D'après SOUTHWARD et CRISP (1954) la limite d'extension de *Paracentrotus* en Irlande correspond exactement à l'isotherme 8° C de février. En Bretagne, elle coïncide également avec cet isotherme 8° C de février. Cette valeur est celle que RUNNSTROM assurait être au moins nécessaire pour que le développement des œufs puisse ensuite avoir lieu. La limite de *Paracentrotus* en Bretagne tient donc probablement à la température indispensable pour que le développement des œufs ait lieu.

7° Conclusion.

P. lividus en Bretagne nord occupe une zone qui s'étend de l'île de Batz au cap Fréhel. Il est cependant absent de Bréhat à Louannec. Les faciès favorables, en dehors de la portion de côte signalée, sont tous habités par l'oursin.

Il semble bien que la limite nord des populations de *Paracentrotus* soit à imputer avant tout à la température des mois d'hiver. De plus, dans le cas de la Bretagne, les courants contribuent à empêcher le passage des larves vers la baie de Saint-Malo.

C. - Biométrie et croissance relative de *Paracentrotus lividus*.

Pendant les années 1970 et 1971, plusieurs récoltes ont été effectuées tout au long des côtes. Nous avons ensuite procédé à une série de mesures sur chaque animal.

Il est difficile, sinon impossible, de reprendre tous les types de mesures qui ont été faites chez les oursins. Certaines n'ont pas été retenues : variation des auricules (RÉGIS, 1969) ; circonférence et épaisseur du test (MOORE, 1935) ; diamètre de l'animal, piquants compris (BULL, 1938) ; ouverture péristomienne (NATAF, 1954) ; longueur du plus long des piquants (GAMBLE, 1967) ; hauteur de la mâchoire (RÉGIS, 1969) ; nombre de cercles concentriques sur une coupe transversale de piquant (WEBER, 1969).

Chacune des régions délimitées précédemment (ALLAIN, 1972 a) a fait l'objet d'un certain nombre de prélèvements. Dans chacun des cas les principales mesures concernent : le diamètre du test D (à 0,1 mm près), la hauteur du test H (à 0,1 mm près), le poids P de l'animal entier ; le poids des gonades à l'état frais ; le poids de la lanterne d'Aristote (à 0,02 g près).

Enfin, nous avons compté le nombre de plaques par zone interambulacraire et calculé l'aplatissement (rapport de la hauteur au diamètre H/D).

Nous adopterons comme mesure de référence pour la taille le diamètre du test, malgré les restrictions de MOORE (1935) et de Mc PHERSON (1965).

1° Répartition des diamètres.

Pour obtenir une image de la population nous avons cherché à prélever tous les individus peuplant une surface donnée. Deux solutions semblent satisfaisantes : récolte en plongée, récolte lors de grandes marées sur des zones d'accès difficile.

En baie de Saint-Brieuc, le 26 février 1971, par une marée de 115, sur le rocher le plus au large des « Trois Pierres » près d'Erquy, nous avons ramassé 115 *Paracentrotus lividus*. L'examen des individus obtenus par la pêche nous avait permis de constater que les populations des baies de Morlaix et de Lannion sont semblables (ALLAIN, 1972 a). Les collectes y ont été réalisées en plongée. Deux sorties à l'île Callot les 23 mars et 18 avril 1970 nous ont permis de disposer de 51 individus.

Les fréquences des diamètres des tests mesurés sont consignés dans le tableau 1. Nous avons adopté l'intervalle de classe choisi par GAMBLE (1967) c'est-à-dire 2,5 mm.

L'examen de ce tableau met en évidence les différences que nous avons signalées (ALLAIN, 1972 a). Pour les individus originaires de la baie de Saint-Brieuc, il existe un maximum pour des diamètres compris entre 50 et 55 mm (fig. 4). Les échantillons de petite taille sont peu nombreux et uni-

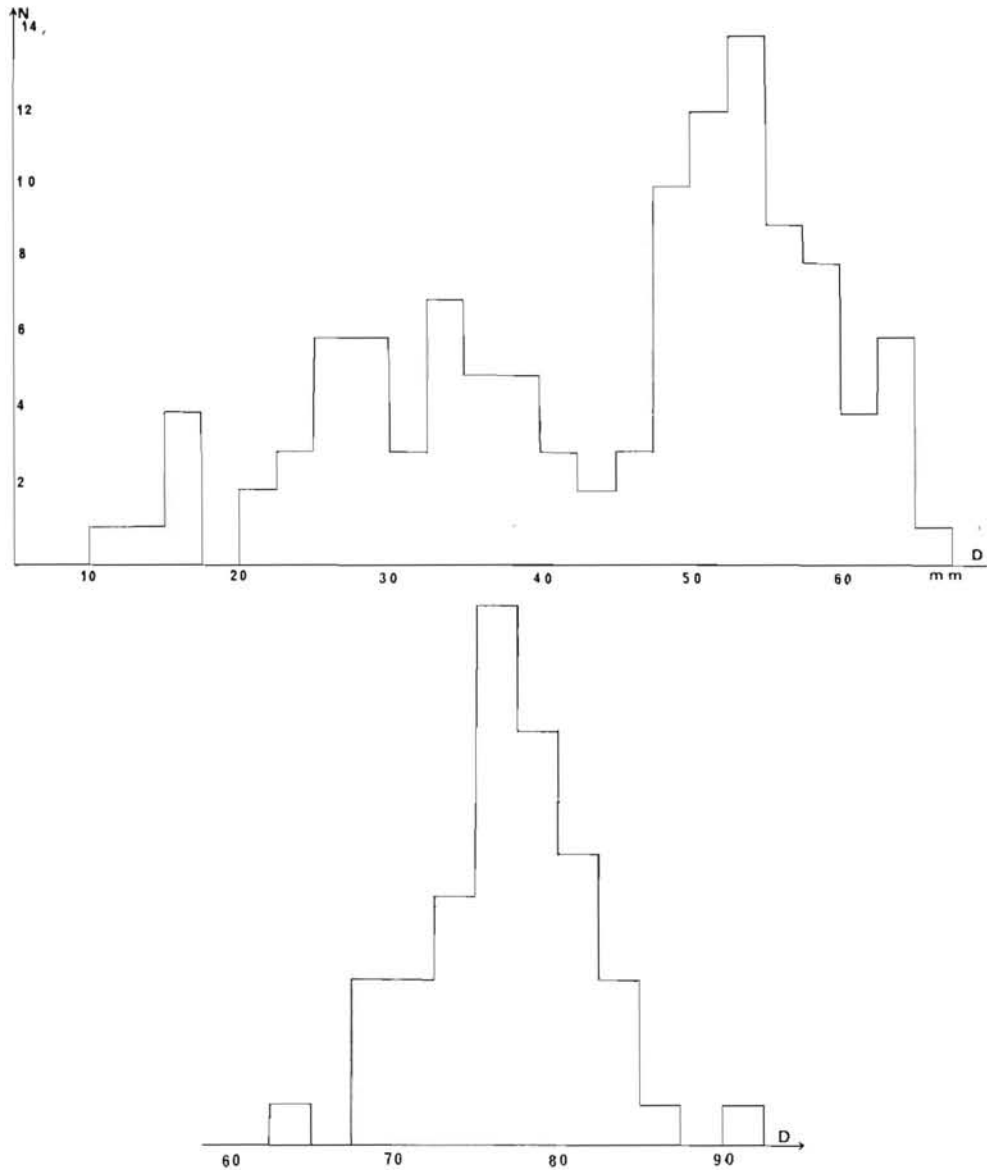


FIG. 4 et 5. — Répartition des valeurs prises par le diamètre des oursins de la baie de Saint-Brieuc (en haut) et de la baie de Morlaix (en bas) ; N : fréquence, D : diamètre.

formément répartis. Il y a là une différence très importante avec l'échantillonnage de GAMBLE à Malte qui trouve plus de 50 % de juvéniles dans ses récoltes. La rareté des individus de petite taille à faible profondeur a déjà été signalée, en particulier par MOORE (1935) et par CHERBONNIER (1956).

En passant à l'examen de la répartition des diamètres des spécimens de la baie de Morlaix (fig. 5), nous constatons que l'amplitude totale de la variation est égale à 30 mm. La population dans laquelle a été pris cet échantillon est constituée exclusivement d'individus volumineux.

Sachant qu'au bout de quelques années la croissance devient pratiquement nulle chez les échinides (MOORE, 1935 et 1936 ; MOORE et coll. 1963 ; LEWIS, 1958 ; EBERT, 1967 et 1968), on peut penser que les individus capturés en baie de Morlaix ont atteint cette taille maximale, et que les histogrammes des figures 4 et 5 correspondent à plusieurs classes d'âge superposées. La taille maximale atteinte par une espèce est très variable selon les zones (SWAN, 1966 ; LEWIS, 1958 ; EBERT, 1968) et la profondeur (MOORE, 1935 et 1936). L'important maximum relevé vers 50-55 mm pour les exem-

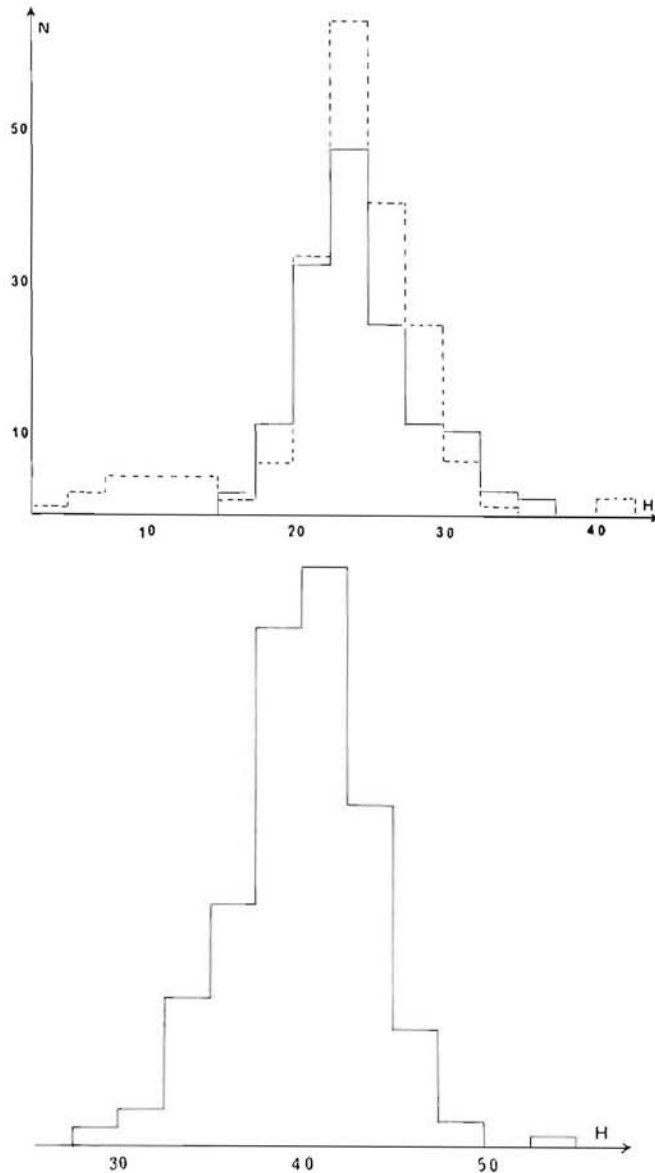


FIG. 6 et 7. — Hauteur des tests des oursins en baie de Saint-Brieuc (à gauche) et à l'île Tomé (à droite) ; trait plein : récolte du 11 février 1971, tireté : récolte du 14 janvier 1971.

plaires de la région d'Erquy doit également correspondre à plusieurs classes d'âge superposées et elles ne peuvent être distinguées les unes des autres que lorsque le diamètre est inférieur à 40 mm. La distribution suggère un premier maximum vers 15 mm et un second vers 27,5 qui correspondent probablement aux classes d'âge 1 et 2.

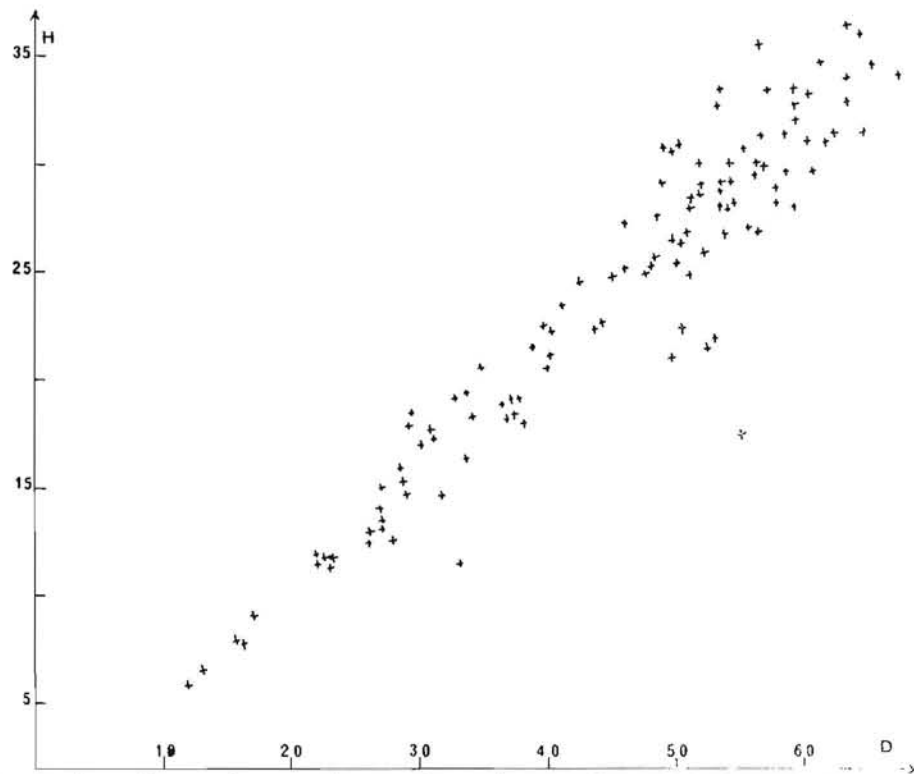
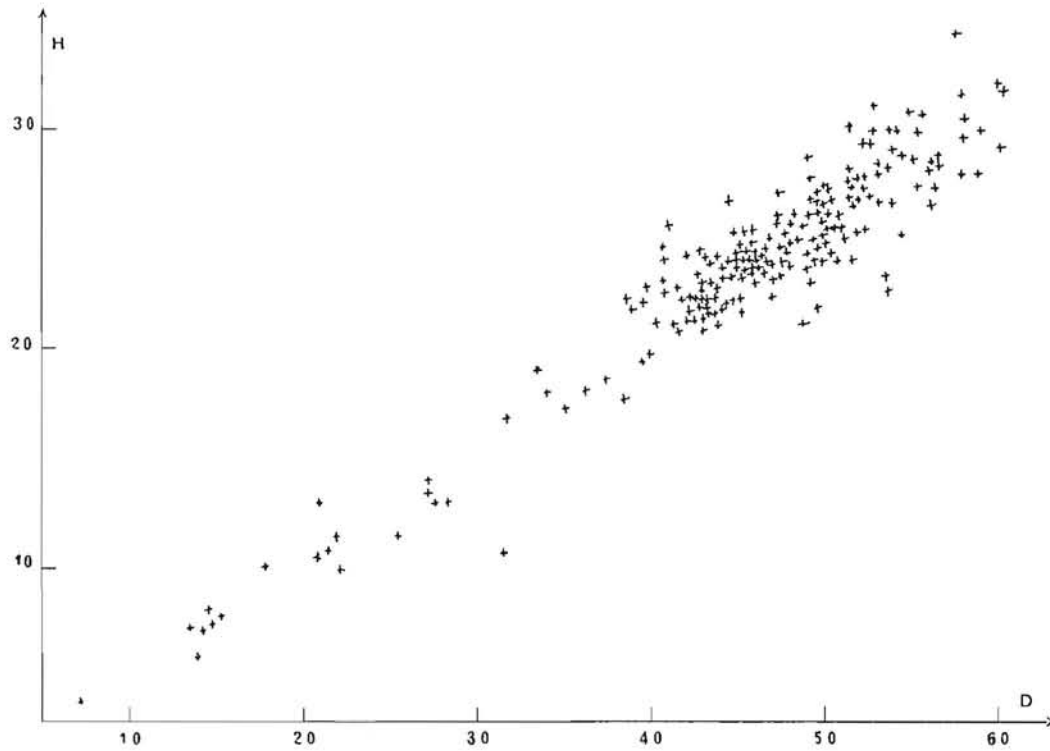


FIG. 8 et 9. — Hauteur du test en fonction de son diamètre ; Erquy, le 11 février 1971 (en haut) et le 26 février 1971 (en bas).

2° Répartition des hauteurs et relation H-D.

Pour les fréquences des valeurs prises par les hauteurs, nous avons adopté le même intervalle de classe que pour les diamètres. La différence entre les oursins d'Erquy et ceux de Tomé est très significative. L'ensemble des répartition observées (fig. 6 et 7) rappelle celle des diamètres, ce qui laisserait croire à une corrélation élevée entre ces deux séries de mesures.

Pour les diverses récoltes, les calculs ont conduit aux résultats suivants :

<i>Erquy</i>	14 janvier 1971	$r = 0,79$	148 spécimens
	11 février 1971	$r = 0,95$	203 spécimens
	26 février 1971	$r = 0,95$	114 spécimens
	août 1971	$r = 0,85$	91 spécimens

A ces valeurs peuvent être ajoutées celles précédemment calculées (ALLAIN, 1972 a) :

<i>Erquy</i>	2 mars 1970	$r = 0,81$	50 spécimens
<i>Tomé</i>	ensemble 1970	$r = 0,45$	219 spécimens
<i>Callot</i>	ensemble 1970	$r = 0,33$	51 spécimens

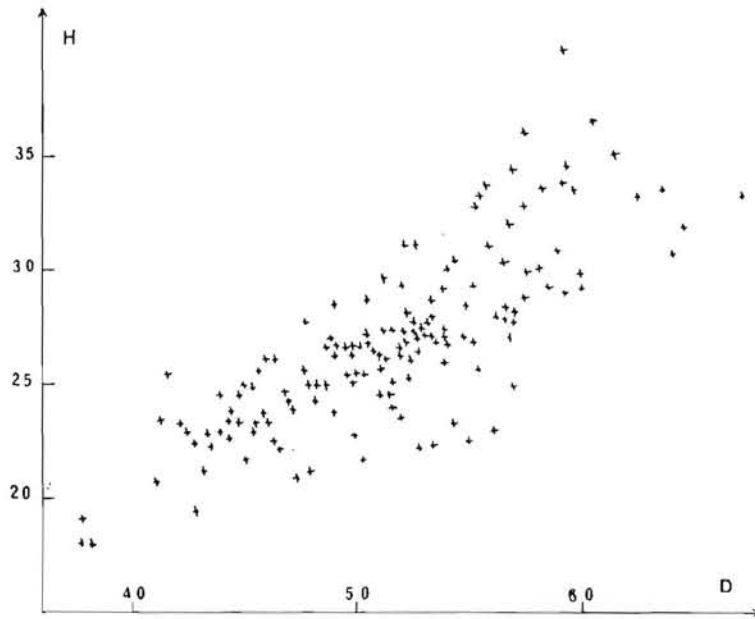


FIG. 10. — Hauteur du test en fonction de son diamètre : Erquy, le 14 février 1971.

Nous avons procédé au calcul des limites de sécurité à 95 % de ces coefficients de corrélation qui sont les suivantes :

<i>Erquy</i>	2 mars 1970	$0,68 \leq r \leq 0,89$
	14 janvier 1971	$0,71 \leq r \leq 0,84$
	11 février 1971	$0,94 \leq r \leq 0,96$
	26 février 1971	$0,94 \leq r \leq 0,96$
	août 1971	$0,78 \leq r \leq 0,90$
<i>Tomé</i>	toutes dates	$0,33 \leq r \leq 0,55$
<i>Callot</i>	toutes dates	$0,05 \leq r \leq 0,55$

Pour *Paracentrotus* d'Erquy, les résultats peuvent sembler surprenants. Lorsqu'on dispose de spécimens de toutes tailles (11 février 1971), le coefficient de corrélation est relativement élevé. En

revanche, lorsque seuls les oursins d'une taille assez importante sont conservés (14 janvier 1971), ce coefficient est bien plus faible. L'hétérogénéité ainsi décelée dans les échantillons, ne comprenant que des oursins de taille commercialisable, est un argument en faveur de l'hypothèse précédemment formulée qui nous a fait interpréter ces échantillons comme constitués de plusieurs classes d'âge. Les valeurs obtenues étant parfois élevées, on peut penser que la forme du test doit être relativement constante pour une classe d'âge donnée dans la région d'Erquy.

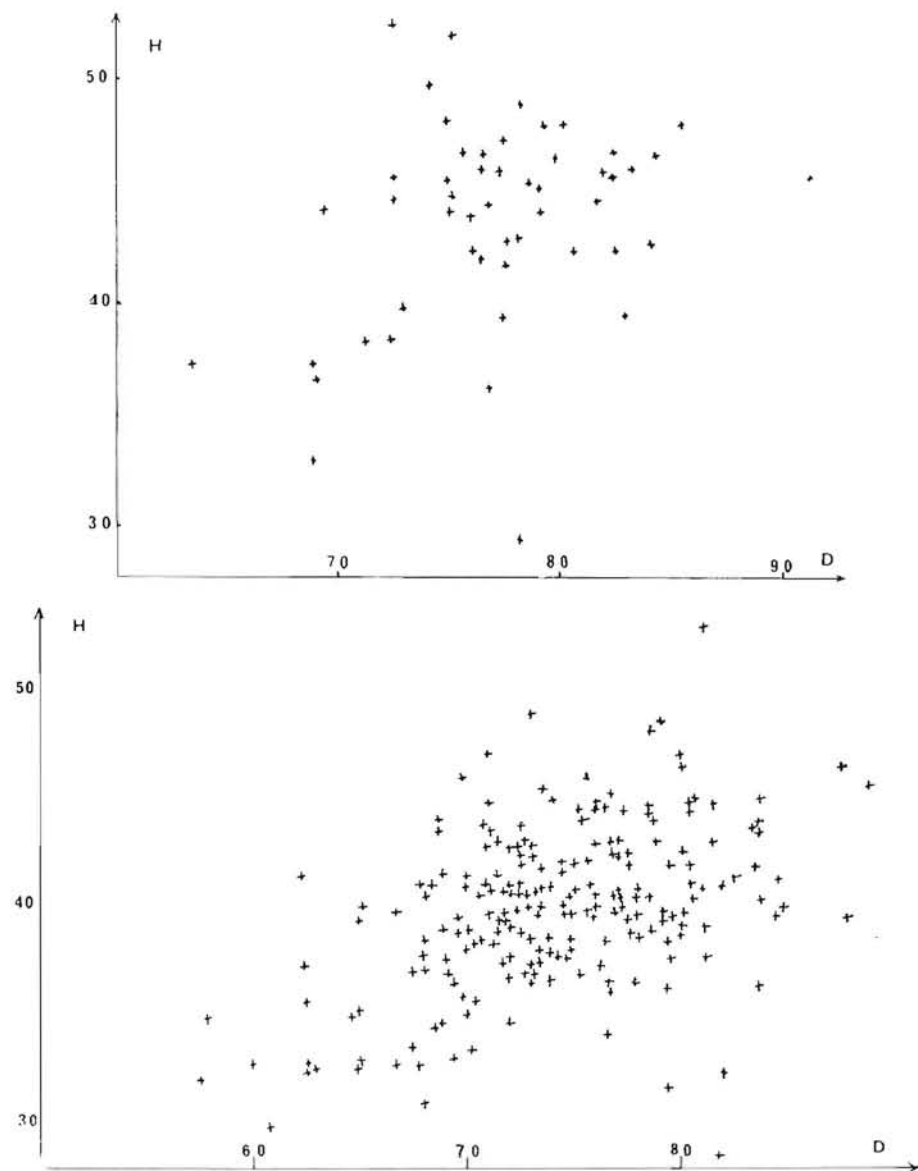


FIG. 11 et 12. — Hauteur du test en fonction de son diamètre; ile Callot (en haut), ile Tomé (en bas).

La majorité des auteurs étudie la variation de la hauteur en fonction du diamètre. SWAN (1958), ayant ainsi procédé, trouvait quatre groupes de points définissant chacun une droite correspondant à quatre classes d'âge. Le plus souvent, les auteurs trouvent une relation linéaire entre ces deux variables. Nos résultats sont en partie conformes à ces résultats « classiques » (fig. 8 et 9). Cependant, les nuages de points des figures 10, 11 et 12 ne peuvent être interprétés comme des droites. Ces réparti-

Diamètre du test	Baie de Saint-Brieuc	Baie de Morlaix
100-124	1	
125-149	1	
150-174	4	
175-199		
200-224	2	
225-249	3	
250-274	6	
275-299	6	
300-324	3	
325-349	7	
350-374	5	
375-399	5	
400-424	3	
425-449	2	
450-474	3	
475-499	10	
500-524	12	
525-549	14	
550-574	9	
575-599	8	
600-624	4	
625-649	6	1
650-674	1	
675-699		4
700-724		4
725-749		6
750-774		13
775-799		10
800-824		7
825-849		4
850-874		1
875-899		
900-924		1

TABL. 1. — Répartition et fréquence des valeurs des diamètres des oursins composant les populations des baies de Saint-Brieuc et de Morlaix (valeurs en dixième de mm).

Aplatissement x 100	Tomé toutes dates	Erquy 14-1-71	Erquy 14-2-71	Erquy 26-2-71	Erquy 8-1971
31				1	
32					
33			1		
34	1				
35				1	
36					
37					
38					
39	2				
40				1	
41		3	1	1	
42		2	2	1	
43		2	3		
44	1	3	1	2	
45	3	3	5		
46	1	1	5	1	
47	8	4	10	4	2
48	8	12	17	8	
49	8	11	22	9	1
50	21	18	21	9	3
51	11	17	27	10	7
52	16	15	27	13	7
53	12	16	15	6	9
54	21	8	21	8	10
55	20	7	11	11	8
56	17	7	4	7	11
57	6	6	2	8	6
58	12	4	1	4	10
59	10	3	1	2	8
60	12	4	3	1	3
61	6	1	1	3	1
62		1	1	2	2
63	2			2	2
64	1				1
65	2		1		
66	3				
67	1	1			

TABLE 2. — Répartition des aplatissements de *P. lividus* de Bretagne-nord.

tions suggèrent qu'à partir d'une certaine taille, la croissance se ferait soit en largeur, soit en hauteur en fonction des possibilités que laissent la roche ou les individus voisins. Cette hypothèse trouve un début de confirmation dans les observations de CAILLAUD (1856) et FISCHER (1864) qui ont constaté que les oursins « occupent la totalité de la surface de la pierre ». EBERT (1968) pense que les oursins peuvent croître ou décroître en diamètre selon leur nombre et la richesse du milieu.

En 1967, GAMBLE donnait pour *P. lividus* de Malte l'équation de la droite de régression entre le diamètre et la hauteur du test ; en appelant y la hauteur et x le diamètre du test, il trouvait : $y = 0,60$ et $x = -0,25$. En adoptant les mêmes conventions, à Erquy les équations trouvées sont : le 14 janvier 1971 : $y = 0,54$ et $x = -8,85$; le 11 février : $y = 0,53$ et $x = -0,87$; le 26 février : $y = 0,52$ et $x = -3,79$.

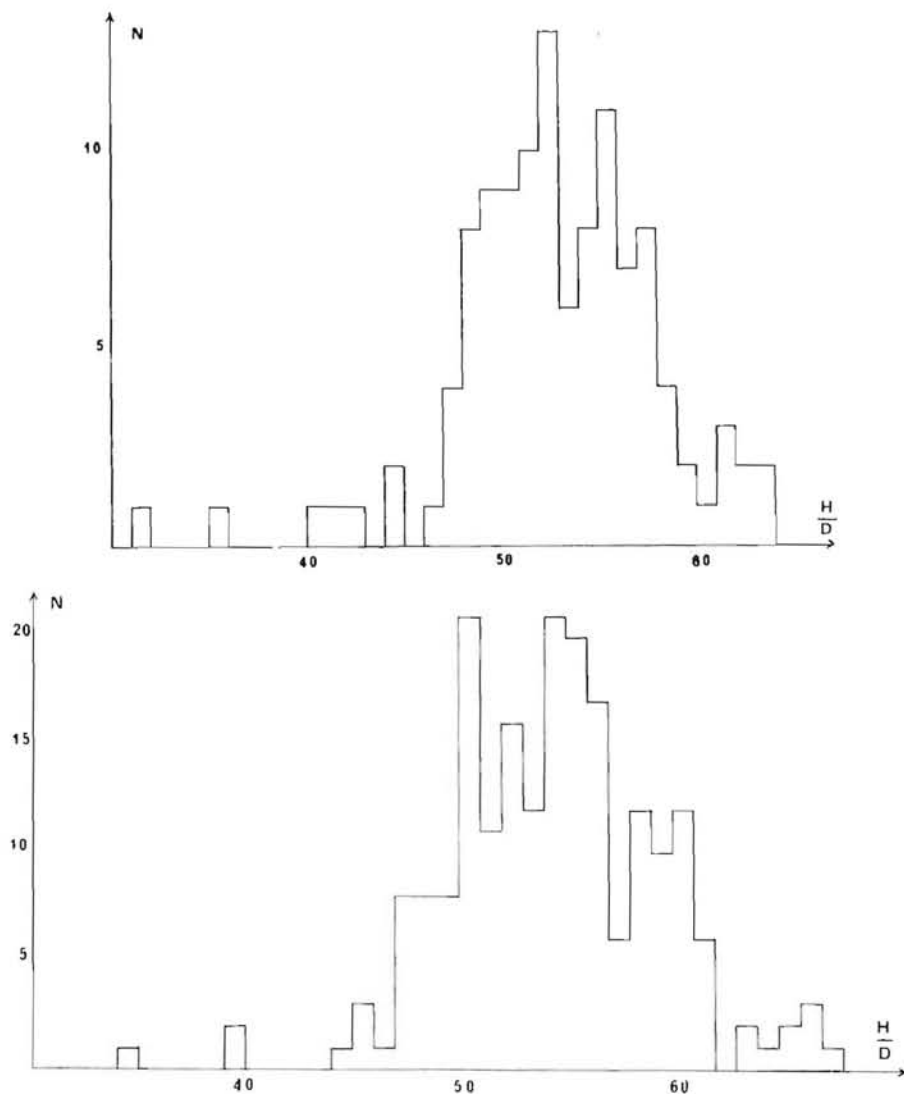


FIG. 13 et 14. — Histogramme des aplatissements ; Erquy, le 26 février 1971 (en haut) et Tomé (en bas).

Dans le cas des oursins d'Erquy, l'ordonnée à l'origine est un peu plus faible et la pente de la droite est également légèrement plus faible : à diamètre égal, *Paracentrotus* à Malte est donc relativement plus haut qu'à Erquy.

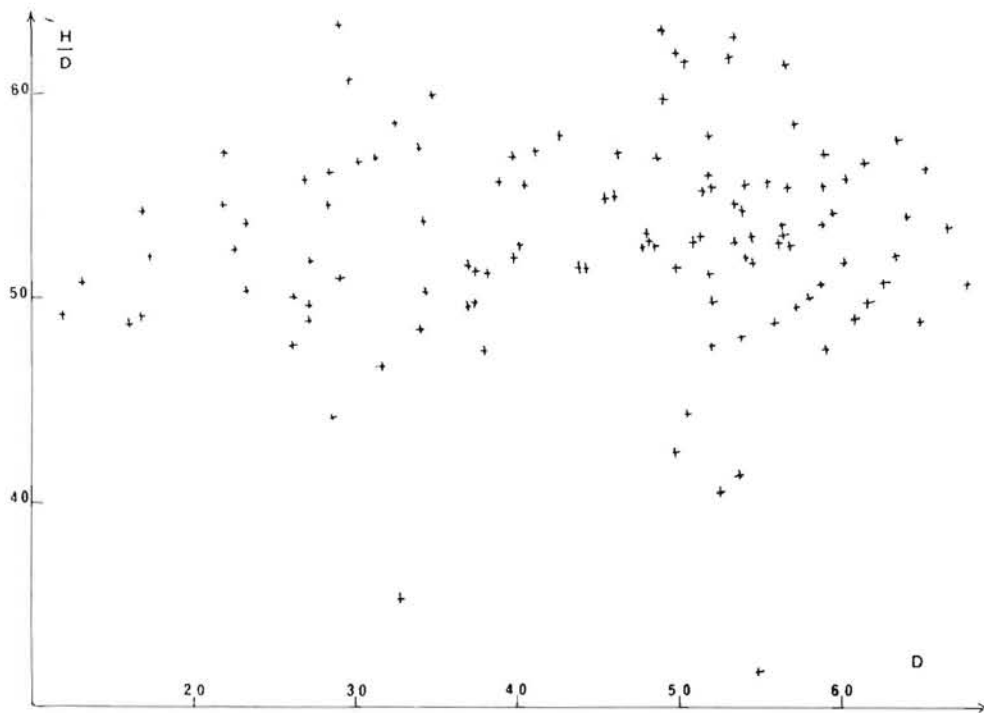
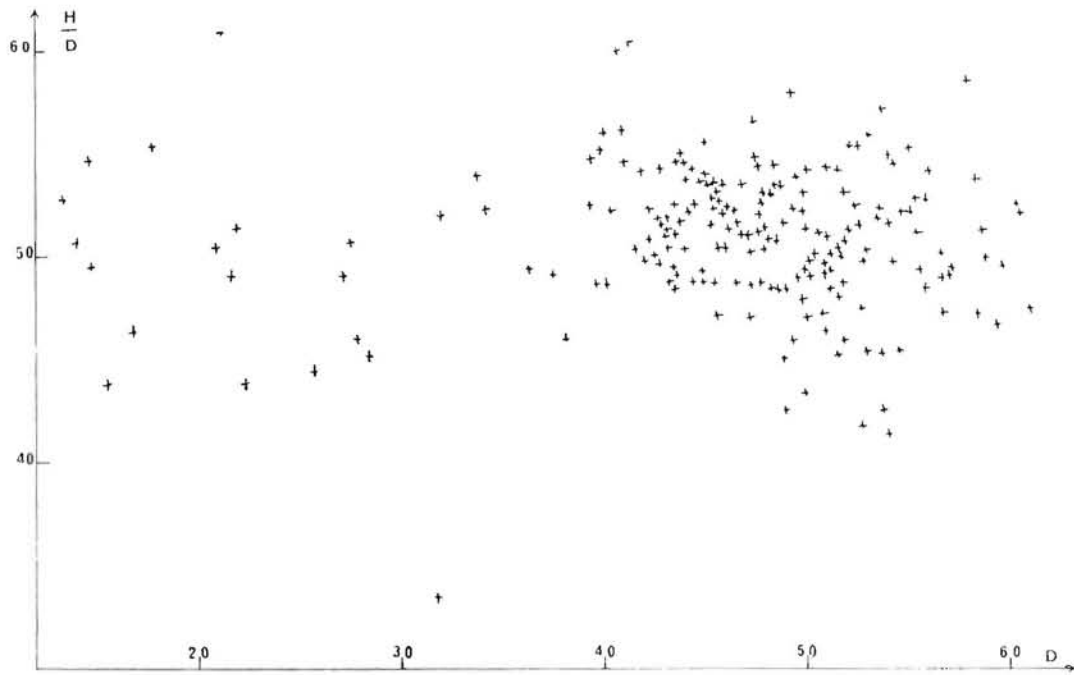


FIG. 15 et 16. — Aplatissement du test en fonction du diamètre; Erquy le 11 février 1971 (en haut) et le 26 février 1971 (en bas).

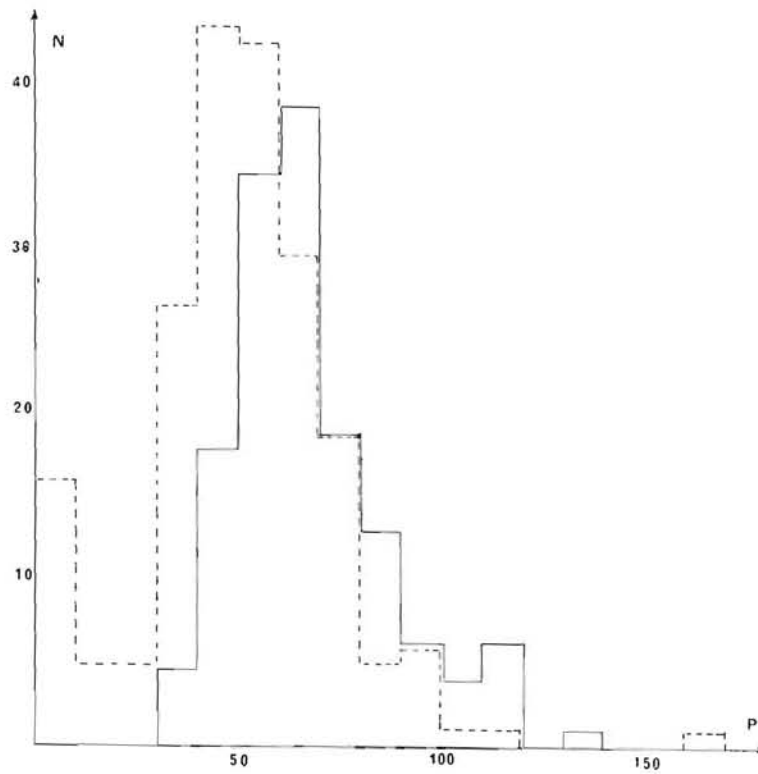
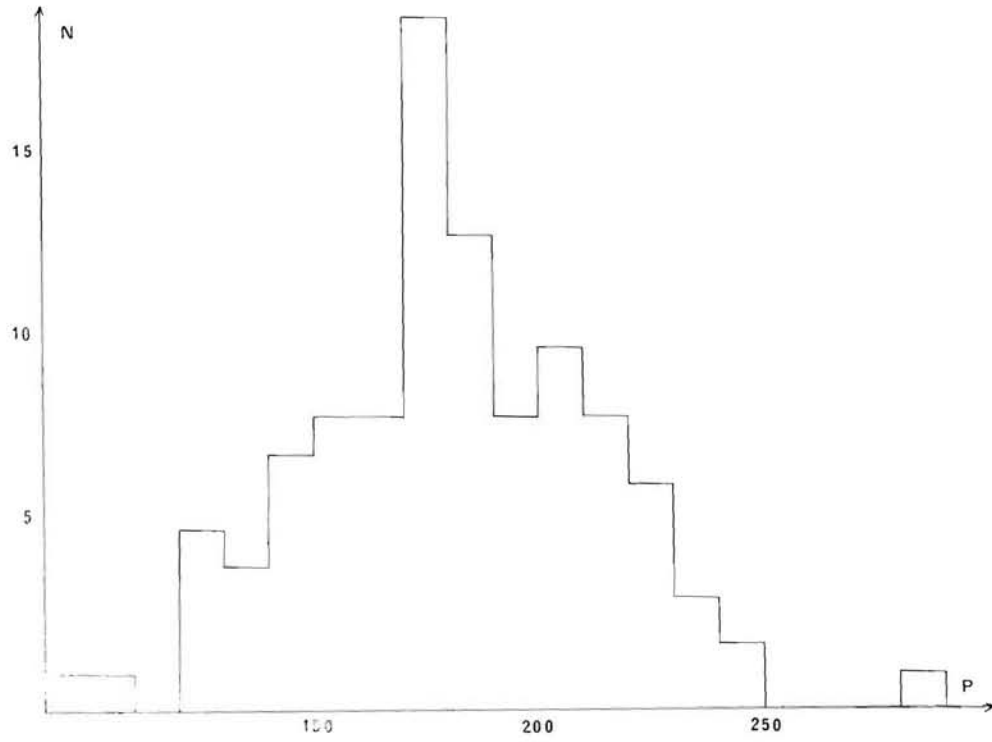


FIG. 17 et 18. — Histogramme des poids des oursins : en haut : île Tomé, en bas : Erquy (trait plein : 14 janvier 1971, tireté : 11 février 1971).

3° Aplatissement.

Nous appelons « aplatissement » le rapport de la hauteur du test à son diamètre. Les résultats obtenus, en adoptant l'intervalle de classe déjà retenu par NATAF (1954) soit 0,01, sont reproduits dans le tableau 2.

D'après les figures 13 et 14 deux maximums apparaissent et le phénomène signalé par NATAF chez *Psammechinus miliaris* se trouve ainsi mis en évidence chez *Paracentrotus lividus*. NATAF proposait d'expliquer ces deux modes par un dimorphisme sexuel.

L'amplitude de la variation des aplatissements et leurs moyennes sont semblables à celles obtenues par BONNET (1925). De même, les moyennes sont très proches de celles calculées par KEMPF (1962) pour *Paracentrotus* en Méditerranée.

Le rapport H/D en fonction de D fait l'objet des figures 15 et 16. BONNET (1925) pensait que chez *P. lividus* il existe « une loi de croissance d'après laquelle l'animal grandirait d'abord en diamètre, puis ensuite principalement en hauteur ». Les figures 15 et 16 ne vérifient pas cette succession. À partir d'une certaine taille la croissance semble se faire en fonction des espaces libres. La conclusion de BONNET, exacte dans les cas qu'il avait rencontrés, ne peut être généralisée.

4° Répartition des poids, relation poids-diamètre.

La précision la meilleure obtenue en pêche est de 5 g et les mesures ont toujours été rapportées à la limite inférieure de la classe de 5 g. Nous avons alors adopté un intervalle de classe de 10 g (fig. 17 et 18). Les oursins de Tomé ont leur mode vers 180 g. Selon la méthode de capture, le mode varie pour les oursins d'Erquy : 60 g lorsque les captures sont effectuées aux fauberts et 110 g quand elles sont faites en plongée.

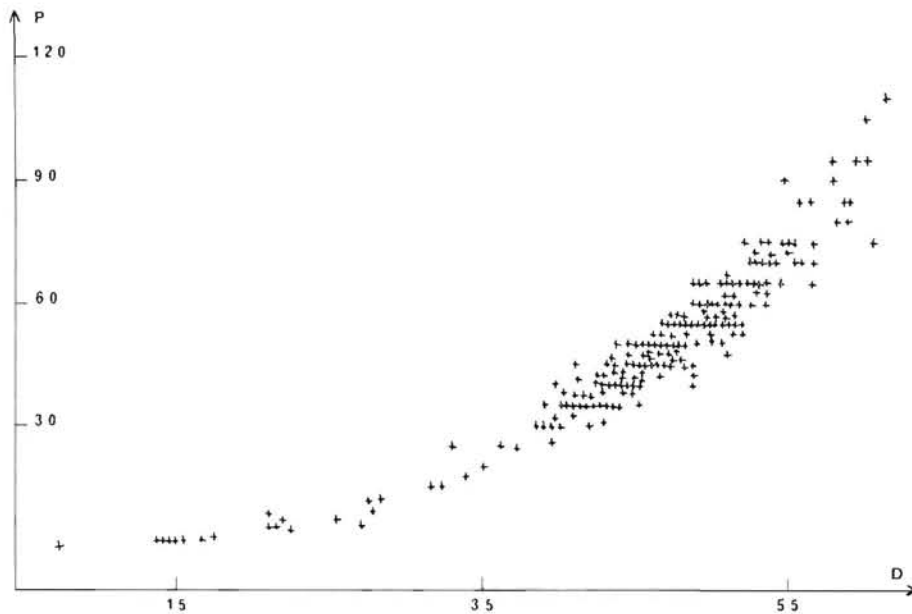


FIG. 19. — Poids frais de l'oursin en fonction de son diamètre ; Erquy, le 11 février 1971.

Le poids moyen des oursins des baies de Lannion et Morlaix est égal au triple de celui des oursins de la baie de Saint-Brieuc et les premiers valent, à poids égal, plus de deux fois les seconds.

D'après GIESE et coll. (1966), le poids d'un oursin ne varie pas au cours du cycle sexuel car, lors de leur croissance, les gonades déplacent un volume de liquide périviscéral dont le poids spécifique est identique. Nous avons obtenu le même résultat chez *P. lividus*.

La représentation graphique du poids en fonction du diamètre conduit à la courbe de la figure 19. On en conclut à une relation de la forme $P = a D^n$ entre les deux variables. Par passage aux logarithmes on obtient :

$$\log. P = n \log. D + K \quad \text{avec } K = \text{Log. } a$$

Les poids étant exprimés en g et les diamètres en mm les relations trouvées sont :

<i>Erquy</i>	2-3-70	$\log. P = 2,56 \log. D - 2,6468$
	14-1-71	$\log. P = 2,39 \log. D - 2,2989$
	11-2-71	$\log. P = 2,94 \log. D - 3,2322$ (fig. 20).
	26-2-71	$\log. P = 2,44 \log. D - 2,4344$
	8-71	$\log. P = 2,93 \log. D - 3,2349$
<i>Callot</i>		$\log. P = 2,24 \log. D - 1,9109$
<i>Tomé</i>		$\log. P = 2,02 \log. D - 1,5465$

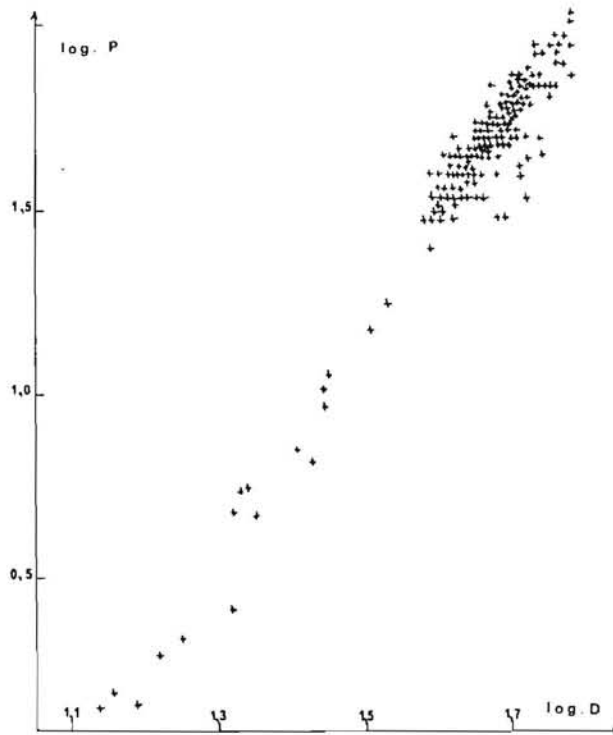


FIG. 20. — Logarithme du poids en fonction du logarithme du diamètre ; Erquy, le 11 février 1971.

Les coefficients de corrélation entre les logarithmes ainsi que leurs intervalles de confiance à 95 % valent :

<i>Erquy</i>	2-3-70	50 indiv.	$r = 0,89$	$0,86 \leq r \leq 0,92$
	14-1-71	148 indiv.	$r = 0,92$	$0,91 \leq r \leq 0,93$
	11-2-71	203 indiv.	$r = 0,99$	$0,99 \leq r \leq 1,00$
	26-2-71	30 indiv.	$r = 0,98$	$0,97 \leq r \leq 0,99$
	8-71	31 indiv.	$r = 0,97$	$0,93 \leq r \leq 0,98$
<i>Callot</i>		51 indiv.	$r = 0,90$	$0,88 \leq r \leq 0,99$
<i>Tomé</i>		137 indiv.	$r = 0,86$	$0,84 \leq r \leq 0,88$

La valeur de ces coefficients reste toujours voisine de 1, et la représentation linéaire donnée entre les logarithmes se voit confirmée.

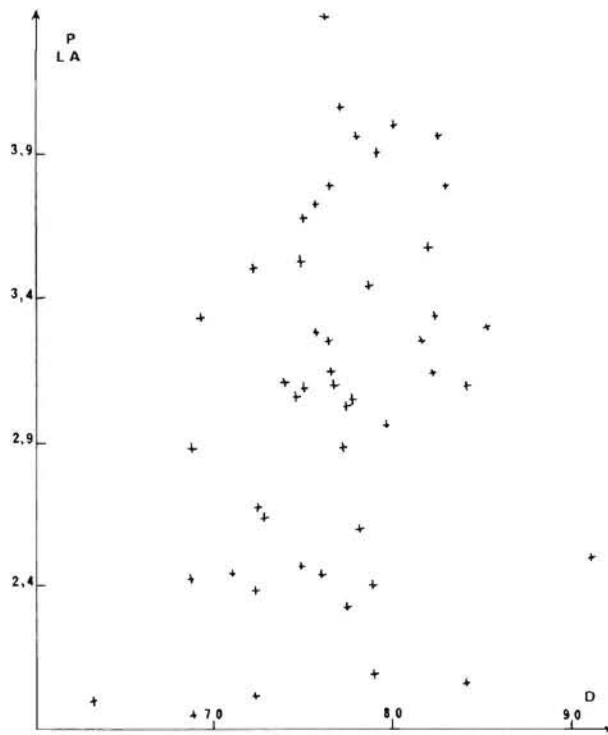
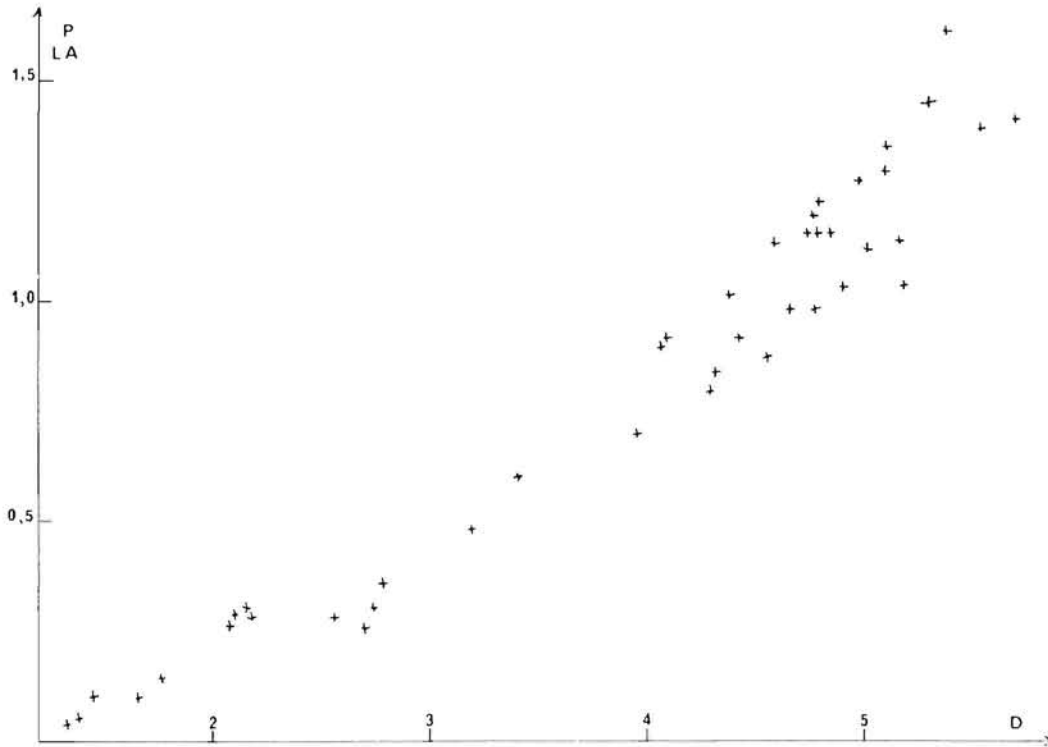


Fig. 21 et 22. — Poids de la lanterne d'Aristote en fonction du diamètre du test ; Erquy, le 11 février 1971 (en haut), île Callot (en bas).

La croissance pondérale est tout d'abord lente par rapport à la croissance en taille, par la suite cette croissance pondérale devient prédominante.

Les coefficients angulaires des droites représentant les variations du logarithme du poids en fonction du logarithme du diamètre varient avec les points de prélèvement. Ces différences suggèrent des rythmes de croissance différents selon les zones.

5° Poids de la lanterne d'Aristote.

Une des méthodes biométriques utilisées par VASSEUR (1951) pour distinguer *Strongylocentrotus droebachiensis* (O.F. MULLER) de *S. pallidus* (G.O. SARS) est la comparaison du poids des lanternes d'Aristote des deux espèces. Il concluait que la lanterne de *S. pallidus* est deux fois plus lourde que celle de *S. droebachiensis*. HAGSTROM et LONNING (1964) ont trouvé des différences très hautement significatives entre les poids des lanternes d'Aristote de l'oursin *Echirus esculentus*, selon la zone de prélèvement.

Nous avons représenté graphiquement la variation du poids de la lanterne d'Aristote en fonction du diamètre. Les courbes obtenues sont celles des figures 21 et 22.

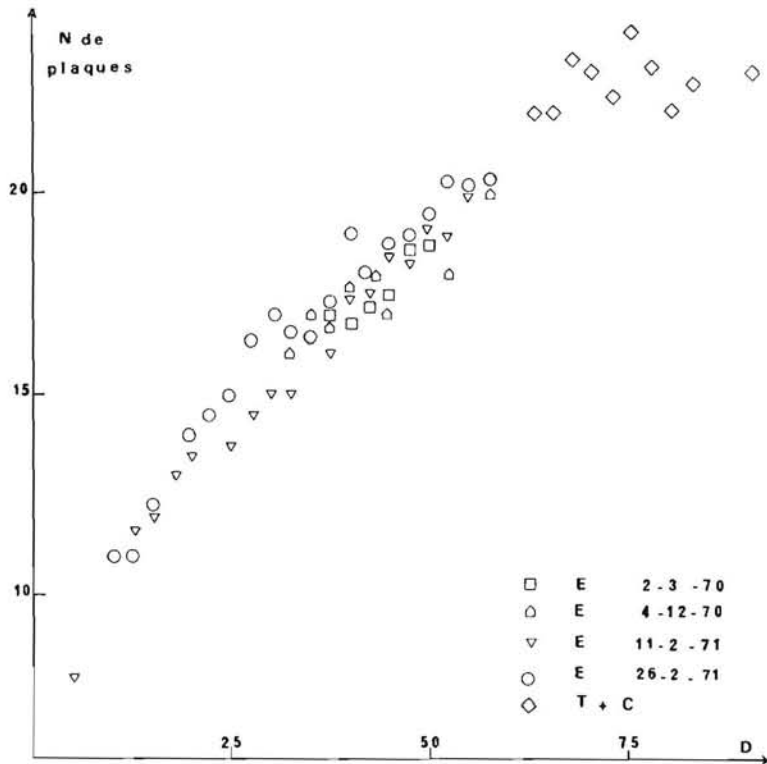


FIG. 23. — Nombre de plaques par zone interambulacraire chez *P. lividus* en fonction du diamètre du test; E: Erquy, T: Tomé, C: Callot.

Chez certaines espèces, la lanterne croît d'abord relativement plus rapidement que le test, puis ensuite plus lentement (VASSEUR, 1951 pour *S. droebachiensis* et *S. pallidus*; RÉGIS, 1969 pour *P. lividus*; ALLAIN, 1972 pour *Ps. miliaris*). Toutefois, ce phénomène n'a pas pu être mis en évidence chez *Paracentrotus lividus* en Bretagne.

6° Nombre de plaques par zone interambulacraire.

Le nombre de plaques constituant le test des oursins reste peu connu. Sur chaque individu examiné, nous avons procédé au décompte du nombre de plaques par zone interambulacraire.

La figure 23, établie à partir des valeurs obtenues, est constituée de deux segments de droite : le premier est montant et le second parallèle à l'axe des abscisses. Le nombre de plaques est d'abord proportionnel au diamètre et la relation entre ces deux variables s'écrit alors : $N = 0,17 D + 10,26$ (D étant exprimé en mm). La linéarité est confirmée par le coefficient de corrélation qui vaut 0,92 (limites de sécurité à 95 % : 0,89 et 0,93).

HSIA (1948) pense que lorsqu'une certaine taille est atteinte, le nombre de plaques n'augmente plus. SWAN (1966) donne plusieurs indications tendant à prouver que ce nombre ne cesse jamais de croître. D'après EBERT (1967), les tests d'oursins se mettent à diminuer en diamètre lorsque le nombre d'individus dans une population devient trop grand.

Nous pensons que l'apparition des plaques peut continuer pendant toute la vie, mais également leur résorption. Dans ce cas, toutes les situations observées s'expliquent : la vitesse relative de l'apparition des plaques ou de leur résorption entraîne leur augmentation, leur stagnation ou leur diminution.

7° Conclusion.

La détermination de la vitesse de croissance pendant les premières années peut être effectuée à partir des fréquences des valeurs prises par le diamètre. Mais cette méthode devient rapidement inutilisable. JENSEN (1969) a déterminé l'âge de plusieurs espèces d'oursins en mettant en évidence des stries de croissance. En procédant de la même façon nous espérons déterminer la croissance au-delà de l'âge de 4 ans.

Il y a une relation constante, pendant toute l'année et pendant toute la croissance, entre la hauteur et le diamètre du test pour des spécimens d'un point donné. De même, la relation entre le poids et la taille reste constante tout au cours de l'année. Il semble bien que le nombre de plaques constituant le test ne cesse jamais d'augmenter pendant la durée de la vie.

D. - Reproduction et sexualité.

1° Période de maturité et de ponte.

CHERBONNIER (1951) ajoute à ses observations les données antérieures et il résume le tout de la manière suivante : « Reproduction : juin-août, puis à nouveau début septembre ; la maturité sexuelle est légèrement variable suivant les stations : les oursins du Béclém sont en avance, ceux de Beg-an-Fry en retard (PRENANT). Les oursins pris aux fauberts devant les Chaises de Primel présentent des cycles sexuels complets au cours de toute l'année ; la période de pleine activité génitale s'étend d'avril à septembre, mais la maturité sexuelle peut être observée en décembre et janvier (NEEFS, 1938, p. 775) ».

La taille des gonades est habituellement mesurée par l'indice gonadique dont la valeur la plus communément retenue est celle proposée par LASKER et GIESE (1954), et utilisée par toute l'équipe de Stanford et en France par FENAUX (1968), et qui est :

$$\frac{100 \times \text{volume des gonades}}{\text{Poids de l'oursin frais}}$$

Plusieurs autres expressions de cet indice ont été proposées, en particulier par FUJI (1960), MOORE et Coll. (1963) et LEWIS (1966). GIESE (1967) a préféré une formule plus proche des aspirations de consommateurs :

$$\frac{\text{Poids des gonades à l'état frais}}{\text{Poids de l'oursin à l'état frais}}$$

Cette formule est le rapport gonado-somatique d'utilisation assez générale. De plus, ce rapport donne le pourcentage de produit consommé et c'est ce qui nous a conduit à le préférer.

Le *Paracentrotus* est « plein » à partir de décembre et le reste jusqu'au mois de mars. L'émission des gamètes commence vers la mi-mars et se poursuit encore vers la mi-septembre. Maturité sexuelle et déclenchement de l'émission des gamètes sont toujours plus précoces vers l'ouest.

De mars à septembre, certains individus sont en ponte alors que pour d'autres la ponte est terminée. Quelques chiffres, exprimés en pourcentage, permettent de suivre l'évolution de la ponte (tabl. 3).

D'après NEEFS (1938) « la période de pleine activité génitale » s'étendrait d'avril à septembre. En entendant par « période de pleine activité génitale » la période pendant laquelle il y a émission des gamètes, les dates correspondent à celles que nous avons relevées. L'observation de PRENANT, rapportée par CHERBONNIER (1951) d'après laquelle les oursins de Beg-an-Fry commencent à émettre leurs gamètes plus tard que ceux du Béclem, se trouve étendue à toute la Bretagne nord par le fait que le début de la ponte est de plus en plus tard en allant vers l'est.

	Ponte terminée	en ponte	à maturité
fin-mars	15	10	75
mi-avril	16	49	35
mi-juillet	0	100	0
mi-août	43	7	50
mi-septembre	47	3	50

TABL. 3. — Variation de l'état sexuel de *Paracentrotus* en Bretagne-nord (valeurs en Pourcentage).

Date	Diamètre moyen	Poids total	Poids des gonades	% de gonades
2 mars 1970	49	2 058	264,4	12,84
4 décembre 1971	41	634	58,2	9,32
11 février 1971	47	1 309	62,6	4,78
26 février 1971	58	1 318	99,1	7,50
16 août 1971	64	1 542	47,3	3,06

TABL. 4. — Variation de pourcentage de gonades chez *Paracentrotus d'Erquy*.

Lorsque la pêche est autorisée (15 octobre au 15 avril), le pourcentage pondéral de gonades reste pratiquement constant pour les baies de Lannion et Morlaix. Il vaut 12 % du poids total (ALLAIN, 1970). En baie de Saint-Brieuc, le pourcentage pondéral est plus variable (tabl. 4).

D'après les valeurs de février 1971, il semble bien que les oursins les plus gros ont des gonades relativement plus importantes. Cette différence explique le prix de vente quatre fois plus élevé pour des oursins deux fois plus lourds.

2° Relation entre la période de ponte et les phases lunaires.

De nombreux pêcheurs sont persuadés que la ponte commence à la pleine lune et plusieurs nous ont demandé s'il s'agit d'un mythe ou si cette croyance a des fondements réels. La littérature traitant de l'existence ou non de ce rapport chez les échinides est assez riche et, dès 1923, Fox pose parfaitement le problème de la façon suivante : « *The belief that the size of the gonads of certain marine invertebrates varies with the phase of the moon is found in the literature of classical*

Greece and Rome and of the middle ages. At Suez sea-urchins and crabs are said to be « full » at full moon and « empty » at new moon, at Alexandria the same thing is said of mussels and sea-urchins... while at Naples and in Greece urchins are said to be fullest at full moon ».

FOL (1879) à Messine, avait trouvé que les gamètes étaient libérés chaque mois le jour de la pleine lune chez *P. lividus* et *Sphaerechinus granularis*. En 1916, à Naples, KOEHLER ne put mettre en évidence de variations régulières, ni de la taille, ni de la maturation des gonades. FOX (1923), sur des spécimens de *Paracentrotus* d'Alexandrie, ne trouve aucun rythme lunaire dans la ponte, puis obtient le même résultat à Roscoff. KECKES (1966) reprend *P. lividus* et *S. granularis* et pendant quatre ans, à intervalles réguliers détermine le pourcentage d'individus à maturité qu'il compare au cycle lunaire. Il conclut : « il est bien évident qu'il n'y a pas de périodicité lunaire pour les espèces envisagées ». Le problème n'est cependant pas si simple. En effet, d'après MOORE et coll. (1963) chez l'oursin *Lytechinus variegatus* il y a une bonne corrélation entre les phases de la lune et la ponte aux Bermudes, tandis qu'à Miami il n'y a aucune relation. Chez *Diadema setosum*, la ponte a lieu à la pleine lune, en Mer Rouge (FOX, 1923), KUME et DAN (1937) pensent que la ponte commence la nuit de la pleine lune au Japon et YOSHIDA (1952) précise que la corrélation est certaine.

En revanche, PEARSE (1968 et 1970) montre qu'en Nouvelle-Calédonie et dans le golfe de Suez il n'y a pas de relation entre les périodes de ponte et le cycle lunaire. Ainsi donc, pour une même espèce les résultats sont variables selon les zones.

En revenant à *Paracentrotus*, il reste toujours les observations de FOL et les traditions populaires qui ont certainement pour origine des observations qu'on ne saurait négliger.

Nous avons donc relevé les dates des différentes phases lunaires pour les années 1970 et 1971 et après chaque récolte calculé le pourcentage d'individus en cours de ponte. Pour les oursins des baies de Lannion et Morlaix les observations remontent à mars-avril 1970 : le 23 mars, jour de la pleine lune, 7 % étaient en ponte, 29 % étaient vides, ponte terminée et 64 % étaient en cours de maturation ;

le 26 mars, 3 jours après la pleine lune, 7 % étaient en ponte ; le 18 avril, 3 jours avant la pleine lune suivante, 52 % étaient en cours de ponte, 9 % étaient vides et 39 % étaient à maturité. Il est donc bien évident que l'émission des gamètes ne commence pas le jour de la pleine lune. En baie de Saint-Brieuc, nous avons examiné, le 12 mars 1971, jour de la pleine lune, près d'un millier de *Paracentrotus* et nous n'avons pu déceler chez aucun d'eux de début d'émission des gamètes. A la pleine lune suivante la ponte était déjà avancée.

Si la lune, à une phase donnée, était responsable du déclenchement de l'émission des gamètes, ce déclenchement devrait être presque simultané sur la côte, à moins qu'un mois lunaire ne sépare les débuts successifs. Le début de la ponte n'est pas simultané ; mais les différences n'atteignent pas un mois lunaire. Il est donc bien évident que les traditions assurant l'existence d'une liaison entre les deux phénomènes ne correspondent pas aux faits.

	Erquy	Tomé
janvier		8
février	2	4
mars	2	1
avril	1	1
juillet	1	
août	3	
septembre	2	
décembre	8	

TABL. 5. — Sex-ratio chez le *Paracentrotus* de Bretagne-nord. Les valeurs des mois d'août et septembre correspondent aux individus en ponte.

3° Sex-ratio.

Malgré la quantité de travaux consacrés à la reproduction chez les échinides, la sex-ratio des diverses espèces est un sujet qui a peu retenu l'attention des auteurs.

Chez *Paracentrotus* des côtes nord de Bretagne, à partir du mois d'août, le nombre de mâles devient plus important que celui des femelles, puis, en janvier le rapport commence à décroître. De mars à juillet (c'est-à-dire pendant la ponte), les pourcentages des deux sexes ne sont pas différents statistiquement (au seuil de 5 %) l'un de l'autre.

Pendant les mois d'août et septembre, le nombre de mâles encore en ponte est plus élevé que celui des femelles, on peut supposer, si la sex-ratio de la population est égale à 1, que la ponte s'achève plus tôt chez les femelles. Nous donnons dans le tableau 5 le rapport du nombre de mâles au nombre de femelles.

NEEFS (1938) s'est intéressée à la sex-ratio de *Paracentrotus* en baie de Morlaix. D'après elle, les femelles dominent de septembre à novembre, elles deviennent plus rares à la fin de l'année et sont moins nombreuses que les mâles d'avril à septembre. De plus, les pourcentages étaient les mêmes quelle que soit la profondeur.

Contrairement à NEEFS, nous n'avons jamais trouvé les femelles en plus grand nombre que les mâles. De même, les résultats concernant le début d'année et la période de ponte diffèrent, car nous avons trouvé une sex-ratio égale à l'unité pendant la ponte, alors que NEEFS trouvait un nombre plus élevé de mâles. Comme elle, nous avons remarqué que la sex-ratio est la même chez les oursins ramassés en zone intertidale que chez ceux qui sont capturés aux fauberts, au même moment, à quelques mètres de profondeur.

4° Conclusion.

Le cycle sexuel de *Paracentrotus* sur les côtes nord de Bretagne est assez bien connu, mais la gamétogénèse n'a fait l'objet d'aucun travail. Le déclenchement de la ponte est situé dans le temps, mais sa cause exacte demeure inconnue.

La fécondation et l'embryogénèse ont été particulièrement étudiées à Roscoff, mais, dans la même région, les époques de présence des larves dans le plancton n'ont pas été déterminées. La taille et l'âge de première maturité sont encore à définir.

E. - Situation de la pêche.

La pêche aux oursins est très répandue sur tous les continents (ALLAIN, 1972 c). Les principaux renseignements, en ce qui concerne les espèces pêchées et le mode de pêche, peuvent être trouvés chez DESTABLE (1958), HYMAN (1955) KINOSHITA (1958), SCATTERGOOD (1961), NAKAMURA et YOSHINAGA (1962) et ALLAIN (1971).

Une véritable industrie a été créée au Japon ; elle bénéficie d'importants travaux biologiques et technologiques, ce qui lui donne une avance considérable. Cette industrie japonaise met sur le marché deux types de produits : un pâté de chair et des gonades, le tout en conserve. De même, l'industrie japonaise a réussi à congeler des gonades d'oursins.

La production japonaise ne suffit plus aujourd'hui pour couvrir les besoins de l'industrie et une grande partie des oursins vient d'Australie et d'Amérique centrale.

1° Evolution de la pêche en Bretagne.

Les premières récoltes se faisaient exclusivement à la main. Il a fallu de nombreuses années avant qu'apparaisse la pêche professionnelle au faubert.

L'apparition du faubert en baie de Morlaix fut le fruit du hasard, alors qu'en baie de Saint-Brieuc il fut importé de Méditerranée (ALLAIN, 1971). Le seul changement survenu depuis est l'augmentation régulière du nombre de fauberts utilisés par chaque bateau. Dans les premières années chaque bateau traînait 3 ou 4 fauberts. Ce nombre était passé à 10 en 1970, et même 30 en janvier 1971. La saison 1970-1971 vit une floraison de tentatives nouvelles qui se révélèrent aussi décevantes les unes que les autres.

Les lieux de pêche furent très variables avec le temps. Ainsi, le gisement de Beg-an-Fry était connu des premiers pêcheurs et est toujours resté en exploitation. En revanche, bien d'autres « bancs » ont été découverts lors d'explorations réalisées par les pêcheurs eux-mêmes. Citons, par exemple, le banc de la Pointe du Château à Perros-Guirec. Les premières zones exploitées furent les îlots de la baie de Morlaix, la Pointe de Primel et la Pointe d'Armorique lorsque la pêche restait le fait des bassiers. Quand les premiers fauberts firent leur apparition, l'essentiel de la pêche se fit

près de Carantec à la Pointe de Primel et à Beg-an-Fry. Rapidement, les pêcheurs de Locquemeau vinrent se joindre aux précédents, et la Pointe de Séhar et toute la zone située entre le port de Locquirec et Beg-an-Fry furent à leur tour mis en exploitation. La pêche apparut plus tardivement sur la côte de granite rose où les principaux lieux de pêche furent l'île Grande et les îlots voisins, et quelques criques de Ploumanac'h. Bientôt, les Triagoz devinrent l'une des zones les plus mises à contribution malgré la nature des fonds défavorable aux fauberts mais en raison des richesses qu'ils livraient. Pendant ce temps cette pêche naissait en baie de Saint-Brieuc. Du côté ouest, les pêcheurs de Pors-Even, Pors-Lazo, Saint-Quay-Portrieux et Binic ne s'écartaient guère des ports et pêchaient à quelques encablures de ceux-ci. À l'est, les pêcheurs du Dahouet se mirent à fréquenter l'îlot du Verdelet, ceux d'Erquy et des Hôpitaux, la zone comprise entre le cap d'Erquy et la Chapelle-Saint-Michel.

Avec la chute brutale des récoltes, les zones de pêche se sont peu à peu rétrécies et, dès la saison 1969-1970, elles se réduisaient à trois : Beg-an-Fry, Tomé et la région du cap d'Erquy (ALLAIN, 1970). Pendant la saison 1970-1971, une seule zone fut exploitée régulièrement : celle du cap d'Erquy.

De même, le nombre de marins pratiquant ce genre de pêche est devenu très faible. Ainsi il ne restait, pendant la saison 1969-1970, que 62 pêcheurs et 55 bateaux pratiquant cette pêche (ALLAIN, 1970) et pendant la saison 1970-1971, seulement 27 pêcheurs et 18 bateaux.

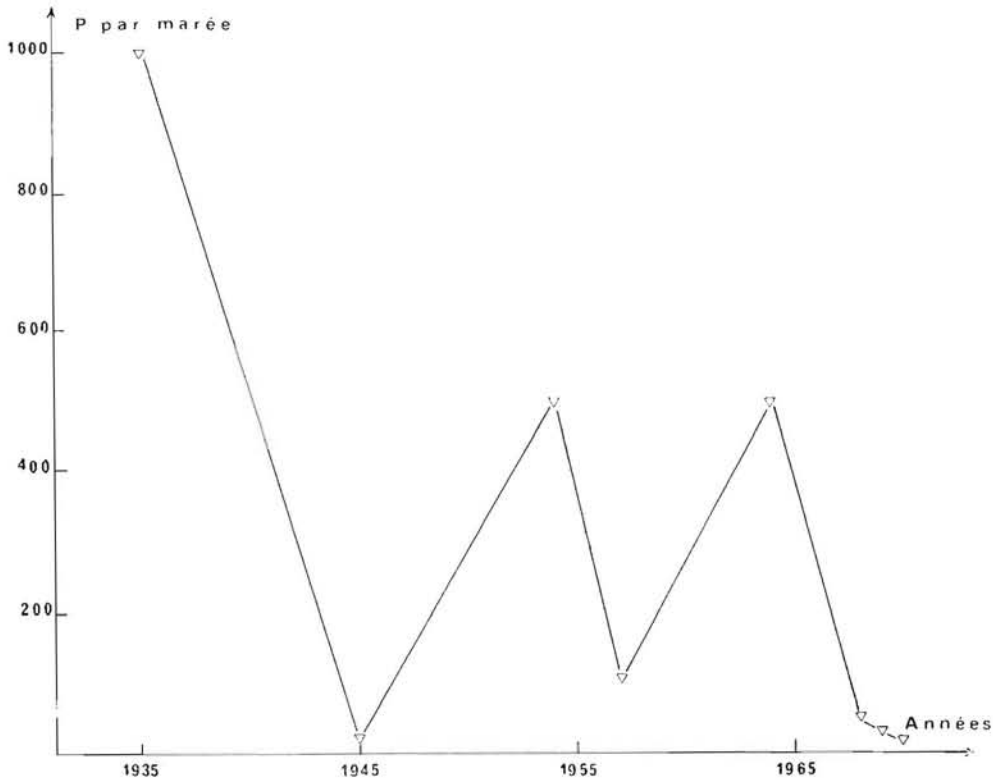


FIG. 24. — Poids moyen d'oursins débarqué par marée à Locquemeau (poids exprimé en kg).

2° Mise à terre.

a) Dans le passé.

Les sources principales de renseignements sont les statistiques officielles dont l'avantage est leur régularité ; les chiffres donnés par DESTABLE (1958) et les déclarations des pêcheurs eux-

mêmes. Deux facteurs eurent une importance particulière sur les mises à terre : le nombre de jours de mauvais temps pendant la saison de pêche, jours pendant lesquels il n'est pas possible de pêcher et la découverte d'une nouvelle zone de pêche qui était alors exploitée de façon intensive.

Il est possible de se faire une idée approximative des apports par marée. Ainsi, vers 1935, chaque bateau ramenait quotidiennement près d'une tonne d'oursins. A la fin de la guerre, le tonnage journalier était tombé à 25 kg. Vers 1952, le bateau ramenait 500 kg par jour mais seulement 100 kg vers 1958. Les efforts de recherche de nouveaux lieux de pêche étant couronnés de succès, la production remontait jusqu'à 500 kg en 1963, date depuis laquelle elle n'a cessé de décroître, passant même en dessous du minimum de la fin de la guerre (fig. 24).

En baie de Saint-Brieuc, la production restait beaucoup plus constante : 60 kg par marée pour un pêcheur seul et 100 kg lorsque le bateau est monté par deux hommes.

Les valeurs de production annoncées par les statistiques officielles correspondent à 45 % de la pêche réelle (ALLAIN, 1971). Cette constance du rapport de la production annoncée à la production réelle permet d'estimer avec une très bonne approximation les apports réels ; ainsi pour

Année	Production annoncée	Production réelle
1954	127	282
1956	134	297
1957	147	326
1958	143	317
1959	126	280
1960	125	277
1961	102	226
1962	76	168
1963	60	133
1964	36	80
1965	42	93
1966	46	102
1967	35	77
1968	25	55
1969	11	24

TABL. 6. — Production du quartier de Morlaix (en tonnes).

la période de 1954 à 1969, le quartier maritime de Morlaix donne les chiffres qui sont portés dans le tableau 6. En 1957, la production était, d'après les statistiques officielles, de 147 tonnes, la même que dix ans plus tôt et DESTABLE (1958) estimait la production réelle de 1947 à 340 tonnes.

Ces chiffres montrent, d'une part, la stabilité relative des apports entre 1947 et 1960, les apports moyens étant de l'ordre de 300 tonnes, les valeurs extrêmes s'en écartant de 25 tonnes environ, d'autre part, la chute de production depuis 1960 (fig. 25).

L'ensemble des quartiers maritimes de Morlaix, Paimpol et Saint-Brieuc, avec leurs extensions actuelles, est responsable de toute la production d'oursins de Bretagne-nord. Les chiffres globaux

s'établissent donc facilement. L'évolution générale est la même pour les différents quartiers maritimes : ainsi entre 1968 et 1969 la chute de production a été de 56 % dans le quartier de Morlaix,

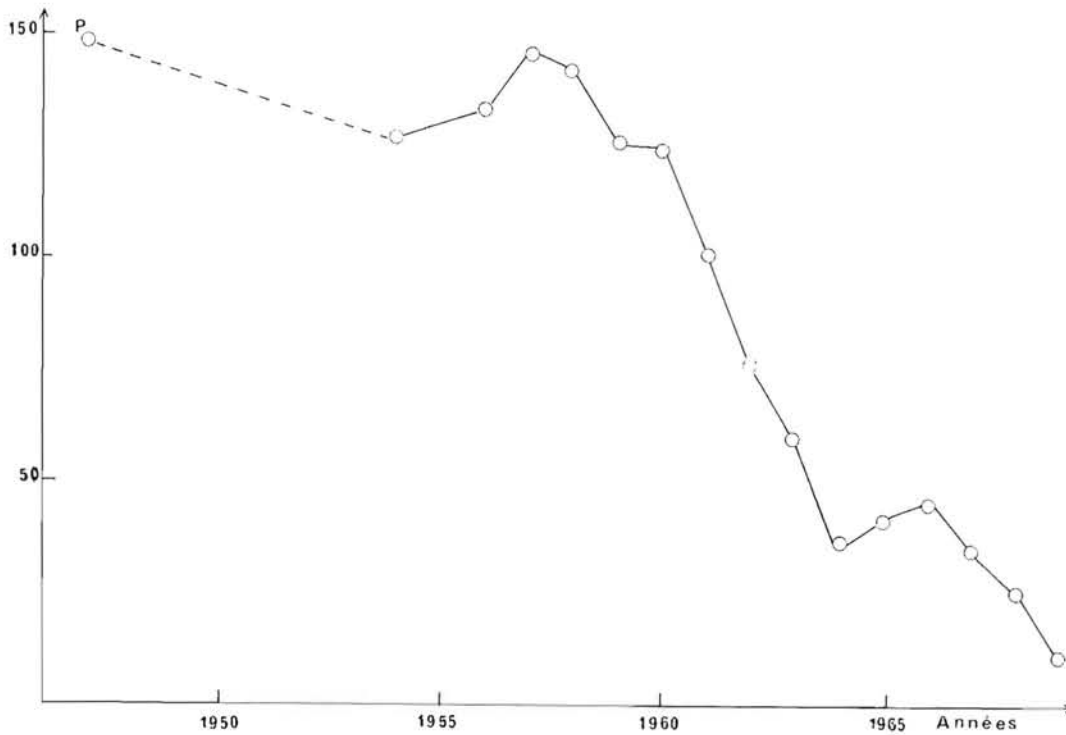


FIG. 25. — Evolution de la production d'oursins dans le quartier maritime de Morlaix de 1945 à 1969.



FIG. 26. — Evolution des apports d'oursins sur les côtes nord de Bretagne.

de 44 % dans le quartier de Paimpol et de 49,6 % dans le quartier de Saint-Brieuc (fig. 26) La tendance à l'accélération du phénomène semble se confirmer.

b) Actuellement.

En baie de Lannion-Morlaix, la pêche régulière est complètement arrêtée. Les apports quotidiens sont insuffisants pour couvrir les frais d'exploitation (en 24 heures de pêche sur le « banc » de Tomé nous avons capturé 8 spécimens).

Les mises à terre en baie de Saint-Brieuc sont restées comparables à celles des années précédentes. Quelques différences doivent cependant retenir l'attention, il s'agit d'un allongement moyen de 2 heures du temps passé en pêche et d'une diminution sensible de la taille des oursins mis sur le marché. Le poids moyen débarqué par marée étant resté le même et les oursins étant plus petits, c'est donc que leur nombre a augmenté.

Les pêches réalisées n'atteignent que 4,5 tonnes pour le quartier maritime de Morlaix pendant l'année 1970, si bien que, de 1968 à 1970 la production est tombée de 82 %. Le quartier maritime de Paimpol est tout aussi touché. La production de 1970 est évaluée à 3,29 tonnes et la chute de production de 1967 à 1970 atteint 95 %.

En définitive, sur l'ensemble du littoral, la situation évolue à peu près de la même façon : chute de la production en moyenne égale à 60 % chaque année dans les quartiers maritimes de Morlaix et de Paimpol, et à peine plus faible dans le quartier de Saint-Brieuc.

3° Conclusion.

Les lieux de pêche sont bien connus désormais, car la totalité de la côte a fait l'objet de tentatives diverses de la part des « Oursiniers ». A peu d'exceptions près, *Paracentrotus* vit sur toute la côte. En revanche, les zones où la pêche est possible sont plus réduites en raison soit d'impossibilité d'accès, soit d'un accès possible mais rendu trop dangereux par des courants très violents. Par endroits, bien que la pêche soit possible elle n'est pas « rentable » en raison de pertes trop élevées en matériel.

Le fait qu'actuellement la pêche aux oursins soit une des seules ressources de ces pêcheurs pendant l'hiver explique leur volonté de ne pas y renoncer. Mais les populations détruites pourront-elles se rétablir? ТОКИОКА (1969) a montré qu'une population d'échinides complètement décimée peut, en quelques années, retrouver sa vigueur initiale. Un retour à l'équilibre serait donc possible, mais encore faudrait-il préserver le milieu.

F. - Influence de la pêche sur les populations d'oursins.

1° Baie de Saint-Brieuc.

a) Les captures au faubert.

Le 11 février 1971, le diamètre et la hauteur du test et le poids de l'animal entier furent mesurés sur 203 individus pris au hasard.

Les fréquences de taille des diamètres ont été reportées dans le tableau 7 dans lequel nous avons repris les valeurs précédemment trouvées pour l'ensemble de la population.

La répartition générale est assez proche de celle observée lors de la récolte de tous les individus d'une surface donnée.

b) L'approvisionnement des marchés.

La mise en vente des oursins s'effectue selon « leur grosseur » appréciée à vue par le pêcheur. Le tri est effectué à bord, et au moment de l'arrivée au port les oursins sont déjà répartis en fonction de leur taille. Nous nous sommes donc joints à un pêcheur afin d'avoir les oursins avant le tri. Les mesures furent les mêmes que celles décrites ci-dessus. Ce jour, 148 individus furent mesurés. Nous avons transcrit, dans le tableau 7, les fréquences des valeurs obtenues par les diamètres.

Tous les spécimens dont le diamètre est inférieur à 37,5 mm sont rejetés à la mer dès qu'ils sont retirés du faubert. La fraction de la population mise sur le marché correspondant donc aux

individus dont le diamètre est supérieur à cette valeur. Ces individus représentent numériquement les 2/3 de la population.

Le changement survenu dans le comportement des pêcheurs est remarquable. Il y a quelques années seulement, lorsque les fauberts contenaient des individus de petite taille, les pêcheurs ne prenaient pas la peine de les détacher, ils se contentaient de les écraser.

Diamètre (0,1 mm)	Population 26-2-1971	Mis sur le marché 14-1-1971	Capturé aux fauberts 11-2-1971	Plongée 8-1971
75- 79			1	
100-124	1			
125-149	1		4	
150-174	4		2	
175-199			1	
200-224	2		5	
225-249	3			
250-274	6		2	
275-299	6		3	
300-324	3		2	
325-349	7		2	
350-374	5		3	
375-399	5	3	7	
400-424	3	5	16	2
425-449	2	13	27	
450-474	3	15	30	
475-499	10	22	32	3
500-524	12	29	28	
525-549	14	21	17	3
550-574	9	22	9	7
575-599	8	11	7	13
600-624	4	3	4	18
625-649	6	3		15
650-674	1	1	1	10
675-699				12
700-724				6
725-749				1
750-774				1

TABL. 7. — Répartition et fréquence des diamètres des oursins de la baie de Saint-Brieuc.

c) Les captures en plongée.

Six plongeurs restèrent 45 minutes sur le fond à ramasser des oursins pour la consommation

humaine. Nous avons complété le tableau 7 en y ajoutant les fréquences des valeurs trouvées pour les diamètres de 89 spécimens qui furent mesurés. Cette fois la majorité des oursins a un diamètre égal au diamètre maximal obtenu par les autres moyens de capture.

Ni la pêche à pied, ni la pêche aux fauberts ne nous ont permis d'avoir des individus d'une taille si élevée. La différence entre la pêche en plongée et les autres moyens de capture consiste en la profondeur de la zone de récolte. Les fauberts vont très rarement au-delà de 4 mètres. Ce jour, la récolte a eu lieu entre 5 et 10 mètres, donc sur une zone inaltérée par le faubertage. La différence de taille constatée n'est pas due à la profondeur, mais bien à la pêche (fig. 27).

2° Baies de Lannion et Morlaix.

a) Captures au faubert et approvisionnement des marchés.

Dans une population telle que celle que nous avons décrite pour cette région tout individu capturé est commercialisable.

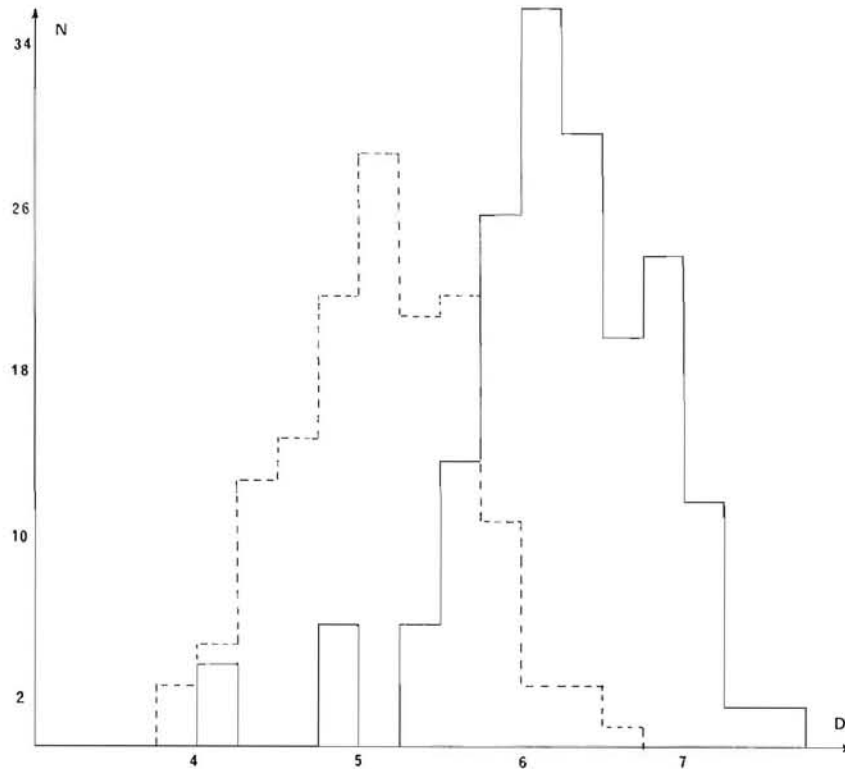


FIG. 27. — Diamètres des oursins mis en vente en baie de Saint-Brieuc (trait plein : spécimens capturés en plongée ; tirété : spécimens capturés aux fauberts).

La pêche n'étant plus pratiquée en 1971, les chiffres se rapportent aux valeurs obtenues pendant les saisons précédentes. Les fréquences des tailles des diamètres sont reportées dans le tableau 8 à la suite de celles précédemment décrites pour l'ensemble de la population.

Les tailles ne diffèrent guère sinon par la présence de quelques oursins plus petits mais qui ne changent rien ni à la moyenne, ni à la répartition.

b) Les captures en plongée.

52 oursins prélevés sur des cueillettes commerciales faites en plongée ont été examinés. Les fréquences des valeurs trouvées pour les diamètres viennent compléter le tableau 8.

La taille médiane est égale à celle obtenue pour les autres moyens de récolte. La fraction de la population capturée en plongée ne diffère guère de celle ramenée par les fauberts.

3° Conclusion.

En baie de Saint-Brieuc, seule une fraction de la population est commercialisée et il s'agit des individus les plus volumineux. Plus à l'ouest, les spécimens de petite taille font totalement défaut. Toute la population accessible est mise sur le marché.

Diamètre (0,1 mm)	Callot plongée	Tomé fauberts	Tomé plongée
600-624		6	
625-649	1	6	1
650-674		6	
675-699	4	19	4
700-724	4	27	9
725-749	6	22	16
750-774	13	20	11
775-799	10	19	4
800-824	7	15	4
825-849	4	7	3
850-874	1		
875-899		3	
900-924	1		

TABL. 8. — Répartition et fréquence des diamètres des oursins des baies de Lannion et Morlaix.

G. - Perspectives d'évolution des populations d'oursins.

1° *Ennemis naturels.*

Le homard est connu pour faire une grande consommation d'oursins. Au Canada, il est prévu de procéder à des apports de homards dans le but d'obtenir un regain de vigueur des populations d'algues (HIMMELMAN et STEELE, 1971). En Bretagne, l'immersion de homards est devenue courante et des cantonnements ont été créés. Ces cantonnements sont situés sur d'anciennes zones de pêche aux oursins. L'équilibre prédateurs-proies ne sera jamais atteint car il y a apport de prédateurs, si bien que l'espèce proie risque d'être condamnée à la disparition totale sur ces zones.

Il n'est pas question de remettre en cause l'intérêt de ces cantonnements, mais seulement de montrer que certains d'entre eux, créés pour permettre à une espèce de croître et de se reproduire, peuvent se révéler une cause de la raréfaction d'une autre également intéressante sur le plan économique. Certes, ces cantonnements seront livrés à la pêche, mais cela ne permettra certainement pas aux oursins de les recoloniser.

De plus, l'envahissement d'une partie de la côte nord de Bretagne par *Marthasterias glacialis* (ALLAIN, 1972 b) peut être la cause d'une disparition rapide de *Paracentrotus*. L'étrille *Por-*

tunus puber est commune sur la côte. *Portunus puber* est un des prédateurs de *Paracentrotus* (MUNTZ et coll., 1965) et cela peut expliquer ces relations de voisinage, mais risque de porter atteinte aux populations d'oursins. Les deux espèces ayant une réelle importance économique, il serait intéressant d'apprécier l'interaction de la présence de l'une sur l'autre.

En définitive, les ennemis des oursins sont nombreux ; ils vivent ou ont accès à tous les biotopes qui l'hébergent, l'homme protège certains de ces ennemis et va même jusqu'à en repeupler certains fonds. La situation des populations d'oursins, déjà précaire, ne peut que s'en trouver dégradée.

2° Evolution de l'habitat.

a) En zone rocheuse.

Les fentes de rochers toujours immergées sont difficilement accessibles à l'homme. La pêche en plongée permet d'en extraire quelques individus mais, au total, il s'agit d'un refuge sûr. L'homme ne peut guère changer quoi que ce soit au biotope car il lui reste inaccessible.

Les fentes se découvrant aux grandes marées sont parfois d'accès peu aisé, mais les oursins peuvent cependant être capturés. Les animaux de taille suffisante sont les seuls recherchés, les autres sont laissés ; le biotope reste intact et est donc favorable à la croissance des individus qui y sont encore présents.

Les champs de blocs, toujours immergés, étaient parcourus régulièrement par des centaines de fauberts. Le faubert, par sa chaîne, croche dans les roches et, quand la puissance de traction est assez grande, les blocs sont retournés. Plusieurs anciennes zones de pêche ont été complètement détruites par les pêcheurs.

Les champs de blocs qui exondent aux grandes marées sont parcourus par de très nombreux bassiers (nous avons compté 4 000 bassiers au Verdelet le 6 septembre 1971, et le nombre réel devait être supérieur à 5 000).

L'espèce devrait pouvoir se maintenir dans les failles, au moins face à la prédation humaine. Du point de vue de la pêche, celle-ci risque de n'être pas rentable pendant de longues années sur les champs de blocs.

b) Sur l'herbier.

La présence de *Paracentrotus* dans les herbiers est bien connue des pêcheurs et des Affaires Maritimes qui, en Méditerranée, en ont tenu compte lors de l'établissement de la réglementation. En Bretagne-nord, la pêche aux fauberts se pratique également dans l'herbier.

Les oursins trouvent dans l'herbier à la fois le refuge et la nourriture, et l'extension, quoique lente, de ces derniers est un facteur favorable aux premiers.

3° Influence de la pollution.

Les observations de KOEHLER (1883), de KEMPF (1962), de TOKIOKA (1969) et de NORTH et PEARSE (1969) permettent de penser que les eaux chargées de particules organiques sont, pour les oursins, une nourriture qui peut leur permettre de proliférer. Notons à ce propos la taille élevée atteinte par *Paracentrotus*, et la forte quantité de glandes génitales qu'il renferme, dans la rade de Brest, rade elle-même fortement polluée. Il faut remarquer qu'un développement éventuel des oursins en zone polluée ne changerait rien à la pêche, car pas plus en Bretagne qu'en Méditerranée, la vente de ces oursins n'est autorisée. C'est pourquoi l'important stock de la région brestoise ne peut être mis sur le marché.

4° Mesures de protection.

a) Mesures proposées par certains pêcheurs.

Dans la région de Ploumanac'h, les pêcheurs passent à chaque sortie très près des sept îles. Ils connaissent l'existence de la réserve et ils s'opposent même, le cas échéant, au débarquement d'étran-

gers sur ces îles. Ces mêmes pêcheurs ont vu se créer des cantonnements pour la protection du homard. Habitué à vivre avec cette réalité d'une réserve et d'un cantonnement, ils avaient pensé qu'il serait possible de les étendre afin de protéger plusieurs autres espèces.

Les marins-pêcheurs seraient, en grande majorité, très favorables à la création d'une réserve plus étendue aux sept îles et comprenant outre les parties terrestres, les estrans et les quelques brasses suivantes. Par ailleurs, et bien que les idées soient moins précises, quelques pêcheurs aimeraient voir la création des cantonnements.

Ces mesures auraient au moins l'avantage de permettre à l'habitat de retrouver une partie de sa stabilité.

b) Autres mesures.

Nous ne pouvons passer en revue toutes les mesures qui pourraient aider au retour à l'équilibre. L'envahissement des lieux de pêche par les astéries permet néanmoins de montrer que l'intervention des pêcheurs peut être efficace. La drague ramène 20 kg en 15 minutes, c'est-à-dire 800 kg en 10 heures. Ces étoiles sont immédiatement rejetées à la mer. La plupart des pêcheurs ont deux dragues, et ils pourraient donc ramener 1,5 tonnes d'astéries par jour.

5° Intervention directe sur les populations d'oursins.

Si, ainsi que nous l'avons dit, DE LA BLANCHÈRE proposait, dès 1866, de tenter l'élevage des oursins, il est certain qu'un siècle plus tard sa proposition n'a pas été entendue.

Les pêcheurs de la côte nord de Bretagne ne sont pas prêts à se lancer dans de tels élevages mais ils ont tenté plusieurs expériences et nous avons eu connaissance de certaines d'entre elles.

Peu avant 1939, un pêcheur de Locquirec, désireux de régulariser sa production d'oursins voulut conserver ses captures. Il disposait sa pêche dans des failles d'accès facile, mais pour conserver les oursins il constata qu'il lui fallait en mettre une quantité importante en même temps. Au moment d'en livrer à la consommation, il fallait vider complètement la faille dans laquelle avait été effectué le prélèvement, sinon les individus restants disparaissaient.

BOUXIN (1964) a tenté des expériences de transplantation de *Paracentrotus*. Il a également constaté que le peuplement ne subsistait que lorsque la quantité d'oursins était élevée.

Les dernières années ont vu se multiplier ces tentatives. En décembre 1969 des oursins de taille moyenne sont déposés dans une faille qui est fermée pour éviter toute disparition. Deux ans plus tard, les résultats ne s'avèrent pas satisfaisants, le pêcheur a renoncé. En novembre 1970, deux pêcheurs de Ploumanac'h tentèrent d'amener des oursins d'Erquy à Ploumanac'h. La transplantation eut lieu. Mais quelques jours plus tard l'ensemble des oursins ramenés était mort. Les pêcheurs recommencèrent l'expérience un mois plus tard, mais un nouvel échec vint mettre fin à leurs espoirs. Dans les deux cas, la cause première de l'échec semble être le manque de soin pendant le transport.

En janvier 1971, un pêcheur de Trégastel ramassait à l'île Longue dans la rade de Brest 700 kg de *Paracentrotus* de grande taille. Ces oursins ne pouvant obtenir l'étiquette sanitaire, en raison de leur provenance, il décidait de les remettre à l'eau à Trégastel pendant quelques semaines avant de les mettre sur le marché. Dès le lendemain les premiers tests faisaient leur apparition sur les plages et les rejets continuèrent une semaine entière.

Les raisons de l'échec sont, à notre sens, doubles. Il existe entre la zone de récolte et le point d'immersion une différence de salinité certaine qui doit être suffisante pour expliquer l'échec. En effet, PLESSIS (1956) voulant introduire *Psammechinus miliaris* au laboratoire des Pêches au Muséum à Paris n'eut tout d'abord que des « insuccès » en raison de la variation trop brusque de la salinité. De plus, le pêcheur a ramassé le plus possible d'oursins et il a fait le trajet le plus vite possible mais il n'a pas pensé mettre les oursins dans une position physiologique favorable.

En conclusion, les transplantations sont possibles mais à condition d'effectuer le transport avec soin, d'éviter des variations brusques de salinité ou de température. Il faut, de plus, rassembler un nombre assez élevé d'oursins pour que la population se maintienne, pas trop élevé, car si la nourriture venait à se trouver en quantité limitée, les oursins pourraient se mettre à décroître (EBERT, 1967) ce qui serait le résultat contraire de celui désiré.

6° Conclusion.

Bien des facteurs concourent à l'évolution des populations d'oursins. Ils agissent dans des sens différents et à des niveaux différents. L'intervention de l'homme, qu'elle soit directe (pêche) ou indirecte (pollution qu'il provoque), est un facteur capital, et de son comportement dépend l'avenir de ces populations.

Une action concertée, si elle est bien préparée et, si elle ne se limite pas à un effort trop particulier, devrait permettre aux populations de *Paracentrotus* de revenir à un niveau tel qu'une exploitation pourrait être reprise.

La création de réserves et de cantonnements, une meilleure connaissance des prédateurs naturels et la surveillance du niveau de leurs populations; éventuellement des transplantations si certaines zones devenaient trop polluées vers d'autres régions plus favorisées de ce point de vue, seraient probablement des mesures suffisantes.

Une exploitation rationnelle devrait alors autoriser une croissance rapide de l'effort de pêche et la conservation du stock. Mais il faudrait découvrir une autre méthode de pêche que le faubertage trop destructif.

H. - Conclusions générales.

Une chute très rapide de la production de *Paracentrotus lividus* sur les côtes nord de Bretagne ne manque pas d'inquiéter.

Comme en Irlande ouest et sud, *Paracentrotus* vit en Bretagne nord, sur tous les substrats qui lui sont favorables, de Batz à Tomé et de Bréhat à Fréhel. Au-delà du cap Fréhel, la température pendant l'hiver n'est pas assez élevée et le développement de l'œuf est inhibé.

Il existe entre les deux secteurs considérés des différences importantes quant au diamètre maximal atteint par *Paracentrotus*. En baie de Saint-Brieuc le diamètre le plus grand n'est pas supérieur au diamètre moyen des oursins des baies de Lannion et Morlaix.

La croissance des oursins est relativement lente. L'analyse des fréquences des valeurs prises par les diamètres permet de distinguer les oursins de moins de 4 ans. A 2 ans, le diamètre atteint environ 27,5 mm et il passe à 45 mm deux ans plus tard.

A partir de 4 ans la croissance doit se faire surtout en fonction des possibilités offertes par le milieu. BONNET (1925) pensait qu'à partir d'une certaine taille, la croissance se faisait uniquement en hauteur. En fait, il arrive qu'elle ne se fasse qu'en hauteur, mais aussi qu'elle se fasse seulement en largeur ou dans les trois directions à la fois.

La croissance pondérale est d'abord lente par rapport à celle du diamètre, mais elle s'accélère par la suite. Ce phénomène est assez classique et connu depuis longtemps chez les vertébrés.

Le pourcentage pondéral des parties squelettiques (test et lanterne d'Aristote) diminue régulièrement lors de la croissance. Mais il est remarquable que celui de la lanterne seule croît pendant plusieurs années avant de se mettre à décroître.

L'émission des gamètes a lieu de mars à septembre. Elle commence plus tardivement d'ouest en est. Dès le mois de décembre l'oursin est à nouveau plein. Le nombre de femelles est toujours inférieur au nombre de mâles contrairement à ce qui se passe chez la majorité des espèces dont la sex-ratio est différente de l'unité.

La rareté des juvéniles comparée à leur abondance en Méditerranée (GAMBLE, 1967) est un facteur défavorable à l'évolution des populations de *Paracentrotus*.

L'évolution des facteurs abiotiques semble, actuellement, peu favorable. De plus, les ennemis naturels de cet échinide sont nombreux et, parfois, protégés par l'homme. Une régression encore marquée des stocks d'oursins reste donc à craindre.

Le maintien de la pêche aux fauberts porte préjudice à toute la flore et à toute la faune des zones où ils sont employés. Les blocs sont retournés et tout être vivant qui y trouvait un support ou qui se nourrissait aux dépens du premier est condamné à plus ou moins longue échéance. Le retour aux richesses naturelles ne peut être envisagé tant que les fauberts seront utilisés.

Ce retour est jugé désirable par tous et son intérêt écologique n'est pas à démontrer. Son intérêt économique n'est pas moins évident : si les pêcheurs de la région d'Erquy pouvaient capturer des individus de la taille de ceux qui sont récoltés en plongée, les prix moyens tripleraient certainement.

Ne vaudrait-il pas mieux pour l'avenir envisager un élevage ? La croissance naturelle est longue et ne semble guère favorable. Les oursins les plus intéressants à la vente sont les plus volumineux. C'est en effet chez eux que le rapport gonado-somatique est très largement le plus important. Mais l'obtention d'oursins de grande taille demande plusieurs années.

En aquarium, les survies sont, le plus souvent, courtes et lorsque l'adaptation est obtenue, la croissance reste lente. En revanche, les transplantations sont possibles moyennant quelques précautions.

Aux U.S.A., l'élevage de l'œuf à l'œuf démarre en laboratoire. D'autre part, le marché existe et ne demande qu'à se développer. Plusieurs conditions préalables sont donc déjà réunies. Mais n'oublions pas si vite la leçon de DELAGE (1908) « Les oursins de Californie » sont plus avantageux que ceux de Bretagne en ce sens qu'ils sont plus faciles à faire développer ».

Nous tenons à adresser nos plus vifs remerciements à l'Ambassade de France en Colombie qui a bien voulu se charger de la dactylographie de ce travail.

Groupe de Benthologie du Golfe Normanno-Breton

Laboratoire de Biologie Halieutique

B.P. 25 A 35031 RENNES

Departamento de Oceanografía

Escuela Naval

Cartagena Colombia

Amérique du Sud

BIBLIOGRAPHIE

- ALLAIN (J.-Y.), 1970. — Note sur la pêche de *Paracentrotus lividus* en Bretagne-nord suivie de quelques considérations biométriques. — D.E.A. d'Océanographie Biologique, juin 1970, Université de Rennes, 77 p., 7 photographies.
- 1971. — Note sur la pêche et la commercialisation des oursins en Bretagne-nord. — *Trav. Lab. biol. Halieut., Univ. Rennes*, **5**, p. 59-69
- 1972 a. — Sur les populations de *Paracentrotus lividus* (LAMARCK) et de *Psammechinus miliaris* (GMELIN) en Bretagne-nord (Echinodermes). — *Bull. Mus. nat. Hist. nat.*, (3) **32** Zool 26, p. 305-315.
- 1972 b. — Les étoiles de mer *Asterias rubens* L. et *Marthasterias glacialis* (L.) sur les côtes de Bretagne-nord. — IV^e Congrès International de la Mer, Dinard, 7-14 mai 1972, 10 p.
- 1972 c. — La pêche aux oursins dans le monde. — *Pêche marit.*, **1133**, p. 625-630.
- ALLAIN (J.-Y.), (T.) DO CHI, LAM HOAI THONG, OLLIVIER (M.-T.) et RETIÈRE (C.), 1971. — Etude bionomique du golfe Normando-Breton : Secteur oriental de la baie de Saint-Brieuc. — *Trav. Lab. biol. Halieut., Univ. Rennes*, **5**, p. 71-120.
- ALLAIN (J.-Y.), PETIT (P.), OLLIVIER (M.-T.) et RETIÈRE (C.), 1972. — Les peuplements benthiques de la baie de Saint-Brieuc. — IV^e Congrès International de la Mer, Dinard, 7-14 mai 1972, 14 p.
- BAREL (C.-D.-N.) et KRAMERS (P.-G.-N.). 1970. — Notes on associates of echinoderms from Plymouth and the coast of Brittany. — *Proc. Koninkl. Nederl. Akad. Van Wetens.*, **73 C** (2), p. 159-170.
- BEAUCHAMP (P. de). 1914. — Les grèves de Roscoff. — P. LE CHEVALIER, Paris, 270 p., 37 planches.
- 1923 a. — Quelques remarques de bionomie marine sur les îles Chausey. — *Bull. Soc. zool. France*, **48**, p. 84-94.
- 1923 b. — Etude de bionomie intercotidale : les îles de Rè et d'Yeu. — *Arch. Zool. exp. gén., Fasc.*, **61**, p. 456-520, 6 planches.
- BEAUCHAMP (P. de) et LAMI (R.), 1921. — La bionomie intercotidale de l'île de Bréhat. — *Bull. biol. France Belgique*, **55**, p. 184-238.
- BELL (F.-J.), 1892. — Catalogue of the British Echinoderms in the British Museum. — Taylor et Francis, Londres, 202 p., 16 planches.
- BONNET (A.), 1925. — Documents pour servir à l'étude de la variation chez les échinides. — *Bull. Inst. océanogr.*, **462**, p. 1-28.
- BOUXIN (H.), 1964. — Une expérience écologique de quinze années. Evolution des peuplements de *Paracentrotus lividus* dans la région de Concarneau. — *C.R. Soc. Biogéogr., France*, **40**, (351-358), p. 94-100.
- BULL (H.-O.), 1938. — The growth of *Psammechinus miliaris* under aquarium conditions. — *Rep. Dove Mar. Lab. Cultercoats*, **3** (6), p. 177-185.
- CABIOCH (L.), 1968. — Contributions à la connaissance des peuplements benthiques de la Manche occidentale. — *Cah. Biol. mar.*, **9** (5), p. 493-720.
- CAILLAUD (F.), 1856. — Observations sur les oursins perforants de Bretagne. *Rev. Mag. Zool.*, **2** (8), p. 158.
- CHERBONNIER (G.), 1951. — Inventaire de la faune marine de Roscoff : Echinodermes. — *Trav. Sta. biol. Roscoff, Suppl.* **4**, **15**, p. 1-15.
- 1956. — Les Echinodermes de Tunisie. — *Bull. Stat. Océanogr. Salammbô*, **53**, p. 1-24.
- CRISP (D.-J.), 1964. — The effects of winter 1962-63 on the British Marine Fauna. — *Helgoländ. wiss. Meeresunters.*, **10** (1-4), p. 313-327.
- CRISP (D.-J.) et FISHER-PIETTE (E.), 1959. — Répartition des principales espèces intercotidales le long de la côte atlantique française en 1954-1955. — *Ann. Inst. océanogr.*, Paris, **36** (2), p. 275-387.
- CRISP (D.-J.) et SOUTHWARD (A.-J.), 1958. — The distribution of intertidal organisms along the coast of the English Channel. — *J. mar. biol. Assoc. U.K.*, **37** (1), p. 156-208.
- CUENOT (L.), 1912. — Contribution à la faune du bassin d'Arcachon. V. Echinodermes. — *Bull. Sta. biol., Arcachon*, **14** (1), p. 17-116.
- DAVY DE VIRVILLE (A.), 1935. — Recherches écologiques sur la flore des flaques du littoral de l'océan Atlantique et de la Manche. — *Rev. gén. Bota.*, **46**, p. 705-803, 13 fig., 20 pl.
- DELAGE (Y.), 1908. — La parthénogénèse à Roscoff et à Berkeley. — *C.R. Acad. Sci.*, Paris, **146**, p. 262-265.
- DESTABLE (J.), 1958. — La pêche aux oursins sur le littoral morlaisien. — *Penn ar Bed*, **13**, p. 20-23.
- EBERT (T.-A.), 1967. — Negative growth and longevity in the purple sea-urchin *Strongylocentrotus purpuratus*. — *Science*, **157** (3788), p. 557-559.
- 1968. — Growth rates of the sea-urchin *Strongylocentrotus purpuratus* related to food availability and spine abrasion. — *Ecol.*, **49** (6), p. 1075-1091.

- EBLINGS (F.-J.), HAWKINS (A.-D.), KITCHING (J.-A.), MUNTZ (L.) et PRATT (V.-M.), 1966. — The ecology of Lough Ine XVI Predation and diurnal migration in *Paracentrotus* community. — *J. Anim. ecol.*, **35** (3), p. 559-566.
- FAURE (L.), 1959. — Variations de la température et de la salinité de l'eau de mer aux environs de Roscoff. — *Rec. Trav. Off. Pêch. marit.*, **23**, p. 153-160.
- FAUVEL (P.), 1895. — Liste des animaux recueillis dans un coup de drague donné à Saint-Vaast-la-Hougue. — *Bull. Soc. linn. Normandie*, **4** (9) p. 55-57.
- 1905. — Histoire naturelle de la presqu'île du Cotentin. III — La Faune in « Cherbourg et le Cotentin ». — Congrès de l'A.F.A.S., 92 p.
- FÉNAUX (L.), 1968. — Maturation des gonades et cycle saisonnier des larves chez *Arbacia lixula*, *Paracentrotus lividus* et *Psammechinus microtuberculatus* (Echinidae) à Villefranche-sur-Mer. — *Vie et Milieu*, **19 A** (1), p. 1-52.
- FISCHER-PIETTE (E.), 1936. — Etudes sur la biogéographie intercotidale des deux rives de la Manche. — *J. Linn. Soc. zool., Londres*, **40**, p. 181-272, 19 cartes.
- FISCHER (P.), 1864. — Note sur les perforations de l'*Echinus lividus*. — *Ann. Sci. nat. zool.*, **5** (1), p. 321-332.
- FISCHER (P.) et FISCHER (E.), 1926. — Quelques données sur l'archipel des Minquiers. Aperçu biologique. — *Bull. Mus. nat. Hist. nat.*, **32** (1), p. 107-114.
- FOL (H.), 1879. — Recherches sur la fécondation et le début de l'hénogénie chez divers animaux. — *Mém. Soc. Physique Hist. nat., Genève*, **26**, p. 89-397.
- FOX (H.-M.), 1923. — Lunar periodicity in reproduction. — *Proc. Roy. Soc., Londres*, **95 b**, p. 523-550.
- FREDERICQ (L.), 1876. — Contribution à l'étude des échinides. — *Arch. Zool. exp. gén., Fasc.*, **5** : p. 429-439.
- FUJI (A.), 1960. — Studies on the biology of the sea-urchin. II — Size at first maturity and sexuality of two sea-urchins *Strongylocentrotus nudus* and *Strongylocentrotus intermedius*. — *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, **11** (2), p. 43-48.
- GAMBLE (J.-C.), 1967. — Ecological studies on *Paracentrotus lividus*. — *Underwater Association Report for 1966-1967*, p. 85-88.
- GIARD (A.), 1899. — Coup d'œil sur la faune du Boulonnais in « Boulogne et le Boulonnais », Boulogne, 1899.
- GIESE (A.-C.), 1967. — Changes in body component indexes and respiration with size in the purple sea-urchin *Strongylocentrotus purpuratus*. — *Physiol. zool.*, **40** (2), p. 194-200.
- HAGSTROM (B.-E.) et LONNING (S.), 1964. — Morphological variations in *Echinus esculentus* from the Norwegian west coast. — *Sarsia*, **17**, p. 39-46.
- HIMMELMAN (J.-H.) et STEELE (D.-H.), 1971. — Food and predators of the green sea-urchin *Strongylocentrotus droebachiensis* in Newfoundland waters. — *Mar. Biol.*, **9** (4), p. 315-322.
- HSIA (W.-P.), 1948. — On the relations between the number of coronal plates and the diameter of test in three species of sea-urchins. — *Contrib. Inst. zool. nat. Acad., Peiping*, **4** (1), p. 25-31.
- HYMAN (L.-H.), 1955. — The invertebrates Vol. — IV Echinodermata. — Mc Graw-Hill Book Company, N.Y., p. 763.
- JENSEN (M.), 1969. — Age determination of echinoids. — *Sarsia*, **37**, p. 41-44.
- KECKES (S.), 1966. — Lunar periodicity in sea-urchin. — *Z. Naturforsch.*, **21 B** (11), p. 1100-1101.
- KEMPF (M.), 1962. — Recherches d'écologie comparée sur *Paracentrotus lividus* (Lmk) et *Arbacia lixula* (L.). — *Rec. Trav. Sta. mar., Endoume*, **39**, p. 47-116.
- KINOSHITA (T.), 1958. — La pêche aux oursins à Hokkaido. — *Hokusuishi Geppo*, **15**, p. 1-3 (en japonais).
- KITCHING (J.-A.) et EBLINGS (F.-J.), 1961. — The ecology of Lough Ine XI The control of algae by *Paracentrotus lividus* (Echinoidea). — *J. Animal Ecol.*, **30** (2), p. 373-383.
- KOEHLER (R.), 1883. — Recherches sur les échinides des côtes de Provence. *Ann. Mus. Hist. nat., Marseille*, **1** (3), 160 p., 7 pl.
- 1884. — Recherches sur la faune marine des îles anglo-normandes. — BERGER-LEVRAULT, Nancy, 70 p.
- KUME (M.) et DAN (K.), 1957. — General remark in embryology of invertebrate animals in « Collection of egg and sperm ». — KUME and DAN editors. Baifukour, Tokio, p. 7-8.
- LA BLANCHÈRE (H. de), 1866. — Culture des plages maritimes — Pêche — Elevage — Multiplication. — Rothschild, Paris, 276 p.
- LACOMBE (H.), 1951. — Les marées de la Manche. — *Bull. Inst. océanogr.*, **47** (989), p. 1-24.
- 1955. — Essai d'explication du mécanisme de la marée dans le golfe de Saint-Malo. — *La Houille blanche*, n° spéciale B/1955, p. 179-187.
- LAM HOAI THONG, 1969. — Contribution à l'étude de la biologie des Mugilidés (Poissons Téléostéens) des côtes du Massif armoricain. — *Trav. Fac. Sci. océanogr. biol. Univ., Rennes*, **2**, p. 55-182.
- LASKER (R.) et GIESE (A.-C.), 1954. — Nutrition of the sea-urchin *Strongylocentrotus purpuratus*. — *Biol. Bull.*, **106**, p. 328-340.
- LEIGHTON (D.-L.), JONES (L.-G.) et NORTH (W.-J.), 1967. — Ecological relationships between geant kelp and sea-urchin in Southern California. — *Proc. Int. Seaweed Symp.*, **5**, p. 141-153.
- LENNIER (G.), 1805. — L'estuaire de la Seine. — Le Havre, 1885.
- LEWIS (J.-B.), 1958. — The biology of the tropical sea-urchin *Tripneustes esculentus* in Barbades British West Indies. — *Can. J. zool.*, **36** (4), p. 607-621.
- 1966. — Growth and breeding in the tropical echinoid *Diadema antillarum*. — *Bull. Mar. Sci.*, **16** (1), p. 115-158

- L'HERROUX (M.), 1970. — Peuplements de sables fins en baie de Saint-Brieuc (Manche). — *Téthys*, **2** (1), p. 41-88.
- LUCAS (A.), 1963. — Les conséquences de froid sur la faune du Massif armoricain (déc. 62 — fév. 63). — *Penn ar Bed*, **4** (32), p. 1-10.
- LUMBY (J.-R.), 1935. — Salinity and temperature of the English Channel. — *Fish. Invest., Londres*, **2** (14), p. 1-67.
- Mc PHERSON (B.-F.), 1965. — Contribution to the biology of the sea-urchin *Tripneustes ventricosus*. — *Bull. Mar. Sci.*, **15** (1), p. 228-244.
- MINAS (M.), 1965. — Aperçu hydrologique préliminaire sur l'étang de Berre. *Rec. Trav. Sta mar., Endoume*, **53**, p. 3-9.
- MOORE (H.-B.), 1935. — A comparison of the biology of *Echinus esculentus* in different habitats Part II. — *J. mar. biol. Assoc. U.K.*, **20** (1), p. 109-128.
- 1936. — A comparison of the biology of *Echinus esculentus* in different habitats Part III. — *Ibid.*, **21** (2), p. 711-720.
- MOORE (H.-B.), JUTARE (T.), JONES (J.-A.), Mc PHERSON et ROPER (C.F.E.), 1963. — A contribution to the biology of *Tripneustes esculentus*. — *Bull. mar. Sci.*, **13** (2), p. 267-281.
- MORTENSEN (T.), 1943. — A monograph of the Echinoidea III Camarodonta II. — C.A. Reitzl., Copenhague, 469 p.
- MUNTZ (L.), EBLING (F.J.) et KITCHING (J.A.), 1965. — The ecology of Lough Ine XIV Predatory activity of large crabs. — *J. Animal ecol.*, **34** (2), p. 315-329.
- NAKAMURA (T.) et YOSHINAGA (H.), 1962. — Commercial sea-urchins of the Japan Sea coast of Yamaguchi Prefecture. — *Aquiculture*, **9**, p. 189-200.
- NATAF (G.), 1954. — Sur la croissance de *Paracentrotus lividus* (LMK) et de *Psammechinus miliaris* (GMELIN). — *Bull. Mus. nat. Hist. nat.*, (2) **26** (2), p. 244-251.
- NEEFS (Y.), 1938. — Remarques sur le cycle sexuel de l'oursin *Strongylocentrotus lividus* dans la région de Roscoff. — *Bull. Mus. nat. Hist. nat.*, **206**, p. 775-777.
- NORTH (W.-J.) et PEARSE (J.-S.), 1969. — Sea-urchins population explosion in Southern California coastal waters. — *Science*, **167**, 209 p.
- OLLIVIER (M.-T.), 1969. — Etude des peuplements de Zostères, Lanices et Sabelles de la région dinardaise. — *Téthys*, **1** (4), p. 1097-1138.
- PEARSE (J.-S.), 1968. — Patterns of reproductive periodicities in four species of Indo-Pacific Echinoderms. — *Pr. Indian Acad. Sci.*, **68**, B (6), p. 247-279.
- 1970. — Reproductive periodicities of Indo-Pacific invertebrates in the gulf of Suez. III — The Echinoid *Diadema setosum* (LESKE). — *Bull. mar. Sci.*, **20** (3), p. 697-720.
- PEARSE (J.-S.), CLARK (M.-E.), LEIGHTON (D.-L.), MITCHELL (C.-H.) et NORTH (W.-J.), 1970. — Marine wate disposal and sea-urchins ecology. — *Kelp Habitat Impro. Project Ann. Rep.*, 1969-1970, p. 54-93.
- PLESSIS (Y.), 1956. — Le transport d'animaux marins et leur adaptation en aquarium. — *Bull. Mus. nat. Hist. nat.*, (2) **28** (4), p. 433-434.
- PROUHO (H.), 1890. — Du rôle des pédicellaires gemmiformes des oursins. — *C.R. Acad. Sci., Paris*, **111**, p. 62-64.
- PRUVOT (G.), 1897. — Essai sur les fonds et la faune de la Manche occidentale (côtes de Bretagne) comparés à ceux du golfe du Lion. — *Arch. Zool. exp. gén.*, (3) **5**, p. 511-644.
- RÉGIS (M.-B.), 1969. — Premières données sur la croissance de *Paracentrotus lividus* (LAMARCK). — *Téthys*, **1** (4), p. 1049-1056.
- RUNNSTROM (S.), 1936. — Die Anpassung der Fortpflanzung und Entwicklung mariner Tiere ab die Temperaturverhältnisse verschiedener verbreitungs gebiete. — *Bergens Mus. Aarb. Natury. Relke*, **3**, p. 1-36.
- SAGER (G.), 1963. — Atlas der Elemente des Tidenhubs und der Gezeitenströme für die Nordsee den Kanal und die Irish See. — Rostock, 45 p.
- SCATTERGOOD (L.-W.), 1961. The sea-urchin fishery. — *U.S. Fish. Wildl. Serv. Fish. Leaflet*, **511**, p. 1-5.
- SOUTHWARD (A.-J.) et CRISP (D.-J.), 1954. — The distribution of intertidal animals around the Irish coast. — *Proc. Roy. Irish Acad.*, **57 B** (1), p. 1-29.
- SWAN (E.-F.), 1958. — Growth and variation in sea-urchin of York, Maine. — *J. Mar. Res.*, **17**, p. 505-522.
- 1966. — Growth, autotomy and regeneration in « Physiology of Echinodermata ». — BOOLOOTIAN (R.-A.) editor, Wiley and Sons, N.Y., p. 397-434.
- TOKIOKA (T.), 1969. — On the stability of population in a fixed echinid colony on the rocky shore of Hatakezima island. — *Publ. Seto mar. biol. Lab.*, **17** (3), p. 187-191.
- TOULEMONT (A.), 1972. — Influence de la nature granulométrique des sédiments sur les structures benthiques. Baies de Douarnenez et d'Audierne (Ouest-Finistère). — *Cah. Biol. mar.*, **13** (1), p. 91-136.
- WEBER (J.-N.), 1969. — Origin of concentric banding in spines of the tropical echinoid *Heterocentrotus*. — *Pacific Sci.*, **23**, p. 452-456.
- WICKRAMARATNE (G.-A. de), 1970. — Some preliminary observations on the biology of *Strongylocentrotus lividus* (LAMARCK). — *Bull. Fish. Res. Sta. Ceylon*, **21** (1), p. 57-65.
- YOSHIDA (M.), 1952. — Somme observations on the maturation of the sea-urchin *Diadema setosum*. — *Annot. zool. Jap.*, **25**, p. 265-271.