

## Chapitre VI

### Inventaire et zonation des organismes sur les brise-lames de la côte belge

par

C. van der BEN, D. van der BEN, J. van GOETHEM et M.H. DARO

#### 1.- Introduction

En 1969 et 1970 l'un de nous (Daro) publiait une étude écologique générale d'un brise-lames de la région de Knokke (Belgique). Quelques années auparavant, Lefevere (1965) avait déjà fait paraître un bref article sur le recouvrement biogène des substrats durs le long de la côte belge.

Ce genre de travaux prend de plus en plus d'importance à l'heure actuelle. En effet, il existe de nombreux projets pour construire à la côte belge des centrales nucléaires, des stations de dessalement de l'eau de mer, une île artificielle, etc.; ces travaux risquent de perturber gravement les milieux côtiers naturels. L'établissement d'un inventaire qualitatif et quantitatif prend ainsi un intérêt accru.

Pour cette raison, il nous a paru intéressant de reprendre les deux études citées, de les compléter dans la mesure du possible et de les mettre à jour, ceci d'abord pour essayer d'établir une définition plus complète et précise des zones et ceintures reconnues, en combinant les données zoologiques antérieures avec les renseignements algologiques et malacologiques réunis par le présent travail. La zonation que nous proposerons est surtout basée sur le niveau occupé par les organismes

macroscopiques fixés (algues, *Mytilus*, Cirripèdes); malgré cela, elle ne doit pas être considérée comme immuable; certaines zones subissent des modifications parfois importantes au cours des saisons.

D'autre part, une description aussi complète que possible de la zonation des populations sur les brise-lames belges devait servir de base à des études ultérieures concernant la contamination éventuelle de ces milieux par les métaux lourds et les pesticides, et sur le fonctionnement de l'écosystème considéré.

Cette étude a été réalisée avec l'aide technique de M. DESIRANT, A. LIEVROUW et D. SLEEUWAGEN.

## 2.- Le milieu

### 2.1.- Les trois brise-lames étudiés

i) le brise-lames de Knokke est situé non loin de la frontière des Pays-Bas et présente une surface d'un hectare environ. Daro (1969) en donne une description détaillée. Il porte des populations animales et végétales beaucoup plus riches que les deux autres.

ii) Le brise-lames de Raversijde se trouve à 4 km au sud-ouest d'Oostende. Il est presque aussi long que le précédent (300 m) mais beaucoup plus étroit (10 m) et présente donc une surface beaucoup plus réduite.

iii) Le brise-lames de Nieuwpoort constitue en fait une des deux jetées qui longent et protègent l'entrée du port. Il est fortement bombé. Sa face exposée au sud-ouest plonge vers l'intérieur du chenal du port et n'a pas été étudiée. Ses dimensions sont les suivantes : longueur totale 466 m ; largeur (du sommet jusqu'à la base côté nord-est) 4 m . La surface du flanc nord-est est donc d'environ 2100 m<sup>2</sup> .

Chacun des trois brise-lames étudiés s'étend dans les quatre étages du milieu côtier : l'extrémité supérieure pénètre dans l'étage subterrestre jamais atteint par les marées (même de vives eaux); ensuite, vient une bande étroite se trouvant dans l'étage supralittoral (l'étage des vagues et des embruns, atteint exceptionnellement par les marées les



plus fortes de vives eaux); puis, la plus grande partie des brise-lames couvre la totalité de l'étage eulittoral (l'étage soumis au balancement des marées, appelé aussi médilittoral, littoral ou intertidal); enfin, l'extrémité inférieure se trouve dans le haut de l'étage infralittoral (l'étage toujours immergé appelé aussi sublittoral).

## 2.2.- Les facteurs physiques

### a) Courants

Les courants de marée sont parallèles à la côte et se dirigent alternativement vers le sud-ouest et le nord-est; la résultante ou courant de dérive coule vers le nord-est, avec des perturbations au voisinage de l'estuaire de l'Escaut. A cause de ce courant et des *vents dominants* de sud-ouest, le flanc ouest est plus battu que le flanc est (sauf à Nieuwpoort où la jetée sud-ouest protège celle que nous avons étudiée). Les populations qui colonisent les brise-lames sont sensibles à ce facteur et se développent mieux sur les flancs exposés au nord-est.

### b) Température

La pente longitudinale des brise-lames est faible; elle correspond à celle de la plage qui est de l'ordre de 2 %. La faune et la flore de ces ouvrages sont très exposées, pendant les périodes d'émergence, aux vents et au rayonnement solaire. Elles subissent d'importantes variations de température, surtout dans les hauts niveaux où la dessiccation est de longue durée et peut devenir quasi totale en été. D'autre part, pendant les hivers rigoureux, l'action abrasive de la *glace* peut être considérée comme un facteur important lié à la température.

### c) Marées

Sur la côte belge, l'amplitude des marées varie, en moyenne, d'environ 2,7 m pour les marées de mortes eaux à environ 4,6 m pour les marées de vives eaux. C'est de toute évidence le facteur le plus important du milieu considéré, responsable, entre autres, des fortes variations de la température et des chutes brutales de la *salinité* lors de fortes pluies en période de marée basse.

d) Turbidité

Les eaux qui baignent les brise-lames sont peu transparentes; en plus du plancton, elles charrient de grandes quantités de vase et de débris organiques ou même, lors des tempêtes, de sable. Elles exercent donc une action abrasive certaine, action que le vent chargé de sable sec peut continuer pendant les marées basses. A cause de la forte turbidité, la plus grande partie des brise-lames se trouve, à marée haute, en-dessous du point de compensation; la photosynthèse des algues se fait principalement pendant les périodes d'émersion.

Ces quelques remarques concernant le milieu physique permettent de conclure que d'une façon générale, les populations étudiées sont souvent soumises à des conditions extrêmes.

2.3.- Quelques données chimiques

Des dosages de phosphates, nitrates et nitrites ont été effectués, dans les eaux qui baignent les brise-lames, en 1971-1972 par l'équipe du professeur Elskens (Vrije Universiteit Brussel) que nous remercions vivement. Les résultats permettent de faire les remarques suivantes :

i) la quantité de *nitrites* était, en moyenne, inférieure à 50 µg N/l et n'a que peu varié au cours des saisons;

ii) à Nieuwpoort et Raversijde, les *phosphates* et les *nitrates* ont présenté une concentration minimum en mai-juin, suivie d'une remontée assez brutale en juillet-août; à Knokke, ce déroulement était fortement perturbé;

iii) les moyennes obtenues sont les suivantes (en µg N/l et en µg P/l , tableau 1;

Tableau 1

	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub>
Nieuwpoort	43	354	444
Raversijde	23	238	312
Knokke	49	663	170



iv) le rapport nitrates/phosphates est de 0,8 à Nieuwpoort et à Raversijde, et de 3,9 à Knokke.

### 3.- La zonation à Knokke (fig. 1)

C'est sur le brise-lames de Knokke que la zonation est la plus complète; il est possible d'y distinguer huit zones.

#### 3.1.- Etage subterrestre

Cet étage n'est jamais atteint par les marées, même de vives-eaux, mais subit l'action des embruns par mauvais temps. Une seule zone :

##### Zone (1) à lichens

Elle est caractérisée par la présence de deux lichens, *Xanthoria parietina* et *Caloplaca marina*; ces deux espèces ne couvrent ensemble que 3 à 4 % de la surface disponible. Daro (1969) signale que dans les joints entre les pierres du brise-lames et de la digue qui lui fait suite s'accumulent de petits amas de sable et de poussière qui abritent un petit Oligochète balnéaire : *Enchytraeus albidus*. D'autre part, c'est dans la partie inférieure de cette zone que l'on trouve le crustacé Iso-pode *Ligia oceanica*. Cette zone correspond à la "Caloplaca-formation" signalée au Pays-Bas par Den Hartog (1959).

#### 3.2.- Etage supralittoral

Cet étage de faible étendue est atteint exceptionnellement par les plus fortes marées de vives eaux. Il subit fortement l'action des vagues et des embruns, même par temps assez calme. Deux zones :

##### 3.2.1.- Zone (2) à *Prasiola stipitata*

L'écologie de *Prasiola stipitata* a fait l'objet de nombreuses remarques. Cette espèce pourrait coloniser, sur les côtes très exposées, des rochers situés à 25 m au-dessus du niveau de la mer [Kornmann et

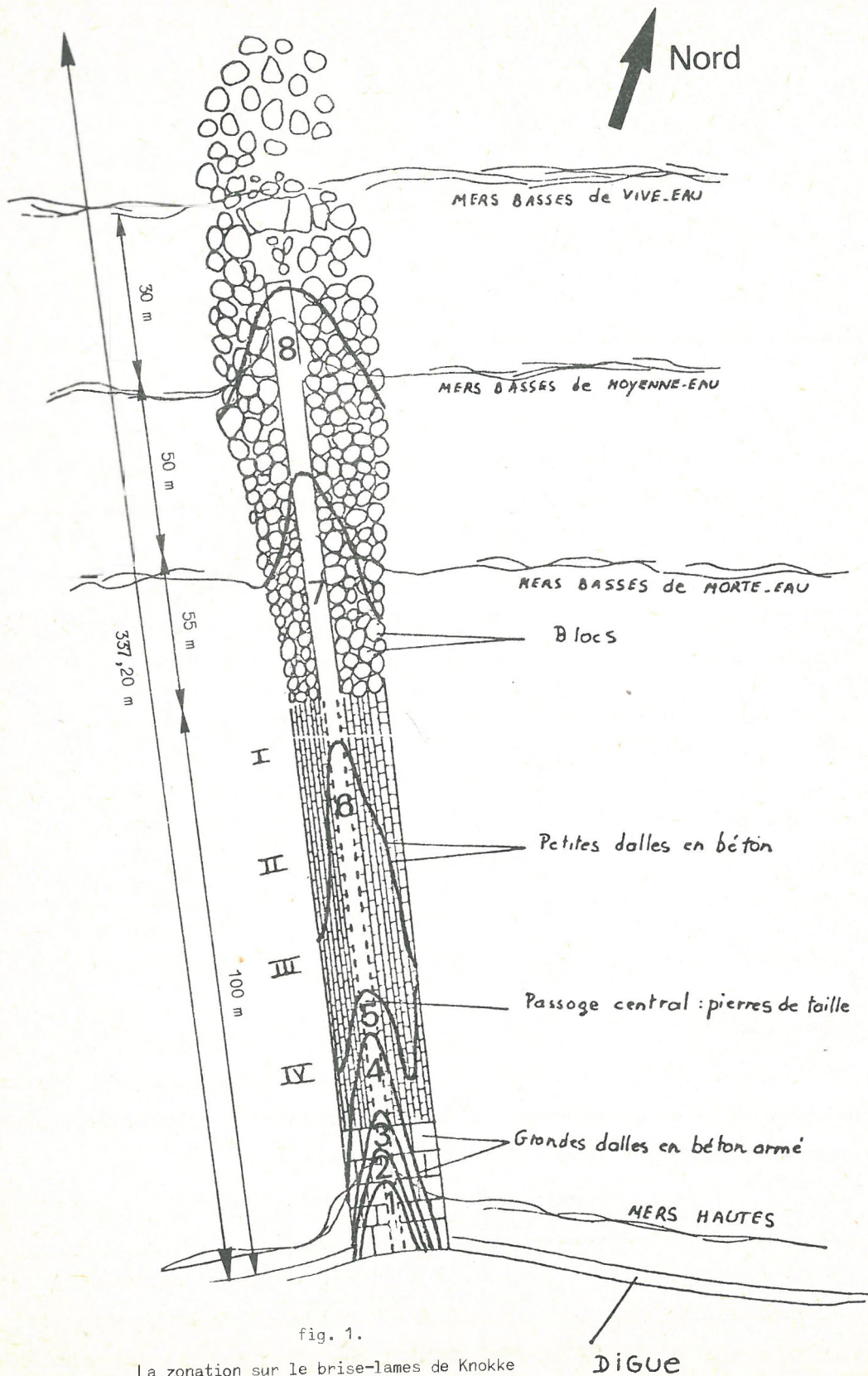


fig. 1.

La zonation sur le brise-lames de Knokke

Digue



Sahling (1974)]; d'autre part, elle peut pénétrer profondément dans les estuaires, que ceux-ci soient pollués ou non [Edwards (1972)]. Sur la côte belge, elle se comporte comme une espèce saisonnière surtout fréquente au printemps et que l'on peut récolter aussi bien en milieu battu sur les brise-lames qu'en mode calme à l'intérieur des ports de pêche. Sa préférence pour les milieux riches en azote n'a pas été vérifiées. Selon l'étude de Kormmann et Sahling déjà cité, plusieurs espèces pourraient être réunies sous le nom de *Prasiola stipitata*.

A Knokke, *Prasiola* forme, sur la digue surtout, une ceinture très étroite (quelques centimètres) et très verte où l'espèce se développe en formation très serrée. Elle y est souvent seule. Parfois cependant, d'autres espèces se rencontrent dans cette zone, soit trois *Ulothrix* (*U. flacca*, *U. pseudoflacca*, *U. Subflaccida*) et *Urospora wormskjoldii*. Nous avons là un exemple de quatre algues, très proches sur le plan systématique et morphologique, occupant la même niche écologique, ce qui ne se produirait jamais en écologie terrestre. Cette "niche" est d'ailleurs très grande; ces quatre espèces montrent toutes la même indifférence pour l'agitation de l'eau; elles peuvent former des revêtements importants sur les rochers très battus du Cap Gris-Nez (Pas de Calais, France), mais pénètrent aussi dans les estuaires [Edwards (1972)]. Elles auraient donc un comportement écologique très proche de celui de *Prasiola stipitata*. Den Hartog (1959) les considère cependant comme des immigrants venus d'une zone plus bas.

### 3.2.2.- Zone (3) à *Gloeocapsa crepidinum*

Rappelons d'abord que *Gloeocapsa crepidinum* BORN. et THUR. a été placé, par Drouet et Daily (1956), dans l'ensemble taxonomique beaucoup plus vaste que ces auteurs décrivent sous le nom d'*Entophysalis deusta* (MENEUGH.) DR. et D.

Cette espèce forme un fin revêtement, souvent continu et presque noir, qui s'étale sur une hauteur de 5 - 30 cm. Elle peut pénétrer dans la zone précédente et dans la suivante, qui fait partie de l'étage eulittoral.

### 3.3.- Etage eulittoral

C'est l'étage — appelé encore médiolittoral, littoral ou intertidal — soumis au balancement des marées. Cinq zones :

#### 3.3.1.- Zone (4) à *Blidingia minima*

Sur les brise-lames de la côte belge, la zone supérieure de l'étage eulittoral est caractérisée par l'abondance de *Blidingia minima*; sur ces ouvrages, dont la pente longitudinale est d'environ 2 %, cette zone présente une largeur de 50 cm à 1 m. On la considère généralement comme une végétation pionnière qui, dans des conditions moins défavorables, serait remplacée par des Fucacées (*Pelvetia canaliculata*). Il est possible d'y distinguer deux ceintures, la supérieure où *Blidingia minima* est la seule espèce dominante (et souvent la seule espèce macroscopique présente), et l'inférieure où *Porphyra umbilicalis* joue un rôle important. Cette dernière espèce adopte une forme trapue et dressée, ce qui l'expose régulièrement à une dessiccation quasi totale (la période d'émer-sion de cette zone est de plus de 11 h à chaque marée). Ceci ne l'empêche nullement de prospérer.

Vers le bas de la zone considérée, *Enteromorpha compressa* fait son apparition. Den Hartog (1959) signale qu'aux Pays-Bas, *Ulothrix flacca* est abondant dans cette zone; nous ne l'y avons rencontré que rarement, pendant de courtes périodes à la fin de l'hiver ou au début du printemps.

Pour ce qui est des Diatomées, les hauts niveaux du brise-lames sont caractérisés par *Nitzschia lanceolata* SM. var. *minor* V.H., qu'on trouve associé avec *Achnanthes parvula* KUETZ. et des Cyanophycées Oscillatoriaceae, dans les cuvettes d'eau résiduelle. Il est assez fréquent de rencontrer aussi dans ces cuvettes quelques cellules isolées de *Navicula* (*Schizonema*) *grevillei* AG. var. *comoides* AG. Les *Blidingia* peuvent être épiphytées par *Achnanthes parvula* KUETZ. et même par *Achnanthes brevipes* AG. et *Achnanthes subsessilis* KUETZ.

En ce qui concerne la faune, des Halacariens — restés indéterminés — y ont été fréquemment rencontrés.



### 3.3.2.- Zone (5) à *Fucus spiralis*

La végétation à *Fucus spiralis* est bien connue et couvre des étendues considérables sur les côtes françaises, britanniques, norvégiennes, etc. Sur le brise-lames de Knokke, elle se développe assez vigoureusement sur le flanc exposé à l'est; sur le flanc ouest, plus battu, les *Fucus* sont plus petits et un peu plus clairsemés.

Un Gastéropode amphibie, *Littorina littorea*, est fréquent dans cette zone, et devient même très abondant vers le bas, ainsi que dans la zone suivante. Une espèce voisine plus petite, *L. saxatilis*, se rencontre de temps en temps.

En sous-strate se développent surtout les balanes (qui dominent dans la zone suivante); il s'agit surtout de *Balanus balanoides*, avec quelques *Elminius modestus*, qui recouvrent ensemble de 60 - 80 % de la surface disponible. Comme autres algues, on trouve dans le haut de la zone *Enteromorpha compressa*; plus bas, c'est *Ulva lactuca* qui joue un certain rôle, avec un recouvrement moyen de l'ordre de 10 %. Dans le bas de la zone, les premières moules font leur apparition.

Il faut signaler encore la présence d'une troisième espèce de Gastéropode, *Nucella lapillus* qui, en août 1972, a été trouvé en petit nombre (quelques spécimens adultes, isolés ou par deux).

*Fucus*, *Ulva* (ainsi que *Porphyra*) sont des algues peu épiphytées. *Enteromorpha compressa* porte au contraire de nombreuses Diatomées dont les plus caractéristiques sont les trois *Achnanthes* déjà cités (*A. parvula* KUETZ., *A. brevipes* AG. et *A. subsessilis* KUETZ.), qui tous trois ne semblent pas s'étendre beaucoup en-dessous de la zone à *Fucus*.

On trouve aussi sur *Enteromorpha compressa* différentes variétés de *Synedra affinis* KUETZ., et des *Licmophora* qu'on retrouve bien représentés dans la zone à moules (voir plus loin).

On peut également trouver en épiphytes ou fixés directement sur le brise-lames *Navicula* (*Schizonema*) *ramosissima* AG. et, en hiver surtout, *Navicula* (*Schizonema*) *grevillei* AG. Ce dernier régresse au prin-

temps vers les bas niveaux et ne persiste guère dans cette zone qu'à travers quelques éléments de sa var. *comoides* AG.

### 3.3.3.- Zone (6) à *Balanus balanoides* et *Ulva lactuca*

Au sens strict du terme, il n'est pas possible de parler de zone à Balanes et à Ulves; *Balanus balanoides* est abondant dans la zone (5) à *Fucus spiralis* et pénètre même dans la zone (4) à *Blidingia*; l'espèce joue aussi un rôle important dans la zone (7) à moules. *Ulva lactuca* débordé largement dans la zone à *Fucus* et dans le haut de la zone à moules.

Cependant, il existe une zone très étendue où les balanes (*B. balanoides* surtout, avec un peu d'*Elminius modestus*) et les Ulves constituent pour ainsi dire les seules espèces macroscopiques fixées ou sédentaires présentes; à peine y rencontre-t-on quelques jeunes *Fucus spiralis* ou, dans les joints entre les dalles, quelques moules. Le grand absent, ici, c'est *Fucus vesiculosus* qui, sur les côtes rocheuses du Pas de Calais par exemple, caractérise la zone en question.

Par contre, *Littorina littorea* est très abondant, surtout dans les joints des petites dalles (à certains endroits plus de 500 individus/m<sup>2</sup>). La hauteur de la coquille des plus grands spécimens est de l'ordre de 15 à 18 mm (août 1972) alors que la hauteur maximale connue est de 36 mm (activité de ramasseurs de bigorneaux?). *Littorina saxatilis* est beaucoup plus rare. Les jeunes de ces deux espèces de Littorines se trouvent fréquemment dans ou entre les squelettes de balanes mortes. En 1969, Daro signalait aussi la forme *jugosa* de *L. saxatilis*. Aujourd'hui nous pensons qu'il s'agissait plutôt de très jeunes spécimens ( $\pm 3$  mm) de *L. littorea*, possédant un apex aigu et des rebords spiralés très prononcés.

D'autre part, *Nucella lapillus* semble être le plus abondant dans cette zone; les spécimens se disposent par petits groupes ou par deux.

Les principales Diatomées colonisant cette zone sont celles de type *Schizonema* déjà citées dans la zone à *Fucus spiralis*.

Il est possible de distinguer deux ceintures dans cette zone; elles ont apparemment la même faune malacologique :



a) Vers le haut de la zone, une petite surface en forme de pointe de flèche (très visible sur les photos) ne porte pas d'algues pluricellulaires. Les dimensions de cette surface varient avec les saisons, et même, sans doute avec les années; son étendue était beaucoup plus considérable ( $\pm 325 \text{ m}^2$ ) en 1969 qu'actuellement. Comme faune accessoire, Daro signalait en 1969 de petits Halacariens rouges (indéterminés), et des larves de la Chironomide *Smittia thalassophilia*, ainsi que quelques moules vivant surtout dans les joints entre les dalles.

b) Tout le reste de la zone considérée est caractérisé par l'abondance d'*Ulva lactuca* se développant toujours sur les carapaces des balanes. La faune accessoire y est plus riche que dans la ceinture précédente; en plus des espèces déjà citées sous (a), Daro (1969) signale la présence d'un Halacarien appartenant au genre *Rhombognathus* et d'un Crustacé Amphipode Talitridae *Hyale nilsonni*. Les moules deviennent plus abondantes.

Cette zone est la dernière se trouvant au-dessus de la ligne de mi-marée. La durée d'émersion à chaque cycle de marée y est en moyenne d'environ 8 heures pour la ceinture (6a) et d'environ 7 heures pour la ceinture (6b).

#### 3.3.4.- Zone (7) à moules

Comme la précédente, cette zone couvre une partie importante du brise-lames (fig. 1). Elle porte aussi la plus grande quantité de matière vivante par unité de surface. Le niveau de la mi-marée (*Mean sea level*) passe dans le haut de cette zone.

Les moules y couvrent presque toutes les surfaces disponibles. Il est possible d'y distinguer trois ceintures : la supérieure, où *Ulva lactuca* est encore abondant, la moyenne, presque dépourvue d'algues macroscopiques, et l'inférieure où *Enteromorpha intestinalis* joue un rôle assez important.

a) Les populations de la ceinture supérieure sont encore très proches de celles de la ceinture précédente (6b), tant par la présence d'*Ulva lactuca* que par la faune associée : *Rhombognathus* sp., *Hyale nilsonni*,

*Smittia thalassophila*, *Littorina littorea*, *Nucella lapillus*, espèces auxquelles il faut ajouter pour cette zone-ci [Daro (1969)], *Spio filicornis*, *Carcinus maenas*, l'Isopode *Jaera marina* et, bien entendu, *Balanus balanoides*, abondant, ainsi qu'*Elminius modestus*, plus clairsemé. Parmi les algues autres que les Ulves, on peut citer deux Entéromorphes, *E. prolifera* (5 %) et *E. intestinalis* (recouvrement de 1 - 2 %), ainsi qu'un *Porphyra* à grandes lames non frisées qui n'a pu être déterminé. Cette ceinture (7a) et la précédente (6b) correspondent ensemble à la "Ulva-sociation" de Den Hartog (1959). Nous avons renoncé — non sans hésitation — à cette "zone à Ulva" par suite des variations saisonnières parfois importantes qui affectent la surface occupée par *Ulva lactuca*.

b) La ceinture moyenne n'est caractérisée que par l'absence quasi totale des algues pluricellulaires, à l'exception de quelques *Enteromorpha intestinalis*. La faune interstitielle et superficielle est semblable à celle de la ceinture précédente. Cependant, c'est dans cette zone, mais uniquement sur le flanc oriental du brise-lames, que se développe un faciès particulier caractérisé par la présence de deux Algues rouges, *Polysiphonia nigrescens* et *Ceramium deslongchampsii*. A part l'abondance de ces deux algues, ce faciès ne diffère en rien du reste de cette ceinture moyenne.

c) Enfin, la ceinture inférieure est limitée dans le bas par le niveau moyen des marées basses de mortes eaux. Elle peut être caractérisée par l'abondance d'*Enteromorpha intestinalis*. La faune interstitielle est identique à celle des deux ceintures précédentes; dans la faune, la différence se marque plutôt par l'abondance des prédateurs des moules : Etoiles de mer (*Asterias rubens*), Anémones (*Actinia equina*) et Pourpres (*Nucella lapillus*). Cependant, *Littorina littorea* et *Nucella lapillus* ne sont représentés que dans la partie supérieure de cette zone.

La zone à moules est riche en Diatomées : sur les pierres, on trouve de nombreuses formes de Schizonema présentes en toute saison : *Berkeleya rutilans* TRENT., *Navicula grevillei* AG., *Navicula grevillei* AG. var. *comoides* AG., *Navicula ramosissima* AG. Les Diatomées non coloniales y sont bien représentées aussi. On peut citer *Navicula ammophila*



GRUN., *Navicula britannica* HUST. et al., *Navicula cineta* EHR., *Nitzschia angularis* SM., *Cocconeis scutellum* EHR. var. *parva* GRUN.

Les épiphytes obligatoires les plus fréquents sont : *Grammatophora marina* KUETZ., *Grammatophora oceanica* EHR., *Licmophora* sp., *Rhabdonema arcuatum* (LYNGB.) KUETZ., *Synedra barbatula* KUETZ. On trouve aussi plus accidentellement certains épiphytes facultatifs comme *Melosira nummuloides* BORY, *Odontella aurita* (LYNGB.) AG., *Cocconeis scutellum* EHR. var. *parva* GRUN (cette dernière espèce a été observée sur la paroi des cellules pericentrales de *Polysiphonia nigrescens*), *Amphora coffeaeformis* GREG. et *Amphora exigua* GREG. (vivent volontiers autour des filaments de Diatomées de type *Schizonema*), *Nitzschia lanceolata* var. *minima* (peut coloniser l'intérieur des filaments de *Schizonema*).

### 3.3.5.- Zone (8) à Tubulaires

La zone à *Tubularia larynx* est pratiquement dépourvue de végétation macroscopique, à l'exception, dans le haut, d'un peu d'*Enteromorpha intestinalis* et d'un petit *Porphyra* resté indéterminé. Daro (1969), (1970) y a distingué trois ceintures :

a) La ceinture à *Polydora ciliata*. Remarquons que ces derniers temps, les Polydores prennent beaucoup d'extension; à certains moments de l'année, la boue à Polydores recouvre tout jusqu'au niveau de la mi-marée.

b) La ceinture à *Balanus crenatus*.

c) La ceinture à *Metridium senile*.

Dans ces trois ceintures, la faune associée aux Tubulaires est considérable; sa description figure dans les travaux de Daro (1969), (1970).

### 3.4.- Etage infralittoral

Les derniers 40 m du brise-lames sont toujours immergés; par suite du ressac et de l'absence de visibilité, cette partie n'a pas pu être étudiée.

#### 4.- La zonation à Raversijde

Des trois brise-lames étudiés, celui de Raversijde est de loin le plus pauvre; il est colonisé par un petit nombre d'organismes dont certains restent de petite taille. La zonation s'y trouve considérablement simplifiée :

##### Zones 1, 2 et 3

Aux niveaux qui correspondent à ces trois zones on ne trouve (pour ainsi dire) pas d'organismes.

##### Zone 4

Les deux ceintures a et b de la zone à *Blidingia* sont confondues. Les seules espèces macroscopiques présentes sont *Porphyra umbilicalis* et *Blidingia minima* avec, vers le bas, l'apparition des Balanes.

##### Zone 5

La zone à *Fucus spiralis* est remplacée par une simple ceinture à *Enteromorpha compressa*, espèce qui peut être considérée comme pionnière [Den Hartog (1959)], se développant vigoureusement là où les Fucacées ne parviennent pas à s'installer. Quelques *Fucus spiralis* germent dans cette ceinture mais ne dépassent jamais le stade de plantules. *Littorina littorea* est très abondant. Les Balanes sont souvent présentes.

##### Zone 6

La zone à Balanes occupe une surface importante. Les Balanes s'y développent avec vigueur; les *Ulva lactuca*, par contre, restent très petits. Ici encore, *Littorina littorea* est très abondant. *Littorina saxatilis* est beaucoup plus rare et généralement représenté par des spécimens jeunes se trouvant, en mélange avec de nombreux jeunes de *L. littorea*, dans ou parmi les squelettes vides de Balanes.

##### Zone 7

Même la zone à moules est moins développée qu'ailleurs. L'espèce dominante ne couvre en moyenne que 25 % de la surface disponible (de 80 à 90 % dans les joints entre les dalles). Les Balanes, souvent installées sur les moules, couvrent une surface ne dépassant pas 5 %.



Les trois ceintures décrites à Knokke se retrouvent plus ou moins ici, avec la présence d'*Ulva lactuca* (max. 1 %) et de *Littorina littorea* dans le haut (ce dernier abondant), et d'*Enteromorpha intestinalis* (1 - 2 %) dans le bas. La partie la plus battue de la zone à moules abrite quelquefois des populations abondantes mais temporaires de Diatomées à caractère planctonique, comme *Achnanthes groenlandica* CLEVE (janvier et mars 1972) et *Pleurosigma* sp. (mai-juillet 1972).

#### Zone 8

Signalons, dans la ceinture inférieure à *Metridium senile* de la zone à *Tubularia larynx* (niveau marée basse : + 5) la récolte d'un exemplaire du Mollusque nudibranche *Aeolidia papillosa*.

#### 5.- La zonation à Nieuwpoort

Pour ce qui est de la richesse de la flore et de la faune, le brise-lames de Nieuwpoort est intermédiaire entre celui de Raversijde et celui de Knokke. Comme à Raversijde, les trois zones de l'étage subterrestre et du supralittoral ne sont le plus souvent représentées par aucun organisme. Au printemps cependant (mois de mars) on assiste parfois au développement rapide mais fugace tantôt de *Prasiola stipitata*, tantôt des Algues vertes filamenteuses : les trois *Ulothrix* (*U. flacca*, *U. pseudoflacca*, *U. subflaccida*) et *Urospora wormskjoldii*.

Dans l'étage eulittoral, par contre, la zonation est bien développée, et toutes les zones et ceintures décrites à Knokke se retrouvent ici (à l'exception du faciès à Algues rouges dans la ceinture 7b de la zone à moules). Quelques remarques.

Seul le flanc exposé au nord-est de ce brise-lames a été étudié, l'autre étant soumis à des conditions très particulières (chenal du port). *Fucus spiralis* y est peu développé alors qu'il est très abondant et vigoureux sur le flanc sud-ouest. *Littorina littorea* est très abondant dans la zone à *Fucus* et dans la zone à Balanes, ainsi que dans la

ceinture supérieure de la zone à moules (vers le bas, cette espèce a donc la même limite inférieure que les Ulves). *Littorina saxatilis* est peu fréquent et n'a été trouvé que dans la zone 6 à Balanes.

La zone à *Mytilus* est très développée, malgré le fait que le public vient y récolter fréquemment des quantités parfois importantes de moules. Ici encore, la partie la plus battue abrite quelquefois des populations abondantes mais temporaires de Diatomées à caractère planctonique (exemple : *Chaetoceros armatum* WEST en août 1971-1972).

La boue à *Polydora* se montre souvent envahissante et peut atteindre la ceinture 7a à *Ulva lactuca*; elle peut recouvrir jusqu'à 40 % de la surface de la zone à moules.

Signalons pour terminer la récolte d'un exemplaire de *Lamellidorsalis bilamellata* dans la zone 8 à *Tubularia larynx* (niveau marée basse : + 6).

## 6.- Résumé et conclusions

Dans le but de faire un inventaire un peu détaillé de la flore et de la faune des brise-lames de la côte belge, nous avons repris le travail de zoologie générale de l'un d'entre nous [Daro (1969), (1970)] et avons essayé de le compléter par des renseignements algologiques et malacologiques. La zonation proposée diffère un peu de la précédente; elle est basée sur les organismes fixés les moins sujets aux variations saisonnières.

La flore et la faune de ces milieux sont pauvres. La zonation la plus complète a été trouvée à Knokke, où huit zones ont été distinguées. Du haut vers le bas on peut observer (fig. 1) :

### 6.1.- Étage subterrestre

Cette étage n'est jamais atteint par les marées, mêmes de vives eaux. Soumis aux embruns et parfois aux vagues à marée haute. Une seule zone :



#### Zone 1 à Lichens

- flore : deux lichens, *Xanthoria parietina* et *Caloplaca marina*, couvrent ensemble 3 - 4 % de la surface disponible;

- faune : *Enchytraeus albidus* et *Ligia oceanica*.

#### 6.2.- Etage supralittoral

Cette étage est atteint de temps en temps par les plus fortes marées de vives eaux. Soumis à chaque marée haute aux vagues et aux embruns. Deux zones :

##### Zone 2 à *Prasiola stipitata*

Il s'agit d'une végétation printanière. *Prasiola* est parfois accompagné de trois *Ulothrix* (*U. Flacca*, *U. pseudoflacca* et *U. subflaccida*) et d'un *Urospora* (*U. wormskjoldii*).

##### Zone 3 à *Gloeocapsa crepidinum*

L'Algue bleue *Gloeocapsa crepidinum* forme un fin revêtement continu et presque noir. Elle peut pénétrer dans la zone précédente et dans la suivante (qui fait partie de l'étage eulittoral).

Signalons l'absence du lichen *Verrucaria maura*.

#### 6.3.- Etage eulittoral

Cette étage est soumise au balancement des marées. Cinq zones, dont trois au-dessus de la ligne de mi-marée et deux en-dessous.

##### Zone 4 à *Blidingia minima*

Deux ceintures : 4a où *Blidingia* est la seule espèce dominante et 4b où *Porphyra umbilicalis* joue (avec *Blidingia*) un rôle important.

Les cuvettes de cette zone abritent une flore caractéristique de Diatomées avec comme espèces les plus fréquentes *Nitzschia lanceolata* var. *minor* et *Achnanthes parvula*; cette dernière se développe aussi comme épiphyte sur les *Blidingia*.

La durée moyenne d'émersion à chaque cycle de marée est d'environ 11 h 30 pour la ceinture 4a et d'environ 11 h pour la ceinture 4b.

#### Zone 5 à *Fucus spiralis*

Cette végétation est bien connue sur les côtes rocheuses des pays environnants. A Knokke, les espèces dominantes sont :

- Algues macroscopiques : *Fucus spiralis* et *Enteromorpha compressa*
- Diatomées : a) Epiphytes sur Entéromorphes, *Achnanthes parvula* et *Synedra affinis*; b) Type Schizonema (sur pierres ou épiphytes), *Navicula ramosissima*, *Navicula grevillei*.

- Faune : *Littorina littorea* (abondant), *Balanus balanoides* (assez abondant), *Elminius modestus* (plus rare), *Littorina saxatilis* (idem) etc. Durée moyenne de la période d'émersion : environ 10 h.

#### Zone 6 à *Balanus balanoides* et *Ulva lactuca*

D'abord deux absents : l'Algue brune *Fucus vesiculosus* et la Diatomée *Achnanthes longipes* sont fréquents, à ce niveau, sur les côtes rocheuses des pays voisins.

Principales espèces à Knokke : *Balanus balanoides*, *Ulva lactuca*, *Littorina littorea*, *Nucella lapillus*. On peut encore citer : *Elminius modestus*, *Littorina saxatilis*, larves de *Smittia thalassophila*, *Mytilus edulis* (surtout vers le bas).

On peut distinguer deux ceintures : la supérieure 6a sans *Ulva* et l'inférieure avec *Ulva* (plus un Halacarien *Rhombognathus* sp. et un Amphipode *Hyale nilsonni*. Les deux ceintures possèdent la même faune malacologique et la même flore de Diatomées.

Durée moyenne d'émersion : environ 8 h pour 6a et 7 h pour 6b.

#### Zone 7 à *Mytilus edulis*

La ligne de mi-marée passe dans le haut de cette zone à moules. Le principal absent est ici *Fucus serratus*. Trois ceintures :

- 7a : Présence d'*Ulva lactuca*. Organismes associés très proches de



6b, avec en plus *Enteromorpha prolifera*, *E. intestinalis*, *Spio filicornis*, *Carcinus maenas*, *Jaera marinus*.

- 7b : Absence d'Algues pluricellulaires, avec toutefois sur une partie du flanc le plus abrité un faciès particulier portant en abondance deux Algues rouges : *Ceramium deslongschampsii* et *Polysiphonia nigrescens*. Faune semblable à 7a.

- 7c : Cette dernière ceinture a comme limite inférieure le niveau moyen des basses mers de mortes eaux. Elle est surtout caractérisée par l'abondance d'*Enteromorpha intestinalis*, et par la fréquence des prédateurs des moules : *Asterias rubens*, *Actinia equina*, *Nucella lapillus*.

La zone à moules est riche en Diatomées de toutes sortes en toute saison. Aucune n'est vraiment liée à cette zone; les formes les plus caractéristiques sont les épilithes de type Schizonema comme *Berkeleya rutilans*, *Navicula grevillei*, *Navicula grevillei* var. *comoides*, *Navicula ramosissima*, *Navicula mollis*.

Durées moyennes d'émersion : 7a, 6 h 30; 7b, 6 h; 7c, 5 h.

#### Zone 8 à *Tubularia larynx*

Trois ceintures [voir Daro (1969) et (1970)] :

- 8a : Ceinture à *Polydora ciliata*;
- 8b : Ceinture à *Balanus crenatus*;
- 8c : Ceinture à *Metridium senile*.

Durées moyennes d'émersion : 8a, 4 h; 8b, 3 h; 8c, 1 h.

Les deux autres brise-lames étudiées montrent la même zonation mais appauvrie (à Nieuwpoort) à très appauvrie (à Raversijde). La faune et la flore des étages subterrestre et supralittoral ont pratiquement disparu. Les autres zones peuvent être retrouvées sur ces deux ouvrages, mais elles sont toujours plus pauvres en espèces et parfois en biomasse (Raversijde).

Ce travail devait poursuivre un triple but :

- i) Etablir un inventaire de la faune et de la flore des brise-lames belges, ainsi qu'une description aussi précise que possible de la zona-

tion des organismes sur ces ouvrages. Les résultats concernant ce point sont exposés ci-dessus.

ii) Essayer de nous faire une idée de la contamination éventuelle des organismes dominants de ce milieu par les métaux lourds, les pesticides, etc. Les résultats, élaborés en collaboration avec des équipes de l'I.H.E., de l'I.R.C. et de la station de Phytopharmacie de Gembloux, sont publiés dans un chapitre du volume 6, Inventaire des polluants.

iii) Enfin, essayer de réunir quelques éléments susceptibles de mieux nous faire comprendre le fonctionnement de l'écosystème très particulier et très ouvert qu'est celui des brise-lames. Par suite de circonstances indépendantes de notre volonté nous n'avons pu qu'effleurer ce problème; les résultats actuellement disponibles sont trop fragmentaires pour être publiés ici. L'opportunité de compléter cette partie de l'étude serait à discuter.

#### Références

- DARO, M.H., (1969, 1970). Etude écologique d'un brise-lames de la côte belge, *Annales de la Soc. Roy. Zool. de Belgique*, 99, 111 et 100, 159.
- DROUET, F. et DAILY, W.A., (1956). Revision of the coccoid Myxophyceae, *Butler Univ. Botan. Stud.*, XII.
- EDWARDS, P., (1972). Benthic algae in polluted estuaries, *Mar. Pollut. Bull.*, 3/4, 55.
- HARTOG, C. den, (1959). The epilithic algal communities occurring along the coast of the Netherlands, *Wentia*, I.
- KORNMANN, P. et SAHLING, P.H., (1974). Prasiolales (Chlorophyta) von Helgoland, *Helgol. wiss. Meeresunters.*, 26/2, 99.
- LEFEVERE, S., (1965). Le recouvrement biogène le long de la côte belge, *Bull. Inst. Roy. des Sc. Natur. de Belgique*, XLI/26.