

CRISE DE LA PRODUCTION DES COQUES (*CERASTODERMA EDULE*) EN BAIE DE SOMME.

II. Impact de la dynamique biosédimentaire

J.P. DUCROTOY*, M. DESPREZ* et B. ELKAIM**

* Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux,
115, quai Jeanne-d'Arc, 80230 St-Valéry-sur-Somme, France.

** Laboratoire d'Hydrobiologie, 12 bis, rue Cuvier, 75005 Paris, France.

Abstract

COLLAPSE IN THE LANDINGS OF COCKLES (*CERASTODERMA EDULE*) FROM THE BAY OF SOMME. II. IMPACT OF THE BIOSEDIMENTARY DYNAMICS.

The recent collapse in the landings of cockles (*Cerastoderma edule*) from the Bay of Somme (France) required to investigate if a change in the environmental factors was liable for the drop of the bivalve populations. This project has led to a preliminary assessment of the situation and has been drawn up from the data collected by the Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux since 1978. It relies on the survey of the spatio-temporal changes of bio-facies. It is suggested that the impact of changes in sediments characteristics is important as well as competition with species as *Pygospio elegans* (Polychaete). The above parameters are assessed as essential in the fluctuations of the cockle numbers but they do not explain entirely the collapse in the local landings.

Résumé

La récente crise de la pêche à pied des coques (*Cerastoderma edule*) en baie de Somme a conduit à rechercher si des perturbations des facteurs de l'environnement ont pu jouer un rôle dans l'effondrement des stocks de bivalves. Un premier bilan est proposé s'appuyant sur les résultats acquis par le Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux depuis 1978. Cette étude, basée sur le suivi de l'évolution spatio-temporelle des faciès bio-sédimentaires, traite essentiellement de l'impact du facteur sédimentaire et de celui des actions compétitives d'espèces importantes comme *Pygospio elegans* (Polychète). Si ces facteurs jouent un rôle incontestable dans les variations des stocks de *Cerastoderma edule*, ils restent insuffisants pour expliquer la crise de la pêche à pied.

Introduction.

Les bivalves estuariens en baie de Somme (*Macoma balthica* L., *Scrobicularia plana* Da Costa, *Cerastoderma edule* L., *Mya arenaria* L.) ont montré en 1983-1984 une forte régression numérique (DUCROTOY et DESPREZ, 1986). Il s'en est suivi une crise de la pêche à pied et plus particulièrement celle concernant la coque *Cerastoderma edule*, ressource économique importante pour la région de Picardie (DESCHAMPS, 1986 ; DESPREZ *et al.*, 1987). Dès 1985, la chute des stocks de bivalves avait été interprétée comme le reflet de perturbations du milieu (DUCROTOY et DESPREZ, 1986) ; ces animaux benthiques sont, en effet, de bons intégrateurs des conditions abiotiques et biotiques du milieu (DESPREZ *et al.*, 1986, DORJES *et al.*, 1986). Quant aux fluctuations des autres espèces du macrobenthos intertidal, elles ont fait l'objet d'un suivi régulier pluri-annuel depuis 1981 (DESPREZ *et al.*, 1986), parallèlement à l'étude du contexte hydrodynamique, hydrologique et sédimentaire (DUPONT et LAFITE, 1985). SYLVAND *et al.*, (1987) ont montré,

par ailleurs, que les interventions humaines (aménagement, pollutions) accélèrent le processus évolutif naturel et entraînent une dégradation de la qualité biologique des estuaires considérés. En effet, l'ensemble du sédiment et des êtres vivants qui lui sont associés a présenté une série de modifications en baie de Somme, appréhendées à partir de l'étude des faciès bio-sédimentaires (DUCROTOY *et al.*, 1987). Cette démarche a permis d'établir une cartographie évolutive des peuplements (DESPREZ *et al.*, 1986) qui traduit les modifications du milieu sachant que la capacité compétitive de certaines espèces se manifeste d'autant plus que leurs populations sont affaiblies par certains facteurs du milieu. Il en est ainsi de *Cerastoderma edule* dont la densité, la biomasse et l'aire de répartition ont profondément varié en baie de Somme depuis quelques années (DESPREZ *et al.*, 1987 b). Nous nous proposons, dans cet article, de synthétiser les données acquises par le Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux (GEMEL) en 1978 et de 1981 à 1984 à la Station d'Etudes en baie de Somme puis en 1985-86 dans le cadre des études menées pour l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER). Ainsi, nous aborderons l'évolution du contexte sédimentaire, reflet de l'action des facteurs hydrodynamiques (houle-courant résiduel de marée-vent) et des aménagements (entretien des chenaux et bassins de chasse - digues de « rencloture » (polders) et submersibles) et tenterons de faire la part de ces perturbations physiques du milieu face à la pollution chimique et organique encore mal connue en baie de Somme. La synthèse des données biologiques concernant *Cerastoderma edule* fait l'objet d'un deuxième volet portant sur la compréhension des mécanismes ayant provoqué la crise de la pêche à pied (DESPREZ *et al.*, 1987 a).

La baie de Somme, située en Manche orientale dans la région de Picardie, France (fig. 1), a fait l'objet d'une présentation détaillée dans le rapport de DUCROTOY (1984). L'estuaire présente une zone intertidale de 70 km² qui se caractérise par de fortes contraintes hydrodynamiques marines (régime macrotidal) et de faibles apports fluviaux. La marée a une amplitude de 9 m en vives-eaux moyennes et les courants de marée sont orientés NE/SO à l'entrée de la baie qui se remplit et se vide par le sud. Cette caractéristique ainsi que la morphologie de la baie expliquent la dissymétrie des courbes isohalines que l'on observe par rapport à une ligne Le Crotoy-Le Hourdel ; les plus basses valeurs sur les bancs sont de 18.10^{-3} dans le secteur sud de la baie (HH) ; au contraire, les salinités restent élevées ($> 25.10^{-3}$) sur les bancs du nord (LC) où elles sont aussi beaucoup plus stables qu'au sud. Les variations sont très fortes dans les chenaux intérieurs (écart maximal de 0 à 25.10^{-3} à St-Valéry-sur-Somme) mais plus limitées dans la partie du chenal externe à la baie (24 à 27.10^{-3}). Les vitesses de courant sont plus intenses au flot qu'au jusant, ce qui conduit à une pénétration et à un stockage du matériel sableux marin. Ce matériel a édifié un delta

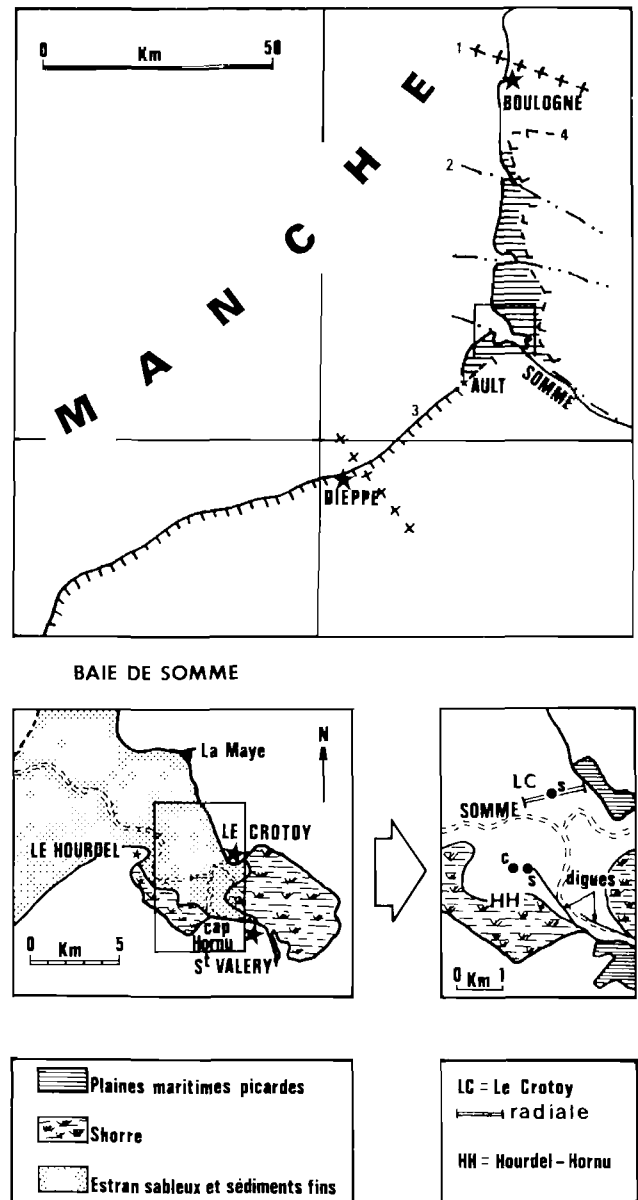


FIG. 1. — Situation géographique de la baie de Somme et contexte géologique. 1 : anticlinal, 2 : synclinal, 3 : falaise vive, 4 : falaise fossile ; localisation des principaux secteurs d'étude de la macrofaune benthique.

Geographical location of the Bay of Somme and geological background. 1 : anticlinal fold, 2 : synclinal axis, 3 : sea cliff, 4 : ancient cliff ; location of the macrobenthic fauna main study areas.

externe (DUPONT, 1981 et 1983). La houle marque son empreinte sur le cordon littoral de galets du Hourdel dont l'engraissement décroît du fait d'aménagements littoraux ; en baie, la houle façonne les figures sédimentaires telles que les mégarides et rend mobiles les bancs sableux et coquilliers au nord de l'estuaire (DUPONT et LAFITE, 1985). Le vent, selon sa dominante annuelle (secteur S-O) transporte des sables asséchés à basse mer depuis les bancs externes vers l'intérieur de la baie (DUPONT, comm. pers.). D'une manière générale, la distribution des sédiments dans la baie de Somme s'inscrit dans la continuité du gradient d'affinement des sédiments de la Manche orientale du S-O vers le N-E (LAFITE, 1986) : sables fins extérieurs se prolongeant abondamment à l'intérieur de la baie où ils s'enrichissent en particules fines au niveau des vasières des zones abritées de l'amont (DUPONT, 1981).

Méthodes.

En 1978, le macro-zoobenthos intertidal a été échantillonné en baie de Somme à pied à marée basse par DUPONT (1981 et 1983) le long de radiales choisies en fonction de la succession des faciès bio-sédimentaires selon le gradient bathymétrique (voir à ce sujet : DUCROTOY *et al.*, 1987). De 1981 à 1986, nous avons repris ce système d'échantillonnage à partir de radiales dans le cadre du suivi COST 647 (programme de la Commission des Communautés Européennes) ; nous avons également retenu des stations-pilotes de 900 m² matérialisées sur l'estran. Ces stations-pilotes situées sur les radiales sont repérées grâce à un compas de marine et la mesure des distances effectuée avec un odomètre depuis des repères connus (DUCROTOY, 1984 et DESPREZ *et al.*, 1987 c).

Dans le présent article, deux séries de stations ont été retenues (fig. 1).

- HH : Hourdel-Hornu, derrière la digue submersible de Saint-Valéry (altitude : HH C = 6,2 m/HH S = 6,0 m au-dessus du zéro des cartes marines françaises en 1981) ;
- LC : Le Crotoy, au nord, sur des gisements de coques exploités jusqu'en 1983 (altitude : LC S = 6,5 m). En 1981-82, un carottier de 1/30 m² a été utilisé puis un cylindre de 1/50 m² a servi, comme par le passé, à prélever 5 à 30 carottes à chaque station, deux fois par an au minimum (BEUKEMA, 1974 et 1979). Le refus du tamis de maille carrée de 1 mm est fixé au formol salé à 4 % et la faune colorée à la phloxine B. Les effectifs sont ramenés en densités au m².

A partir de juin 1985, dans le cadre du contrat de plan (IX^e plan quinquennal) passé entre l'IFREMER et la Région de Picardie, deux campagnes annuelles de prélèvements ont eu pour but principal de mieux connaître les gisements de coques (*Cerastoderma edule*) : répartition spatiale des détails par classe d'âge, démographie, biomasse en place et exploitable. La méthode de prélèvement au hasard stratifié, employée précédemment, a dû être écartée en raison de la grande mobilité des faciès bio-sédimentaires de l'estuaire de la Somme. Une grille de prélèvements couvrant l'estuaire a donc été mise au point en 1985 puis améliorée par la suite. Il en résulte un système de radiales, espacées de 500 m qui couvrent les secteurs nord et sud. Des radiales intermédiaires (à 250 m des radiales principales) ont été prospectées dans les zones d'abondance de la coque pour affiner la définition des contours par des courbes isoplèthes. De même, la distance de 200 m entre stations a pu être ramenée à 100 m (pour plus de détails, voir DESPREZ *et al.*, 1987 c). A chaque station, le substrat est prélevé sur 5 cm de profondeur, sur une surface carrée de 1/4 m² puis tamisée à 2,5 mm sur maille carrée. On répète l'opération jusqu'à ce que 100 coques aient été recueillies dans la limite d'un prélèvement couvrant 1 m². En dehors des campagnes réalisées au printemps et en automne, plusieurs stations-pilotes ont été suivies selon la même méthode de prélèvement des coques. Repérées lors des campagnes principales, ces stations se situent dans les zones les plus représentatives de la ressource.

Pendant les campagnes de printemps et d'automne du programme « coque », différentes stratégies ont dû être envisagées pour échantillonner la faune accompagnatrice tout en respectant le plan d'échantillonnage de la coque.

- Juin 1985 : cinq doubles carottes (5 × 2 × 1/50 m² sur 25 cm de profondeur) avec tamisage à 2,5 mm et dénombrement quantitatif et description du faciès sur fiche de terrain.
- Septembre 1985 : un prélèvement de 1/4 m² sur 5 cm de profondeur et tamisage à 1 mm pour évaluation semi-quantitative en 4 classes d'abondance ; 10 carottes de 1/50 m² tamisées à 1 mm pour les stations reconnues comme représentatives d'un faciès de la baie après analyse des données précédentes ;
- Avril et septembre 1986 : un prélèvement de 1/4 m² sur 5 cm de profondeur et une carotte de 1/50 m² à 25 cm et tamisage à 1 mm pour évaluation semi-quantitative ; description du faciès sur fiche et observation de profils de terrain.

La fixation et la coloration sont identiques à celles retenues pour le COST. L'exploitation des données est expliquée par DUCROTOY *et al.*, 1987.

A l'occasion des campagnes de juin 1985 et avril 1986, des échantillons de sédiment ont été prélevés à chaque station sur 10 cm de profondeur à l'aide d'un carottier cylindrique. Le sédiment subit une séparation de la fraction fine ($< 50 \mu\text{m}$) en phase humide. L'analyse granulométrique de la fraction sableuse est réalisée sur une colonne de tamis aux normes AFNOR. La fraction grossière ($> 3 \text{ mm}$) est séparée sur des cribles dont l'écart entre les tamis est irrégulier (LAFITE, 1986). La méthodologie d'analyse appliquée en 1985-86 est identique à celle des premiers travaux effectués en baie de Somme en 1978 (DUPONT, 1981).

La classification des types sédimentaires reprend celle de LARSONNEUR (1977) adaptée par DUPONT aux estuaires en 1981.

Résultats.

Données sédimentaires.

La baie de Somme est caractérisée par un apport très important de sables lithoclastiques marins qui ont édifié le delta externe. La fraction grossière est donc lithoclastique alors que la fraction pélitique est caractérisée par un fort enrichissement en carbonates (40 à 60 %). Ceci a été souligné par la juxtaposition des gradients d'affinement et d'enrichissement en carbonates (DES-PRÉZ *et al.*, 1987 *b*). Deux tendances évolutives ont pu être mises en évidence, confirmant les observations antérieures (DUPONT, 1981) (fig. 2).

- Un envasement des zones internes entre 1978 et 1986 qui s'accompagne d'une progression des phanérogames maritimes ; le secteur sud, en constante évolution, joue le rôle d'un véritable bassin de décantation depuis l'établissement d'une digue submersible en 1969 (DUCROTOY *et al.*, 1985), tandis que dans le secteur nord, devant la commune du Crotoy, il faut noter un envasement plus récent, à dominance carbonatée, ayant pour origine (au moins pour partie) un apport marin provenant du démantèlement des falaises crayeuses du Pays de Caux et du sud de la côte picarde (DUPONT et LAFITE, 1985).

- Une apparition de bancs sableux dans le secteur nord entre 1985 et 1986 qui recouvrent des faciès pré-existants : composés essentiellement de sables propres bien classés ; ils ont une grande mobilité qui peut avoir un impact catastrophique sur le benthos. La formation des bancs est une combinaison entre l'action éolienne et l'action marine (houle et marée).

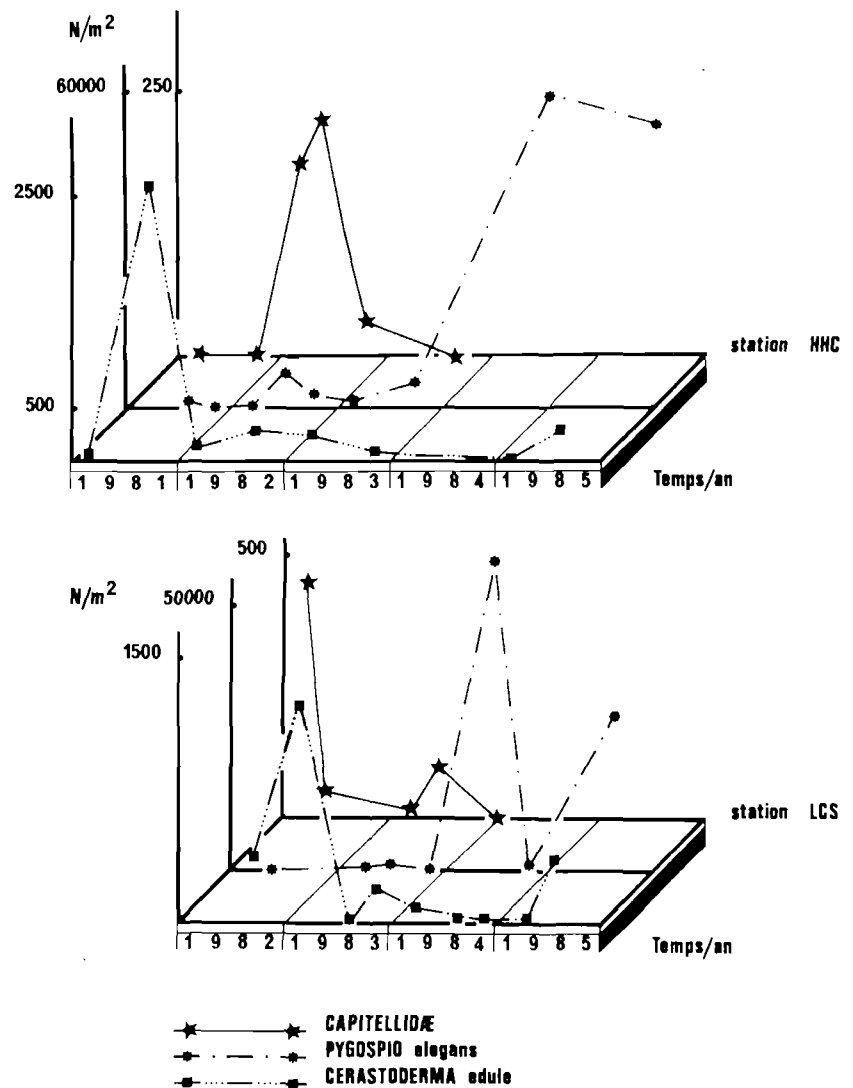


FIG. 2. — Caractéristiques sédimentaires de la baie de Somme en 1978 (d'après DUPONT, 1981), 1985 et 1986 (d'après LAFITE, 1986). Classification de LARSONNEUR (1977), modifiée par DUPONT (1981).

Sediment composition of the Bay of Somme in 1978 (after DUPONT, 1981), 1985 and 1986 (after LAFITE, 1986). Classification by LARSONNEUR (1977), modified by DUPONT (1981).

Evolution biologique.

Cinétique des espèces benthiques (fig. 3).

Nous extrayons, ici, les principaux résultats concernant les espèces accompagnatrices de la coque, de l'article de DESPREZ *et al.*, (1986). Alors qu'en 1978 et 1981, *Pygospio elegans* apparaissait à de très faibles densités, des pullulations de cette espèce se sont succédées de 1981 à 1986 avec des densités dépassant 80 000 individus/m² en 1984. Ce phénomène se produit corrélativement à la chute des effectifs de coques. Cette brusque augmentation du polychète s'accompagne d'un développement épisodique de Capitellidés (*Capitella capitata* et *Heteromastus filiformis*) au début de 1982 et, à un moindre degré, en 1983 et à la fin de l'hiver 1984-85. Cette famille de polychètes est connue comme indicatrice d'une surcharge du milieu en matières organiques soluble ou particulaire (PEARSON et ROSENBERG, 1978). Cette interprétation a conduit à envisager la possibilité d'un phénomène d'eutrophisation (au sens d'auteurs comme REISE et SCHUBERT, 1987 ou ROSENBERG *et al.*, 1987 ou d'une dystrophie) comme aurait pu en être le témoin une prolifération d'*Ulva lactuca* en été 1982 et au printemps 1983 et dans une moindre mesure en 1984.

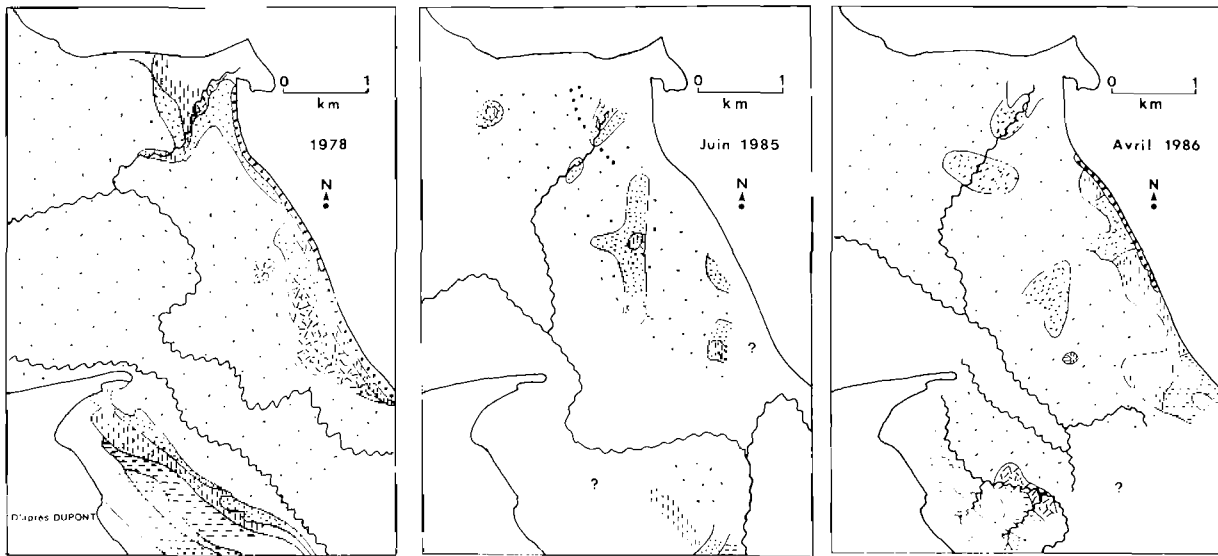


FIG. 3. — Densité de la coque (*Cerastoderma edule*) et d'espèces macrobenthiques associées (*Capitellidés* : *Capitella capitata* et *Heteromastus filiformis* ; *Pygospio elegans*) sur des stations-pilotes de la baie de Somme de 1981 à 1985 : maxima et minima annuels observés.

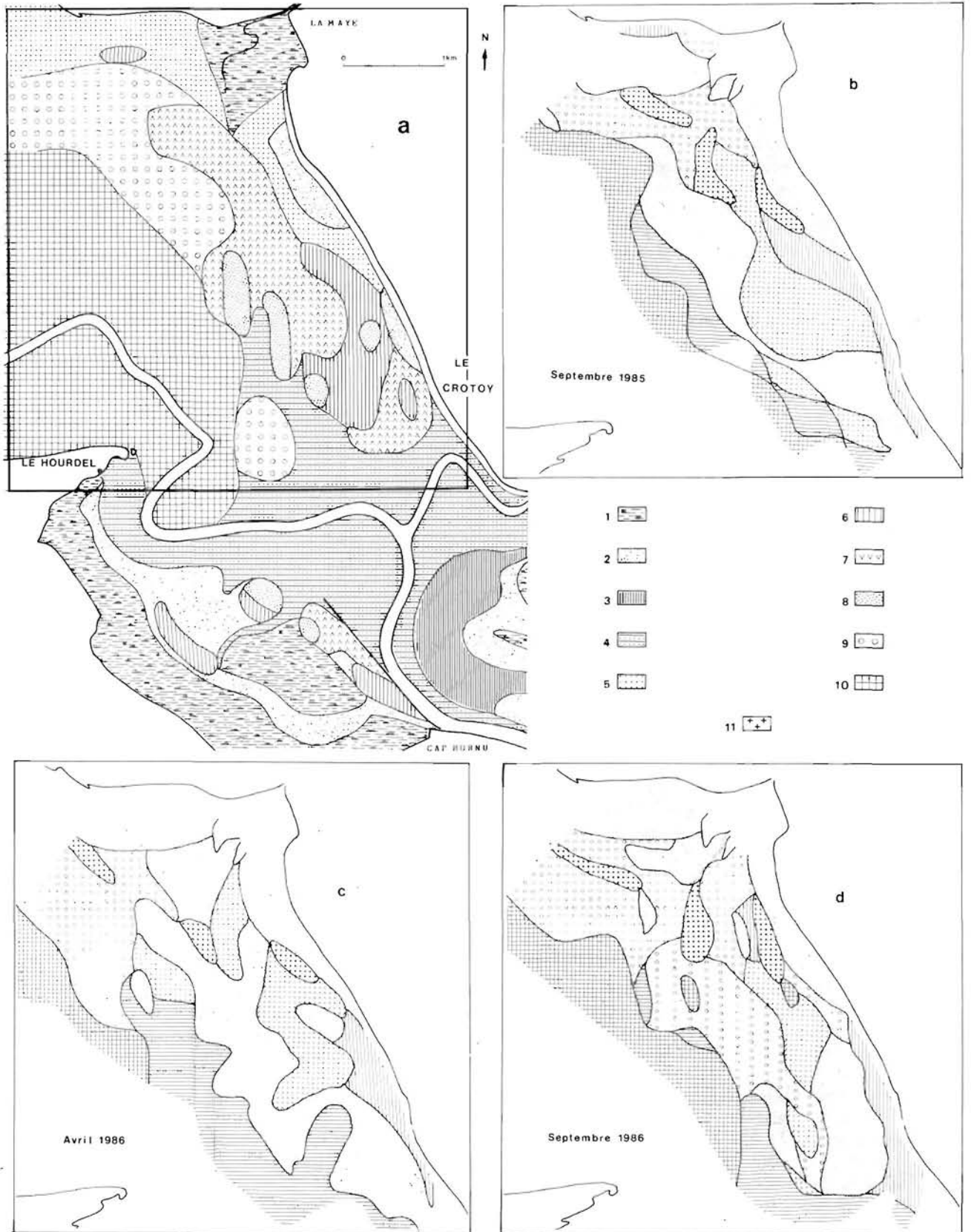
Numbers m² of the cockle (*Cerastoderma edule*) and macrobenthic accompanying species (*Capitellidae* : *Capitella capitata* and *Heteromastus filiformis* ; *Pygospio elegans*) sampled on pilot-stations in the Bay of Somme from 1981 to 1985 : year-to-year recorded minima and maxima.

LEGENDE	
[Symbol]	SL 2s : Sable litho-bioclastique coquillier.
[Symbol]	SL 1d : Sable lithoclastique fin.
[Symbol]	SL 1e : Sable lithoclastique.
[Symbol]	SL 2e : Sable lithobioclastique.
[Symbol]	VL 1s : Sable lithoveux.
[Symbol]	VL 2s : Sable lithobio vaseux.
[Symbol]	VL 21b : Merne sableuse.

Cartographie des faciès bio-sédimentaires.

La figure 4a permet de distinguer cinq unités estuariennes principales (DUCROTOY *et al.*, 1987).

- A l'ouest d'une ligne Le Hourdel-La Maye, se trouvent des sables fins à moyens résultants des conditions hydrodynamiques fortes qui se manifestent à l'embouchure (unité de haute énergie de la pointe de St-Quentin et delta externe) dans le secteur nord. On y distingue trois faciès bio-sédimentaires du haut de plage vers le chenal :
 - sables fins à *Corophium volutator* et/ou *Corophium arenarium*, localement remplacés par des bâches à *Nereis diversicolor* ;
 - sables fins à moyens à rides, colonisés par *Arenicola marina* ; la coque se concentre dans des zones à faciès lisse (sans rides donc subissant une énergie hydrodynamique moindre) peu colmaté (moins de 2 % de fines) ;
 - sables moyens se présentant sous forme de mégarides (haute énergie) biologiquement pauvres, avec deux espèces dominantes : les crustacés *Haustorius arenarius* et *Eurydice pulchra*.



- Entre La Maye et Le Crotoy (secteur nord) s'étendent des sédiments présentant un gradient d'envasement croissant du nord-ouest au sud-est (de 5 à 25 % de fines), plus riches sur le plan biologique (unité estuarienne de la Maye et unité littorale abritée du Crotoy). On passe de sables envasés à *Macoma balthica* à des vases à *Nereis diversicolor*. Deux autres espèces peuvent localement dominer ces peuplements :
 - le ver *Pygospio elegans* dont la prolifération conduit à la formation de « banquettes » pratiquement monospécifiques (DUPONT, 1975) ;
 - le gastéropode *Hydrobia ulvae* qui affectionne les hauts niveaux envasés colonisés par *Spartina* sp.
- Le centre de la baie, à l'est de la ligne La Maye-Le Hourdel, dans la zone des chenaux, est constitué de sables, biologiquement pauvres car soumis aux turbulences et courants liés aux chenaux ainsi qu'à la dessalure.
- Dans le secteur sud, entre Le Hourdel et St-Valéry, se trouve une unité estuarienne abritée. Cette zone envasée est biologiquement riche mais disparaît du fait de la colonisation par la végétation pionnière (*Spartina* sp. et *Salicornia* sp., GEHU *et al.*, 1976). L'avancée des végétaux résulte, en partie, de l'exhaussement du terrain dû à l'édification des banquettes à *Pygospio elegans*, elle-même facilitée par la présence de la digue submersible de St-Valéry.
- A l'est d'une ligne St-Valéry - Le Crotoy, s'étend l'unité de fond de baie aux sédiments vaseux compactés (plus de 25 % de fines), biologiquement pauvres avec dominance des annélides oligochètes dans les vases nues, en bordure des chenaux, généralement. Il faut, toutefois, noter la présence du bivalve *Mya arenaria* en face du cap Hornu dans le faciès à *Nereis diversicolor*. La superficie de cette zone est en constante régression du fait de l'extension du pré-schorre.

Evolution des faciès bio-sédimentaires.

La figure 4 montre l'évolution des faciès bio-sédimentaires de la baie de Somme de septembre 1985 à avril 1986. Elle permet d'apprécier la rapidité des variations de cet écosystème et les conséquences qui en sont résultées. Ainsi les banquettes à *Pygospio elegans* se sont développées d'une façon considérable pendant le temps de l'étude. Ce phénomène est bien visible devant Le Crotoy et La Maye. Toutefois entre le printemps et l'automne 1986, ces entablements ont disparu sur de grandes étendues et ne se sont maintenus que vers le fond de l'estuaire. Entre les banquettes s'intercalent des flaques et des nappes de sable à rides, colonisées par le polychète *Arenicola marina*.

En l'état actuel des connaissances, il n'est pas possible de préciser si les pullulations de *Pygospio elegans* sont induites directement par les apports marins de sablons constituant de grands corps mobiles sur l'estran ou par la dynamique propre du ver. La résultante cependant apparaît clairement : les sables vaseux à *Macoma balthica* régressent et sont repoussés vers le fond de la baie ; les sables vaseux à *Nereis diversicolor* se déplacent d'ouest en est et semblent s'accumuler devant la ville du Crotoy. Parallèlement à ces manifestations diverses, les phanérogames gagnent du terrain et progressent sur l'estran, accentuant la réduction des zones estuariennes typiques.

Synthèse bio-sédimentaire.

Par rapport à la cartographie bio-sédimentaire de la baie de Somme établie en 1978 (SIMON *et al.*, 1981), et en 1983-84 (WILSON *et al.*, 1986), les campagnes de 1985-86 font ressortir les faits suivants : L'extension du pré-schorre est importante, surtout dans le secteur de fond de baie (DUPONT, 1981) et HH (Hourdel-Hornu) et, à un degré moindre, dans les hauts niveaux du secteur La Maye-Le Crotoy (DESPREZ *et al.*, 1986). Les aménagements réalisés aux XIX^e et XX^e siècles le long du chenal de la Somme

FIG. 4. — Cartographie des faciès biosédimentaires de la baie de Somme après exploitation des données quantitatives et semi-quantitatives sur le benthos et analyse du sédiment. 1 : schorre ou molières (localement), 2 : pré-schorre ou haute-slikke à *Spartina* sp. et/ou *Salicornia* sp., 3 : sables vaseux compactés à *Mya arenaria*, 4 : sables appauvris à *Bathyporela pilosa* et/ou *B. sarsi*, 5 : sables à *Corophium volutator* et/ou *C. arenarium*, 6 : sables vaseux et vases à *Nereis diversicolor*, 7 : sables vaseux à *Macoma balthica*, 8 : banquettes à *Pygospio elegans*, 9 : sables à *Arenicola marina*, 10 : sables à *Haustorius arenarius*, 11 : bancs coquilliers.

Biosedimentary facies mapping of the Bay of Somme from computed quantitative and semi-quantitative benthos numbers and from sediment analysis. 1 : salt-marshes, 2 : sands and muddy sands with *Spartina* sp. and/or *Salicornia* sp., 3 : firm muddy sands with *Mya arenaria*, 4 : sands with *Bathyporela pilosa* and/or *B. sarsi*, 5 : sands with *Corophium volutator* and/or *C. arenarium*, 6 : muddy sand and muds with *Nereis diversicolor*, 7 : muddy sands with *Macoma balthica*, 8 : *Pygospio elegans*, beds, 9 : sands with *Arenicola marina*, 10 : sands with *Haustorius arenarius*, 11 : shell beds.

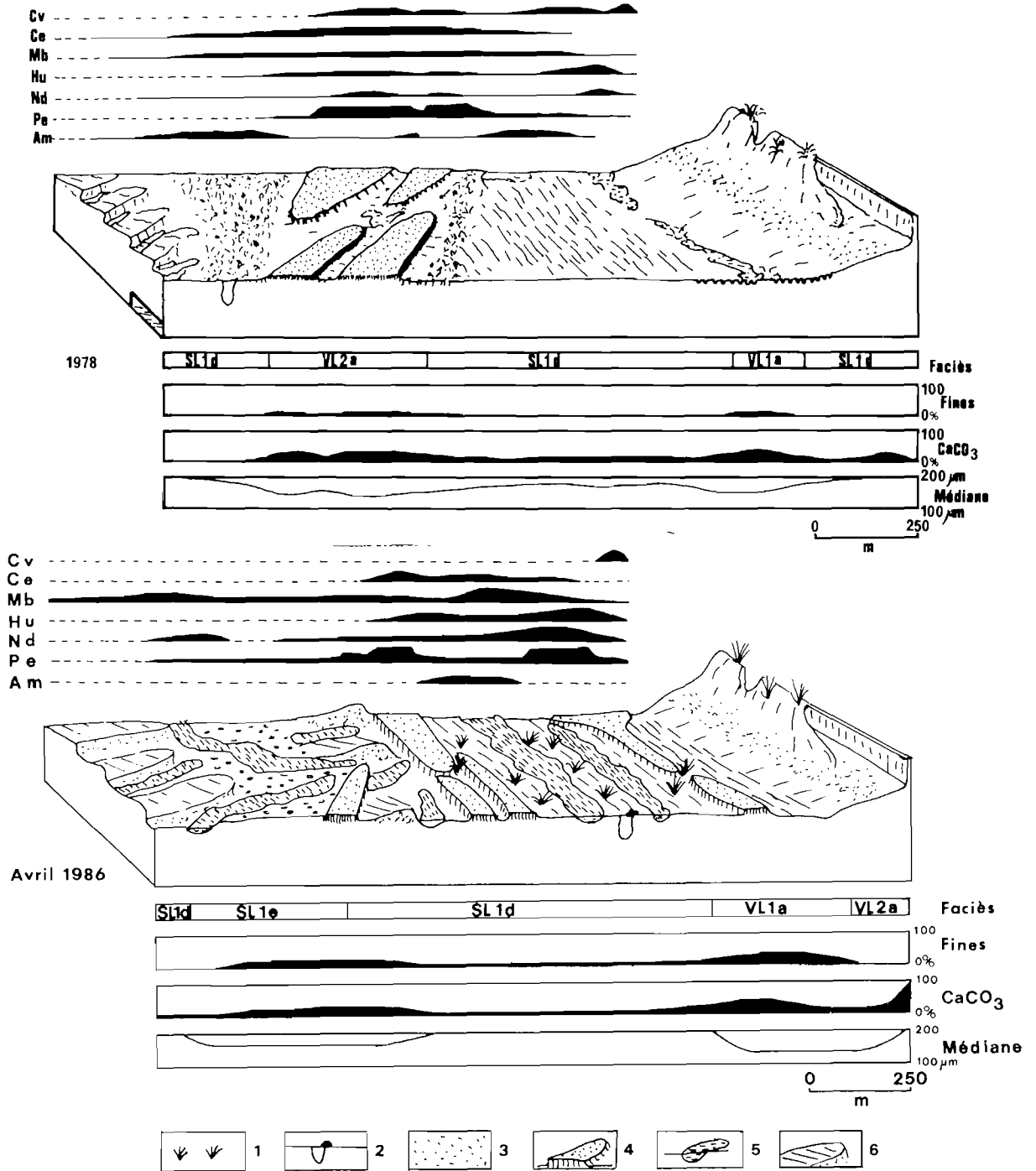


FIG. 5. — Blocs-diagrammes montrant l'évolution des faciès bio-sédimentaires en baie de Somme sur la radiale LC en 1978 et 1986. De haut en bas : densité du benthos au m^2 ; Cv : *Corophium volutator* (densité au m^2 maxi : 200 en 1978, 1 000 en 1986) ; Ce : *Cerastoderma edule* (1 000 et 125) ; Mb : *Macoma balthica* (2 000 et 1 500) ; Hu : *Hydrobia ulvae* (100 000 et 80 000) ; Nd : *Nereis diversicolor* (150 et 2 000) ; Pe : *Pygospio elegans* (1 000 et 80 000) ; Am : *Arenicola marina* (100 et 300). Vue perspective de la radiale LC (cf. fig. 1), 1 : végétation phanérogame ; 2 : *Arenicola marina* ; 3 : corps sableux (haut de plage et corps mobiles) ; 4 : banquettes à *Pygospio elegans* ; 5 : flaques ; 6 : mégarides. Faciès sédimentaires (d'après LARSONNEUR, 1977), adapté par DUPONT, 1981), SL1d : sable lithoclastique fin ; SL1e : sablon lithoclastique ; VL1a : sédiment (sable) litho-vaseux ; VL2a : sédiment (sable) litho-bioclastique vaseux. Teneur en particules fines (%) du sédiment inférieur à $50\mu m$. Teneur en carbonates (% $CaCO_3$ déterminés au calcimètre Bernard). Médiane du sédiment (μm).

Isometric projection showing the biosedimentary time-history on the LC transect in the Bay of Somme in 1978 and 1986.

(DUCROTOY, 1984) à St-Valéry (digues submersibles dont la dernière date de 1969) sont responsables de l'atterrissement des zones situées au nord et à l'ouest de St-Valéry, conformément à leur but initial qui était la recolonisation de ces espaces par le schorre.

Dans le secteur nord, la construction récente de renclôtures (1976) exerce un effet par contre-coup en réduisant les espaces où les sédiments se déposent, en conséquence, avec plus d'intensité.

L'ensablement important des bas et moyens niveaux du secteur La Maye-Le Crotoy repousse les faciès vaseux à *Nereis diversicolor* en face du Crotoy et entraîne une régression des sables vaseux à *Macoma balthica*. Ces derniers ont connu une nouvelle extension en 1985 tant du point de vue des densités (d'une centaine d'individus en 1982 à plusieurs milliers en 1985) que des surfaces occupées. Dans les bas niveaux, l'ensablement a permis l'intrusion d'espèces marines de transition (DUCROTOY *et al.*, 1987) telles que *Haus torius arenarius*, *Eurydice pulchra* et *Nerine cirratulus*.

Les banquettes à *Pygospio elegans* sont remarquables par leur variabilité spatio-temporelle, appréciable même à l'échelle de quelques mois. La tendance générale de 1978 à 1986 est le déplacement de ces banquettes vers des niveaux altimétriques inférieurs, vers le haut d'estran dans certaines zones. En 1986, elles occupent les zones colonisées en 1978 par les gisements de coques. Cependant ce phénomène de déplacement vers le bas se trouve contrarié par l'intrusion marine. Cet affrontement entre ensablement et déplacement des banquettes a coïncidé au cours de notre étude avec la disparition de nombreux gisements de coques.

Malgré les endiguements, le chenal de la Somme rejoint celui du Crotoy plus en amont qu'en 1978 (DESPREZ *et al.*, 1987 a) et a modifié son cours en tendant à reprendre en 1985 son trajet initial par un large méandre devant Le Hourdel. En 1986, ce méandre délaissé a permis l'implantation d'un faciès favorable à la coque.

L'évolution des faciès bio-sédimentaires est illustrée par les blocs diagrammes (fig. 5) qui synthétisent en perspective la répartition des espèces macrobenthiques et les caractéristiques géomorphologiques et sédimentaires de l'estran en 1978 et 1986. *Cerastoderma edule* disparaît pratiquement des bas niveaux ensablés en même temps que s'y raréfient *Arenicola marina* et *Pygospio elegans*. La coque ne subsiste que dans la moitié supérieure de l'estran accompagnée d'espèces estuariennes typiques comme *Hydrobia ulvae* et *Nereis diversicolor* qui ont largement progressé ; cependant la proximité de sédiments fins à *Corophium volutator* et/ou *Corophium arenarium* et surtout des phanérogames halophiles (*Spartina* sp. et *Salicornia* sp.) témoigne de l'élévation altimétrique. *Cerastoderma edule* reste absente des banquettes à *Pygospio elegans* situées en haut de plage.

Discussion-conclusion.

L'étude de l'évolution spatio-temporelle des peuplements et des sédiments ainsi que le suivi de la dynamique des espèces benthiques sur des stations-pilotes a permis de mettre en évidence les grandes lignes des changements survenus en baie de Somme de 1978 à 1986. Ainsi, l'instabilité des faciès bio-sédimentaires, dûe aux caractéristiques hydrodynamiques de cet estuaire macrotidal (DUCROTOY *et al.*, 1986), est en relation avec un ensablement du fond de baie et une intrusion de sables et sablons marins. Ces nouvelles conditions modifient la répartition des espèces macrobenthiques et privilégient indirectement certaines d'entre elles, notamment des polychètes au détriment des bivalves exploités. *Pygospio elegans* semble coloniser rapidement les sablons rapportés, puis par sa présence en forte densité, intervient dans la transformation du substrat. L'espèce constitue alors des banquettes facilement drainées à marée basse, perdant leur eau superficielle et devenant compactes. Dans la baie de Ho (Danemark), SMIDT (1951) a souligné qu'en 1930, à l'occasion d'un effondrement du stock de coques, le ver avait pullulé dans toutes les vasières, sans pour cela que l'auteur puisse établir une relation de cause à effet. En Picardie, on peut supposer que les coques ont été refoulées vers des zones où elles trouvent des conditions de milieu moins favorables et une compétition accrue de la part d'une espèce comme *Macoma balthica* mieux adaptée aux nouvelles conditions. L'effondrement des populations de bivalves (*Cerastoderma edule*, *Scrobicularia plana*, *Mya arenaria*) en synchronisme avec des pullulations de polychètes Capitellidés évoque les résultats d'études menées récemment par d'autres auteurs en Europe (Allemagne : REISE et SCHUBERT 1987 ; Norvège : ROSENBERG *et al.*, 1987). Les chaleurs estivales liées à une eutrophisation du milieu pourraient ainsi avoir eu des conséquences catastrophiques pour certaines espèces alors que d'autres auraient été favorisées. Toutefois, si ces auteurs n'écartent pas l'influence des facteurs climatiques sur les fluctuations d'abondance des espèces, on ne peut cependant interpréter la transformation des faciès (et donc des peuplements benthiques de la baie de Somme)

qu'en recourant à l'intervention de phénomènes plus complexes incluant l'éventualité d'une pollution chimique (MCLUSKY, 1983). Dans l'estuaire picard, ces problèmes ont été abordés par WILSON *et al.*, (1987) qui ont montré l'existence de teneurs élevées en hydrocarbures, en phosphates et en métaux lourds comme le nickel.

La synthèse des données existantes concernant la biologie de *Cerastoderma edule* dans le contexte bio-sédimentaire de la baie de Somme fait l'objet d'un article (DESPREZ *et al.*, 1987 a) où est discuté l'impact des perturbations d'origine climatique, édaphique ou biotique (prédation, par exemple) sur les fluctuations d'abondance de la coquë et la crise de la pêche à pied, en particulier.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier leurs collègues du Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux qui les ont aidés tant sur le terrain qu'au laboratoire. Ils expriment leur gratitude à la Région de Picardie qui a financé une partie des recherches menées depuis 1985 sous la responsabilité de l'IFREMER, dans le cadre du IX^e plan quinquennal à la Station d'Etudes en baie de Somme. Enfin, ils ne sauraient oublier Mlle MILCENDEAU de l'IFREMER qui les a guidés au cours de la rédaction de l'article, ni Mme MAHET et M. HERBET du Laboratoire d'Hydrobiologie (Université de Paris VI) qui ont participé à la réalisation technique du document.

BIBLIOGRAPHIE

- BEUKEMA (J.J.), 1974. — Seasonal changes in the biomass of the macro-benthos of a tidal flat area in the Dutch Wadden Sea. — *Neth. J. Sea Res.*, **8** (8) : 94-107.
- BEUKEMA (J.J.), 1979. — Biomass and species richness of the macrobenthic animals living on a tidal flat area in the Dutch Wadden Sea. — *Neth. J. Sea Res.*, **13** (2) : 203-223.
- DESCHAMPS (D.), 1986. — Le contexte socio-économique de la crise de la pêche à pied en baie de Somme de 1980 à 1985. — Rapp. IFREMER, Boulogne-sur-Mer, 85 p.
- DESPREZ (M.), DUCROTOY (J.P.) et ELKAIM (B.), 1985 (1987 a). — Crise de la production des coques (*Cerastoderma edule*) en baie de Somme. I. Synthèse des connaissances biologiques. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **49** (3 et 4) : 215-230.
- DESPREZ (M.), DUCROTOY (J.P.), ELKAIM (B.), LAFITE (R.) et LEMOINE (M.), 1987 b. — Crise de la production de coques (*Cerastoderma edule*) en baie de Somme : analyse de la reproduction et relations avec l'environnement. — *Haliotis*, **16** (sous presse).
- DESPREZ (M.), DUCROTOY (J.P.) et LEMOINE (M.), 1987 c. — L'exploitation des ressources naturelles de l'estuaire de la Somme : campagne d'évaluation de septembre 1986 - estimation de l'état du stock de coques, évolution biosédimentaire du milieu depuis juin 1985. — Rapp. IFREMER, Boulogne-sur-Mer, 17 p.
- DESPREZ (M.), DUCROTOY (J.P.), SYLVAND (B.), 1986. — Fluctuations naturelles et évolution artificielle des biocénoses macrozoobenthiques intertidales de trois estuaires des côtes françaises de la Manche. — *Hydrobiologia*, **142** : 249-270.
- DORJES (J.), MICHAELIS (H.) et RHODE (B.), 1986. — Long-term studies of macrozoobenthos in intertidal and shallow subtidal habitats near the island of Norderney (East Frisian coast, Germany). — *Hydrobiologia*, **142** : 217-232.
- DUROTOY (J.P.), DESPREZ (M.), ELKAIM (B.) et SYLVAND (B.), 1987. — General methods of study of macrotidal estuaries : the bio-sedimentary approach. — Proceedings of the Symposium on recent advances in marine and estuarine methodologies. — J. MACMANUS Ed., London : Plenum Press (sous presse).
- DUROTOY (J.P.), LAFITE (R.), DUPONT (J.P.) et ELKAIM (B.), 1986. — Essai d'application des notions de confinement au milieu parallèle de la baie de Somme. — *Recherche Océanog.*, **11** (sous presse).
- DUROTOY (J.P.), 1984. — L'exploitation des ressources naturelles de l'estuaire de la Somme : étude bio-sédimentologique. — Rapp. Univ. Picardie, 253 p.
- DUPONT (J.P.), 1975. — Présence de biolithosores à *Pygospio elegans* Claparède (Polychètes sédentaires) dans la baie de Somme. — C.R.A.S. Paris, série D, 280 : 1773-1776.
- 1981. — Relations entre Bios et Phénomènes sédimentaires intertidaux : le modèle de la baie de Somme. — Thèse de 3^e cycle. Univ. Haute-Normandie. 310 p.
- 1983. — Les séquences biosédimentaires de la baie de Somme. — *Actes du Muséum de Rouen*, **3** : 62-102.
- DUPONT (J.P.) et LAFITE (R.), 1985. — Contribution à la compréhension des mécanismes hydrodynamiques et hydrosédimentaires en baie de Somme. — *Actes du Muséum de Rouen*, **7** : 138-154.
- GEHU (J.M.), CARON (B.) et BON (M.), 1976. — Données sur la végétation des prés salés de la baie de Somme. In : GEHU J.M. Ed. « La végétation des vases salées ». — *Colloques phytosociologiques*, J. Cramer, Vaduz. IV : 197-225.
- GRAY (J.S.), PEARSON (T.H.), 1982. — Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. I. Comparative methodology. — *Marine Ecology (Prog. Ser.)*, **9** (2) : 111-119.
- LAFITE (R.), 1986. — Etude sédimentologique de la baie de Somme. — Rapp. IFREMER, Boulogne-sur-Mer, 137 p.
- LARSONNEUR (C.), 1977. — La cartographie des dépôts meubles sur le plateau continental français : méthode mise au point et utilisée en Manche. — *J. Rech. Océanog.*, **2** (2) : 33-39.
- MCLUSKY (D.S.), 1983. — The impact of petrochemical effluent on the fauna of an intertidal estuarine mud-flat. — *Est. Coast. Mar. Sci.*, **14** : 489-499.

- PEARSON (T.) et ROSENBERG (R.), 1978. — Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. — *Oceanog. mar. Biol. ann. Rev.*, **16** : 229-311.
- REISE (K.) et SCHUBERT (A.), 1987. — Macrobenthic turnover in the subtidal Wadden Sea : the Norderaue revisited after 60 years. — *Helgolander Meeresunters*, **41** : 69-82.
- ROSENBERG (R.), GRAY (J.S.), JOSEFSON (A.B.) et PEARSON (T.H.), 1987. — Petersen's stations revisited. II. Is the Oslofjord and eastern Skagerrak enriched? — *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **105** : 219-251.
- SIMON (S.), DESPREZ (M.), DUPONT (J.P.), PELTIER (J.C.) et DUPONT (W.), 1981. — Distribution du macrozoobenthos intertidal de la baie de Somme. — *C.R. Acad. Sci., Paris, série 3*, 292 : 1013-1016.
- SMIDT (E.), 1951. — Animal production of the Danish Wadden Sea. — *Medeleser Komm. Dan. Fisk. Havund.*, **11** (6) : 151.
- SYLVAND (B.), ELKAIM (B.), DESPREZ (M.), DUCROTOY (J.P.), DUPONT (J.P.) et LAFITE (R.), 1987. — Appréciation de la qualité biologique et de la dynamique d'estuaires macrotidaux en Manche - Exemples de gestion. — *Cahiers de l'A.F.I.E.* (sous presse).
- WILSON (J.G.), DUCROTOY (J.P.), DESPREZ (M.) et ELKAIM (B.), 1987. — Application d'indices de qualité écologique des estuaires en Manche Centrale et Orientale : comparaison de la Seine et de la Somme. — *Vie et Milieu*, **37** (1) : 1-11.

Manuscrit soumis le 2-10-1987, accepté le 20-11-1987.

REVUE DES TRAVAUX



DE L'INSTITUT DES PÊCHES MARITIMES