

ACADÉMIE POLONAISE DES SCIENCES  
CENTRE SCIENTIFIQUE À PARIS

CONFÉRENCES  
FASCICULE 116



JÓZEF BĄCZYK

**LES MOUVEMENTS DES EAUX  
ET LEURS INFLUENCES  
SUR LES CÔTES POLONAISES**

0 Col  
1370/116

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE  
WARSZAWA

Dm 64263

ACADÉMIE POLONAISE DES SCIENCES  
CENTRE SCIENTIFIQUE À PARIS



CONFÉRENCES

FASCICULE 116



JÓZEF BĄCZYK

LES MOUVEMENTS DES EAUX ET LEURS  
INFLUENCES SUR LES CÔTES POLONAISES

NOTA BENE  
CONFÉRENCE FAITE AU LABORATOIRE D'ENTOMOLOGIE  
GIE MUSEUM D'HISTOIRE NATURELLE À PARIS PAR  
M. JÓZEF BĄCZYK, PROFESSEUR AGRÉGÉ À L'ÉCOLE  
NORMALE SUPÉRIEURE DE GRÈVE, PARIS  
L'objet de cette étude est d'analyser l'interdépendance qui existe entre les mouvements de l'eau dans la zone côtière, les déplacements vraisemblables des matériaux au fond et la relation entre l'énergie des eaux et la morphologie du fond et des côtes. Cette relation est un phénomène qui n'a pas encore reçu d'explications satisfaisantes [39].  
Les premiers travaux scientifiques consacrés aux propriétés hydrologiques des eaux de la mer Baltique ont été signalés dans le carte des courants de R. Brückman [9]. L'ouvrage n'a pas été basé sur les mesures des courants dans la nature mais seulement sur l'observation des déplacements des eaux superficielles influencés par des mouvements prédominants de l'atmosphère, surtout vers l'Est. Le système de circulation des eaux présenté sur cette carte, suggère de nombreux courants permanents. Un de ces courants, le plus intéressant pour cette région serait celui qui part des côtes suédoises en direction des côtes polonaises en passant par le bassin de Bornholm pour se diviser ensuite en deux courants littoraux près de Kołobrzeg. Cette suggestion a longtemps pesé sur un grand nombre de travaux [11, 13, 23, 24, 28, 32, 38]. En réalité, le phénomène des mouvements des eaux est beaucoup plus compliqué; il est difficile de parler de courants permanents et surtout car, après les études basées sur de longues années, on a constaté que les courants sont un phénomène variable et saisonnier.

1977

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE  
WARSZAWA

O col 1370/116



JÓZEF BACZYK

CONFÉRENCE FAITE AU LABORATOIRE D'ENTOMOLOGIE, MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE À PARIS PAR M. JÓZEF BACZYK, PROFESSEUR AGRÉGÉ À L'ÉCOLE PÉDAGOGIQUE À OLSZTYN, SOUS LA PRÉSIDENTENCE DE M. VERGER, PROFESSEUR À L'ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE (MONTROUGE), DIRECTEUR DU LABORATOIRE DE GEOMORPHOLOGIE DE L'E.P.H.E. À PARIS

le 15 mai 1975

## INTRODUCTION

La partie méridionale de la mer Baltique possède des caractéristiques hydrodynamiques particulièrement intéressantes, en raison de sa faible profondeur et de la séparation des eaux par les détroits danois. Les déformations hydrologiques sont à la base des transformations morphologiques sur le fond et au bord de la mer. De plus l'allongement méridional de la ligne de côte coïncide avec les mouvements d'air circulant en système cyclonique dominant toute l'année. Sous les influences précédentes et en fonction de la profondeur des bassins, les eaux de surface sont le plus souvent déplacées vers l'Est. L'action simultanée de ces éléments sur les mouvements de l'eau a des conséquences géologiques plus importantes sur les côtes polonaises que sur les côtes suédoises.

L'objet de cette étude est d'analyser l'interdépendance qui existe entre les mouvements de l'eau dans la zone côtière, les déplacements vraisemblables des matériaux au fond et la relation entre l'énergie des eaux et la morphologie du fond et des côtes. Cette relation est un phénomène qui n'a pas encore reçu d'explications satisfaisantes [39].

Les premiers travaux scientifiques consacrés aux propriétés hydrologiques des eaux de la mer Baltique ont été signalés dans la carte des courants de R. Brückman [9]. L'ouvrage n'a pas été basé sur les mesures des courants dans la nature mais seulement sur l'observation des déplacements des eaux superficielles influencée par des mouvements prédominants de l'atmosphère, surtout vers l'Est. Le système de circulation des eaux présenté sur cette carte, suggère de nombreux courants permanents. Un de ces courants, le plus intéressant pour cette région serait celui qui part des côtes suédoises en direction des côtes polonaises en passant par le bassin de Bornholm pour se diviser ensuite en deux courants littoraux près de Kołobrzeg. Cette suggestion a longtemps pesé sur un grand nombre de travaux [11, 19, 23, 24, 28, 32, 38]. En réalité, le phénomène des mouvements des eaux est beaucoup plus compliqué; il est difficile de parler de courants permanents et stables car, après les études basées sur de longues séries d'observations on a montré que les courants sont un phénomène variable provoqué entièrement par la dynamique de l'atmosphère [8].

Les influences atmosphériques sur les mouvements des eaux baltiques ont été soulignées par J. Münch-Petersen [25], a essayé de déterminer les voies principales du déplacement des sédiments du fond dans la zone côtière. Le problème des liaisons entre les mouvements de l'atmosphère et de l'eau a trouvé sa pleine expression dans la publication de O. Meissner [24], qui a mis en évidence les relations entre les mouvements du vent et de l'eau. Ces méthodes ont été reprises et développées plus récemment par d'autres chercheurs [15, 20, 35].

La direction et la force avec laquelle les eaux agissent sur le fond et la ligne de la côte sont confirmées par l'érosion des rivages ainsi que par les transformations morphologiques du fond de la mer. W. P. Zenkowicz [39] et J. W. Johnson [16] signalent ces phénomènes dans leurs monographies. Il existe, en réalité un rapport plus étroit entre les phénomènes côtiers, les vents, les houles, et les courants littoraux; un examen isolé des processus conduit à des résultats erronés. Ce problème a été posé correctement du point de vue méthodologique par J. Larras [18] et par W. W. Longinow [21] et des résultats semblables ont été obtenus par G. A. Orlova [27] et B. A. Schuliak [31]. Entre-temps, plusieurs travaux expérimentaux ont été effectués pour préciser des forces hydrodynamiques et leurs influences sur le modèle de la zone côtière [1, 16, 18, 21, 27]. La difficulté d'effectuer des observations *in situ* ainsi que le défaut d'hypothèses théoriques pour l'ensemble des phénomènes explique les différents points de vues des auteurs au sujet de la migration des sédiments littoraux. L'accord n'est complet que pour considérer le vent comme force principale responsable des mouvements de l'eau. Aussi les expériences polonaises à ces sujets n'ont pas dépassé le stade expérimental [3, 8, 13, 32]. Les études de P. Słomianko [33, 34], décrivent les caractéristiques dynamiques de certaines parties de la côte polonaise. En utilisant les traceurs luminescents A. Grunwald [13] a caractérisé le transport des dépôts du fond dans le port de Władysławowo. Une analyse plus complète des mouvements de l'eau déterminés par la pression et la circulation atmosphérique a été apportée par J. Bączyk [5-7]. En effet les travaux plus généraux et les différents points de vue ne changent pas la façon de considérer ce problème [2, 4, 11, 19, 23, 32, 36].

#### MÉTHODES DE RECHERCHES

Les mouvements de l'eau dans la zone côtière sont liés très étroitement à la direction et la vitesse du vent. Il existe une relation très nette entre ces deux facteurs et les courants de surface variant suivant le système de circulation atmosphérique. Cette relation a été examinée plusieurs fois dans la nature, et dans cet examen les paramètres du mouvement obtenus dans ce cas sont satisfaisants. Il faut également admettre que les paramètres des mouvements calculés pour les bassins ouverts peuvent être adaptés aux eaux côtières, en y apportant toutefois des corrections, résultant de la diminution des profondeurs et de l'expositions des côtes au mouvement de l'eau.

Par zone côtière, nous entendons l'étendue de la mer limitée d'une part par la côte et d'autre part par l'isobathe — 40 m. Dans la Baltique, cette limite a une signification supplémentaire pour les vastes changements de la morphologie et de la sédimentation sur le fond. La zone côtière est presque entièrement recouverte de matériaux sableux instables, tandis qu'au delà se trouvent les limons et les vases.

Les relations entre les mouvements de l'atmosphère et les mouvements de l'eau, qui peuvent être vérifiées par les observations hydrologiques, doivent être considérées sous l'aspect plus large. L'interdépendance de ces mouvements peut être examinée comme un ensemble de phénomènes permanents correspondant à une certaine pression atmosphérique responsable des vents et des courants. J. Karwowski [17] s'est efforcé d'expliquer les mouvements linéaires de l'eau uniquement par la houle. Cette théorie, excluant les influences du fond sur les courants, doit être traitée d'une façon plus large, parce que la turbulence des eaux provoqué par le stress d'atmosphère, atteint la profondeur — 40 m dans les valeurs moyennes.

Les directions de la houle dans la partie ouverte de la mer sont presque parallèles à la direction du vent et ce n'est qu'à cause de changement de la direction du vent que surviennent les interférences dans la houle (fig. 1). Dans la zone côtière par

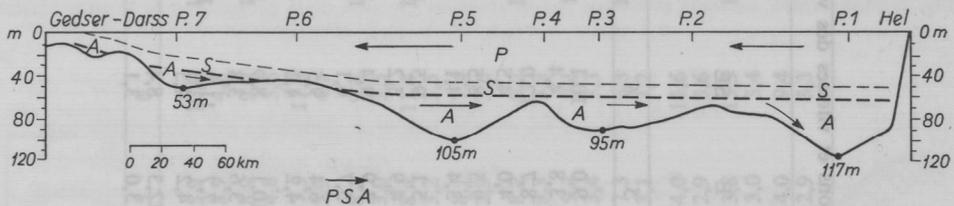


Fig. 1. Les profondeurs des bassins dans la Baltique des détroits Danois au golfe de Gdańsk  
P-7 — bassin d'Arkona, P-6 — chenal de Bornholm, P-5 — bassin de Bornholm, P-4, P-3, P-2 — chenal de Słupsk, P-1 — bassin de Gdańsk

contre, l'onde s'aplatit lorsqu'elle atteint le rivage et, le frottement au fond lui fait subir une réfraction. L'aplatissement des ondes ne survient qu'à partir d'une certaine profondeur, lorsque la hauteur de l'onde ( $H$ ) atteint  $1/7$  de sa longueur ( $L$ ) et lorsque ce rapport  $H/L$  diminue encore, les ondes se brisent. On peut écrire cette transformation d'énergie des eaux, comme suit :  $E_0 = E_c = E_{max}$ . A ce moment l'énergie des ondes  $E_0$  se transforme en énergie cinétique  $E_c$  de l'eau ; l'eau s'écoule alors dans des directions opposées perpendiculaires à la côte, et à ce moment l'énergie maximale  $E_{max}$  des courants explique la formation de la plage (fig. 2).

On peut ainsi prévoir les mouvements de l'eau, avant que ne soit atteinte la profondeur critique qui provoque le déferlement. Au delà, les mouvements de l'eau sont influencés par les vents, comme dans les bassins ouverts, jusqu'à la profondeur critique où  $H/L > 1/7$ . Lorsque la houle se brise, la direction des courants est la même en surface mais inverse sur le fond de la mer.

L'influence de la profondeur sur les mouvements d'eau dirigés vers la côte, provoqués par les vents est illustrée par la figure 3. Les plus grandes déviations des

Tableau 1. Les directions et vitesses des vents pendant les années 1951-1960

Points d'observations	Période	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Moyenne	Les jours avec les vents		
											> 10 m/s	> 15 m/s	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Krynica Morska	I-XII	%	8,4	7,4	9,0	10,1	7,0	23,6	14,6	11,7	—	568	179
		m/s	4,5	4,4	3,8	4,4	4,7	5,8	5,5	5,2	4,7	—	—
	IX-II	%	4,4	3,7	8,7	12,0	8,7	31,2	15,8	7,9	—	397	124
		m/s	5,1	4,4	4,0	4,5	5,1	6,4	6,0	6,1	5,2	—	—
III-VIII	%	12,5	11,0	9,5	8,5	5,3	16,7	14,0	13,7	—	171	55	
	m/s	3,9	4,0	3,4	4,1	4,6	5,3	5,0	4,4	4,2	—	—	
Gdynia	I-XII	%	7,5	5,5	5,1	9,5	14,2	13,0	20,6	16,3	—	534	175
		m/s	4,9	4,7	4,9	5,2	4,2	4,2	4,8	4,6	4,7	—	—
	IX-II	%	4,3	2,7	3,9	9,4	18,9	17,0	22,8	14,4	—	333	103
		m/s	5,1	4,8	5,7	6,1	4,5	4,3	4,9	4,8	5,0	—	—
III-VIII	%	10,6	8,2	6,4	9,5	9,5	9,1	18,3	18,1	—	201	72	
	m/s	4,7	4,5	4,2	4,0	4,0	4,2	4,7	4,5	4,3	—	—	
Hel	I-XII	%	8,5	8,7	10,1	8,9	11,8	11,9	18,3	12,9	—	502	53
		m/s	4,0	4,1	3,6	3,8	3,8	4,3	4,9	4,4	4,1	—	—
	IX-II	%	4,5	4,6	7,7	11,2	15,8	16,5	20,5	11,6	—	321	14
		m/s	4,3	4,8	4,2	4,5	4,5	4,7	5,3	4,7	4,6	—	—
III-VIII	%	12,4	12,8	12,3	8,4	7,2	7,1	15,8	13,9	—	181	39	
	m/s	3,6	3,5	3,0	3,1	3,3	3,9	4,4	4,1	3,6	—	—	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Rozewie	I-XII	%	10,8	8,5	5,9	10,0	12,0	20,5	18,1	10,5	—	451	262
		m/s	4,9	4,2	3,9	4,8	4,5	4,8	7,0	6,2	5,1	—	—
	IX-II	%	5,9	6,9	8,9	9,9	16,1	24,7	15,8	9,6	—	281	188
		m/s	5,8	5,1	4,8	5,6	5,1	5,1	7,8	7,5	5,8	—	—
	III-VIII	%	8,3	11,2	7,5	11,3	8,2	14,0	20,6	13,7	—	170	74
		m/s	4,2	3,3	2,9	4,1	3,9	4,4	6,1	5,1	4,3	—	—
Ustka	I-XII	%	7,6	10,6	8,1	9,3	13,3	16,6	18,9	11,5	—	394	74
		m/s	4,1	3,9	3,0	3,5	3,4	4,4	5,6	5,0	4,2	—	—
	IX-II	%	6,5	5,1	8,4	11,4	18,9	22,7	13,7	11,0	—	237	55
		m/s	4,7	4,1	3,2	3,3	3,5	4,8	6,3	6,0	4,5	—	—
	III-VIII	%	9,1	11,4	8,1	7,4	8,1	10,1	23,0	13,3	—	157	19
		m/s	3,6	3,8	2,9	3,6	3,3	4,0	4,8	4,1	3,8	—	—
Kołobrzeg	I-XII	%	8,2	12,1	8,2	9,2	11,0	19,3	17,2	8,3	—	402	178
		m/s	3,9	4,2	3,3	3,3	3,2	4,4	5,2	4,2	4,0	—	—
	IX-II	%	18,8	11,4	9,1	9,1	15,2	25,0	13,4	7,7	—	230	123
		m/s	4,1	4,4	3,4	3,3	3,4	4,3	6,0	4,9	4,3	—	—
	III-VIII	%	11,6	17,1	7,3	6,3	11,7	13,7	20,9	8,9	—	172	55
		m/s	3,7	4,0	3,1	3,2	2,9	3,8	4,5	3,5	3,6	—	—
Świnoujście	I-XII	%	6,8	16,6	14,0	13,6	8,9	15,6	16,5	4,5	—	479	80
		m/s	3,1	3,3	2,9	3,6	2,8	2,8	4,1	4,2	3,5	—	—
	IX-II	%	5,0	7,9	13,8	15,3	11,7	18,5	10,2	7,5	—	294	46
		m/s	3,2	3,4	3,0	3,4	3,5	4,3	4,4	3,7	3,6	—	—
	III-VIII	%	8,5	24,4	14,0	9,4	5,8	10,1	15,9	8,3	—	185	34
		m/s	3,1	3,2	2,9	3,3	3,2	3,8	4,0	3,9	3,4	—	—

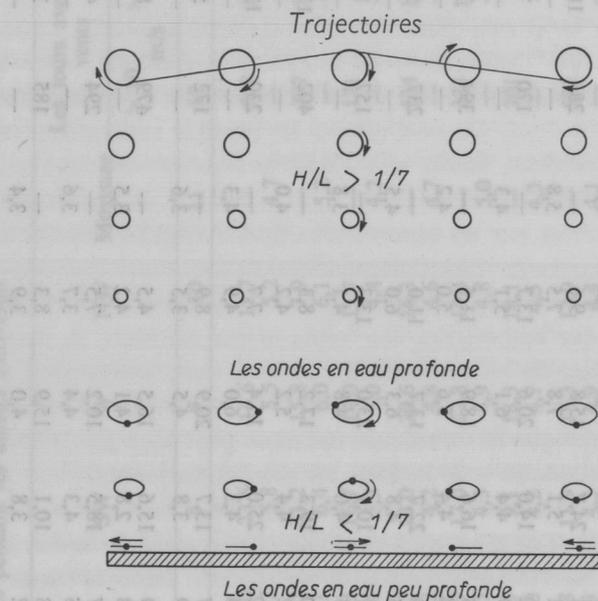


Fig. 2. Mouvement des eaux provoqué par la houle en fonction de la profondeur de la zone côtière  
 $H$  — hauteur de l'onde,  $L$  — longueur de l'onde

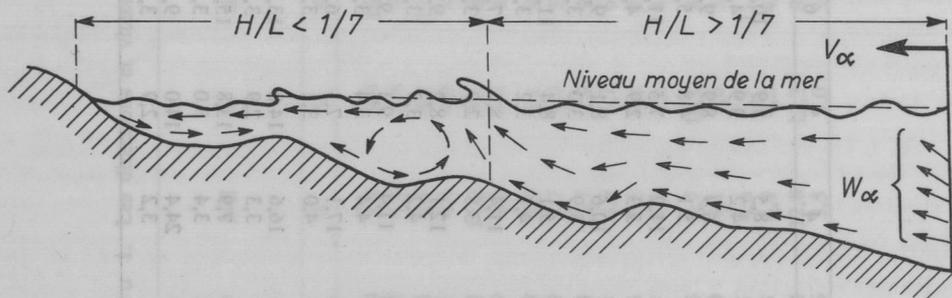


Fig. 3. Influence des profondeurs sur les variations des courants côtiers  
 $H$  — hauteur de l'onde,  $L$  — longueur de l'onde,  $V$  — direction du vent,  $W$  — direction du courant

courants a droite se manifeste en surface de  $0-45^\circ$  et cette déviation diminue avec la profondeur.

La connaissance des règles générales de la circulation de l'eau, a servi à l'établissement du bilan annuel et semi-annuel des mouvements des eaux pour la partie méridionale de la Baltique. Pour effectuer ce bilan on a basé sur les observations météorologiques et hydrologiques de la période 1951-1960 et on a sélectionné 7 stations hydro-météorologiques : Krynica Morska, Gdynia, Hel, Rozewie, Ustka, Kołobrzeg et Świnoujście. Le bilan est établi en tenant compte des directions et les vitesses moyennes des vents (tabl. 1), ainsi que pour les mouvements correspondants aux déplacements des eaux (tabl. 2). Les données ont été groupées en moyennes annuelles

(I-XII) et semi-annuelles: automne-hiver (IX-II) et printemps-été (III-VIII). Les valeurs des mouvements de l'air et de l'eau ont été admises comme étant les meilleures pour établir un bilan du mouvement, puisqu'elles tenaient compte des périodes calmes (III-VIII) et des périodes avec la mer plus agitée (IX-II). Les valeurs propres pour chacun des points d'observations ont servi pour l'interpolation des directions et de la vitesse des vents et des courants. Sur cette base on peut déterminer les directions probables du déplacement des eaux dans la zone côtière polonaise (tabl. 3).

#### INFLUENCES DES VENTS SUR LES COURANTS DE SURFACE

La relation entre la direction et la vitesse du vent et la direction et la vitesse des courants de surface est à la base de la loi d'Ekman [12]. Les interdépendances sont les plus modifiées par la pression atmosphérique, la force de Coriolis, la force centrifuge et les conditions naturelles du bassin examiné. Par frottement sur la surface de l'eau, l'action du vent provoque un déplacement linéaire de l'eau correspondant à la direction et à l'importance du stress atmosphérique. En basant sur nos propres recherches [5-8] on a établi les relations suivantes :

Dans le système cyclonique —  $W = \alpha k \sqrt{V}$ ,

ou :

$W$  — vitesse du courant en cm/seconde,

$\alpha$  — déviation du courant, à la surface =  $38^\circ$ ,

$k$  — constante = 6,0,

$V$  — vitesse du vent en m/seconde.

Dans le système anticyclonique —  $W = \alpha k \sqrt{V}$ ,

ou :

$\alpha$  — déviation du courant, à la surface =  $19^\circ$ ,

$k$  — constante = 6,6.

Rappelons que les courants de surface ne se déforment qu'à partir de la profondeur critique au voisinage de la côte. Dans les bassins plus profonde les spirales des courants ont tendance à se réduire. Dans cette partie où les profondeurs sont assez grandes, c'est-à-dire où  $H/L > 1/7$ , les déviations des courants de surfaces varient de  $0^\circ$  à  $45^\circ$  et à proximité des côtes peuvent obtenir jusqu'à  $90^\circ$ . Il résulte de ces conditions, que près des côtes polonaises nous avons en général, deux directions de courant littoral prédominants, l'un vers l'Est qui remplace les eaux dans un secteur de  $90^\circ$ , et l'autre vers l'Ouest à environ  $270^\circ$ .

La majorité des systèmes de circulation atmosphérique de caractère cyclonique avec des vents se dirigeant d'Ouest en Est, provoque le déplacement d'eau dans un secteur de  $90^\circ$ . Au contraire les vents de l'Est sont les caractéristiques des systèmes anticycloniques et provoquent le déplacement d'eau dans un secteur de  $270^\circ$ . On peut admettre que les exceptions à cette règle sont très rares dans les deux systèmes et qu'elles se neutralisent réciproquement. Vu cette régularité de la circulation, la

relation entre les mouvements de l'eau et les directions des vents peut être examinée d'après les paramètres propres obtenus pour les différents systèmes de circulation.

La classification statistique des vents dans un des types de circulation atmosphérique a été élaboré à partir d'observations directes (tabl. 1). Dans tous les cas, il était nécessaire de distinguer la prédominance des vents de différents secteurs pendant la période étudiée et d'évaluer leur action sur le régime côtier suivant les conditions naturelles de la région. Enfin, on a utilisé un double système de calcul pour déterminer les directions et les vitesses des courants littoraux sur la base du calcul des vents. On a groupé les résultats suivant le type de circulation, les directions et vitesses du vent servant de base au calcul des directions et vitesses du courant. De plus, pour l'application des calculs de la relation entre les vents et les courants, on doit tenir compte des profondeurs critiques de la zone côtière par rapport à l'orientation du rivage de la mer et aux différentes directions du courant venant de la mer ouverte. Par conséquent pour la zone côtière étudiée, les relations réglant les courants littoraux peuvent s'écrire :

pour la circulation cyclonique —  $W = \alpha k \sqrt{V} \rightarrow_{E_{0-90^{\circ}}}$

pour la circulation anticyclonique —  $W = \alpha k \sqrt{V} \rightarrow_{W_{180-270^{\circ}}}$  où, E et W en indice des vents ( $V$ ) représentent les directions Est (E) et Ouest (W) des courants littoraux.

Tableau 2. Les vitesses des courants par rapport aux vitesses

Points d'observations		N			NE			E		
		a	b	c	a	b	c	a	b	c
Krynica Morska	V	4,5	5,1	3,9	4,4	4,4	4,0	3,8	4,0	3,4
	W	12,7	13,5	13,0	12,5	12,5	13,2	11,6	12,0	12,1
Gdynia	V	4,9	5,1	4,7	4,7	4,8	4,5	4,9	5,7	4,2
	W	13,2	13,5	12,9	12,9	14,4	12,7	13,2	15,7	12,2
Hel	V	4,0	4,3	3,6	4,1	4,8	3,5	3,6	4,2	3,0
	W	12,0	12,4	11,3	12,1	13,1	11,2	11,3	12,2	10,3
Rozewie	V	4,9	5,8	4,2	4,2	5,1	3,3	3,9	4,8	2,9
	W	13,2	14,4	12,2	12,2	13,5	10,8	11,8	13,1	10,2
Ustka	V	4,1	4,7	3,6	3,9	4,1	3,8	3,0	3,2	2,9
	W	12,1	12,9	11,3	11,8	12,1	11,6	10,3	10,6	10,2
Kołobrzeg	V	3,9	4,1	3,7	4,2	4,4	4,0	3,3	3,4	3,1
	W	11,8	12,1	11,5	12,2	12,5	12,0	10,8	11,0	10,5
Świnoujście	V	3,1	3,2	3,1	3,3	3,4	3,2	2,9	3,0	2,9
	W	11,6	11,7	11,6	11,9	12,7	11,7	11,2	11,4	11,2

La base des calculs des courants :

$W = \alpha 6,0 \sqrt{V} \rightarrow_{0-90^{\circ}}$  — secteur des courants dirigé vers l'Est,  $W = \alpha 6,6 \sqrt{V} \rightarrow_{180-270^{\circ}}$

— secteur des courants dirigé vers l'Ouest.

L'ÉNERGIE DE L'EAU ET LE DÉPLACEMENT  
DES MATÉRIAUX DU FOND

Le déplacement des dépôts du fond est intégralement lié aux mouvements des eaux côtières. Ces déplacements sont directement proportionnels à la vitesse du courant. Il n'y a que peu de résultats d'observations effectuées dans la nature pour nous renseigner sur l'importance de ces déplacements. Quelques renseignements sur ce problème sont donnés par les recherches de P. A. Wołkow [37] qui a présenté les valeurs du transport obtenues au laboratoire (fig. 4). Sur la base de cette expérience on peut déterminer les vitesses critiques, à partir desquelles, différents matériaux se mettent en mouvement sous l'influence du courant de l'eau. Lors des expériences, on a examiné la distribution des différentes fractions granulométriques, en fonction des différentes vitesses de courant. Sur la base des expériences il a été possible de déterminer cinq vitesses critiques pour la mise en mouvement des matériaux de cinq classes granulométriques. Cette expérience est importante pour l'examen de dislocation des dépôts du fond dans la zone côtière polonaise. On peut remarquer que pour les sables très fins les paramètres moyens des mouvements des eaux admis pour cette zone (tabl. 2), sont tous plus grands que la première vitesse critique déterminée par P. A. Wołkow. De ce point de vue, le déplacement des dépôts du fond dans la zone côtière polonaise se fait donc d'une façon permanente.

des vents dans la zone côtière polonaise pour le période 1951-1960

SE			S			SW			W			NW		
a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
4,3	4,5	4,1	4,7	5,1	4,6	5,8	6,4	5,3	5,5	6,0	5,1	5,2	6,1	4,4
12,4	12,7	13,5	12,9	13,5	14,1	14,4	15,1	15,3	14,0	14,6	14,7	13,6	14,7	13,8
5,0	6,1	4,0	4,2	4,5	4,0	4,0	4,3	4,2	4,8	4,9	4,7	4,6	4,8	4,5
13,3	16,2	12,0	12,2	14,0	12,2	12,2	13,6	12,2	13,1	14,5	12,9	12,8	14,4	12,7
3,8	4,5	3,1	3,8	4,5	3,3	4,3	4,7	3,9	4,9	5,3	4,4	4,4	4,7	4,1
11,6	12,7	10,5	11,6	12,7	10,8	12,4	12,9	11,8	13,2	13,8	12,5	12,5	11,9	12,1
4,8	5,6	4,1	4,5	5,1	3,9	4,8	5,1	4,4	7,0	7,8	6,1	6,2	7,5	5,1
13,1	14,1	12,1	12,7	13,5	11,8	13,1	13,5	12,5	15,8	16,7	14,7	14,9	16,3	13,5
3,5	3,3	3,6	3,4	3,5	3,3	4,4	4,8	4,0	5,6	6,3	4,8	5,0	6,0	4,1
11,2	10,8	11,3	11,0	11,2	10,8	12,5	13,1	12,0	14,1	15,0	13,1	13,3	14,6	12,1
3,3	3,3	3,2	3,2	3,4	2,9	4,4	4,3	3,8	5,2	6,0	4,5	4,2	4,9	3,5
10,8	10,8	10,6	10,6	11,0	10,2	12,5	12,4	11,6	13,6	14,6	12,7	12,2	13,2	11,2
3,6	3,4	3,3	2,8	3,5	3,2	2,8	4,3	3,8	4,1	5,8	4,0	4,2	3,7	3,9
12,4	12,1	11,9	11,1	12,3	11,7	11,1	13,6	12,8	13,3	13,8	13,2	13,4	12,6	13,0

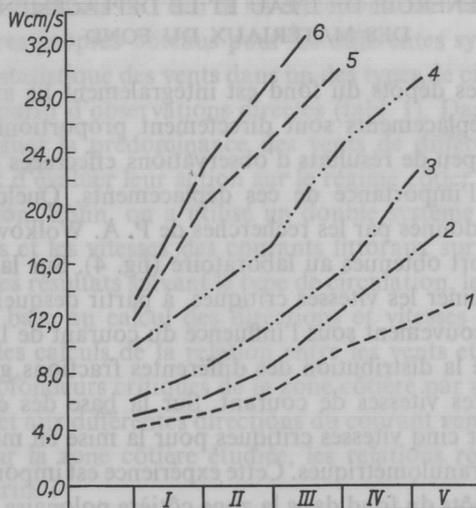


Fig. 4. Mouvement des sédiments sur le fond par rapport à la vitesse du courant

1 —  $\varnothing$  0,1 mm, 2 —  $\varnothing$  0,1-0,25 mm, 3 —  $\varnothing$  0,25-0,50 mm, 4 —  $\varnothing$  0,50-1,0 mm, 5 —  $\varnothing$  1,0-2,0 mm, 6 —  $\varnothing$  2,0-3,0 mm  
I, II, III, IV, V — intensité croissantes du mouvement des particules

#### BILAN DES MOUVEMENTS DE L'EAU DANS LA ZONE CÔTIÈRE POLONAISE

Sur la base de calcul des vitesses moyennes des vents et des courants, constatés aux différents points d'observations sur les côtes polonaises, on a calculé le bilan de la circulation de l'eau vers les côtes aux différentes périodes de l'année (tabl. 3). Les calculs ont été faits pour toute l'année (I-XII) et pour les demi-années printemps-été (III-VIII) et automne-hiver (IX-II) où l'on a noté les différents régimes hydrologiques. Dans ce bilan on tient compte des traits caractéristiques de chaque partie de la mer et des côtes. Huit secteurs ont été choisis pour obtenir les résultats et étudier les directions et vitesses des vents, par rapport auxquelles on a calculé les directions et les vitesses des courants. Pour ces calculs l'appartenance de ces secteurs à l'un des systèmes de la circulation atmosphérique a été déterminée par les angles de déviation de l'écoulement des eaux provoqué par l'orientation de la côte étudiée. Par voie de comparaison on obtient ainsi le nombre de jours par année où l'une des directions du courant littoral est prédominant (fig. 5).

On note ainsi les plus grandes vitesses des courants dans la partie ouverte des côtes, par exemple de Dziwnów à Hel. Sur le diagramme (fig. 5) nous voyons la prédominance de la direction Est des mouvements des eaux. Une légère différence dans les mouvements est également notée dans les parties isolées dans le golfe de Poméranie et de Gdańsk. Les tendances générales du déplacement des eaux ont été représentées sur la carte (fig. 6). L'analyse des valeurs présentées sur cette carte démontre l'influence de la configuration géomorphologique du fond de cette partie

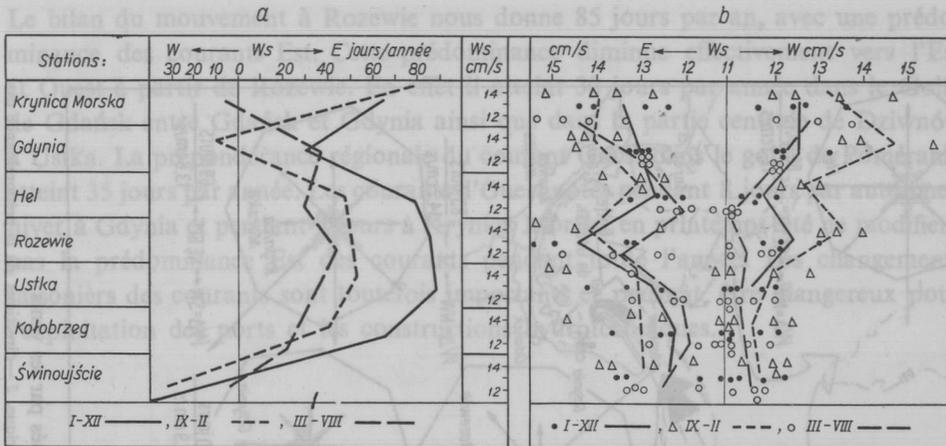


Fig. 5. Directions et vitesses moyennes des courants dans la zone côtière polonaise pour la période 1951-1960. *a* — excédent de jours avec courants de direction Ouest ou Est, *b* — courants littoraux avec leurs directions et vitesses moyennes

Ws — courant de surface, W — direction Ouest du courant, E — direction Est du courant

I-XII — moyenne annuelle, IX-II — moyenne semi-annuelle automne-hiver, III-VIII — moyenne semi-annuelle printemps-été

de la mer Baltique sur la criculation des eaux. De cette manière il est aisé de décrire les causes de la prédominance de la direction Ouest du courant littoral dans le golfe de Poméranie. On y voit l'influence secondaire de ces eaux, séparées des voies principales d'écoulement de direction Est par les bancs sableux d'Orla et d'Odrzana. L'isolement du golfe se termine à la hauteur de Dziwnów où le courant Est se trouve intégré au déplacement dominant.

L'exposition du rivage près de Gdynia dans le Golfe de Gdańsk explique les changements de l'écoulement des eaux pour les différentes périodes étudiées. La plus grande intensité des vents en hiver du secteur W, NW, N et NE, entraîne le renversement des tendances du mouvement de l'eau, parceque cette région est isolée de la mer ouverte par le presqu'île de Hel : dans les autres parties des côtes du Golfe de Gdańsk, on ne note pas ce phénomène. On met encore en évidence un autre régime dans la partie représentée par les observations de Krynica Morska. Les écoulements plus faibles des eaux, dans la période printemps-été et l'orientation des côtes parallèles à la direction des vents et aux courants, provoquent au secteur de Krynica Morska l'instabilité de la direction de la circulation des eaux signalée de plus par une zone d'accumulation des sables. Tandis qu'en hiver l'instabilité de la circulation se fait sentir moins profondément pour les courants venant de l'Ouest, qui forment à ce moment un système unique avec la circulation des eaux dans le golfe. La prédominance de l'écoulement se fait vers l'Est et Nord Est sur toute la longueur des côtes sableuses du cordon littoral de la Vistule.

La prédominance des courants d'Est se manifeste pour toute la Baltique méridionale. Sur les côtes polonaises on note cette prédominance dans la partie la plus exposée à l'abrasion de la mer, c'est à dire pour les côtes entre Dziwnów et Rozewie.

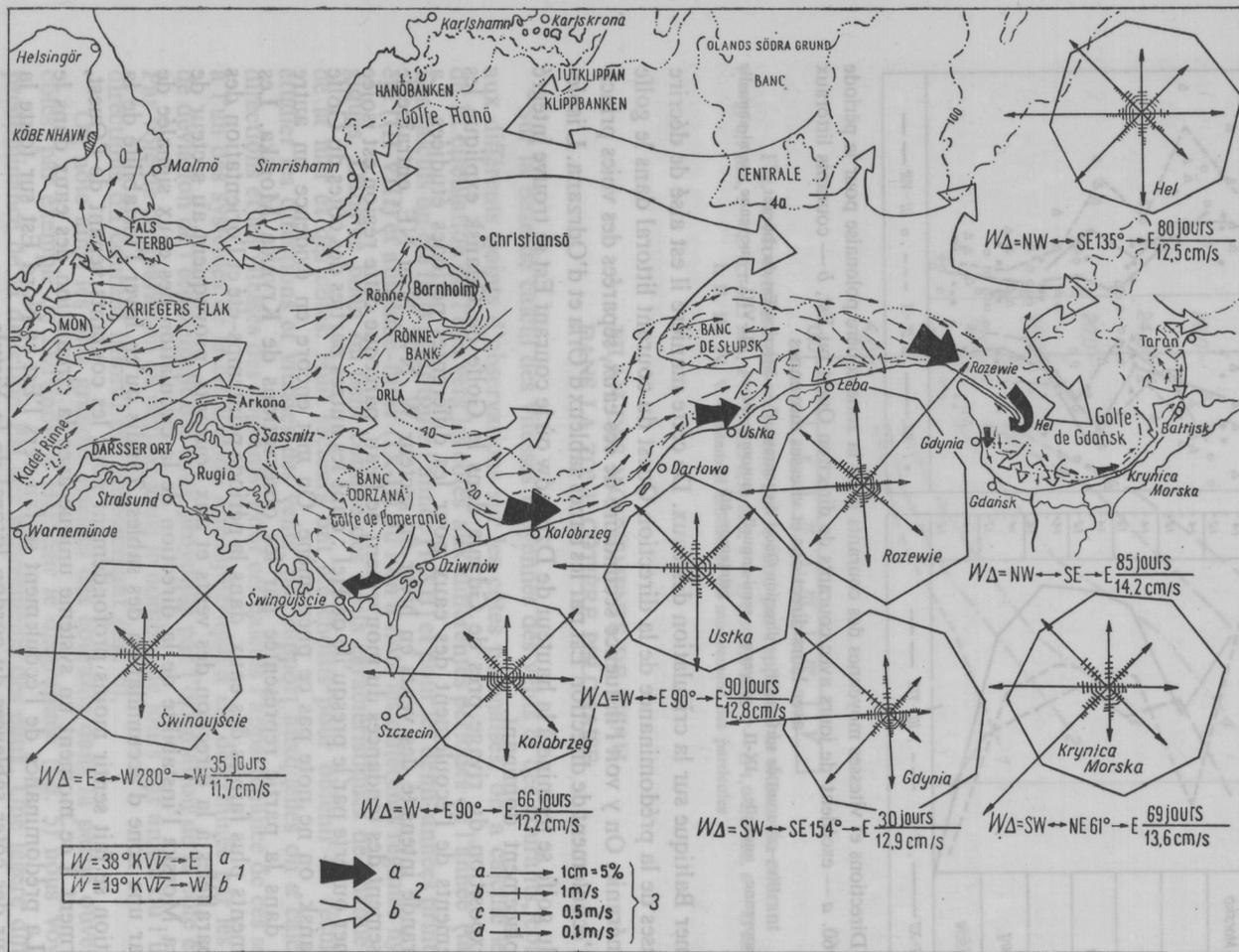


Fig. 6. Tendence des remplacements — mouvements de l'eau provoqués par les vents

1 — base du calcul de la vitesse des courants littoraux pour deux systèmes différents de circulation atmosphérique, 2 — directions de la prédominance des mouvements de l'eau pour toute l'année (I-XII), 3 — symboles de la direction et de la vitesse du vent. Sur les roses des vents on a superposé les roses des courants en tenant compte de leur déviation

Le bilan du mouvement à Rozewie nous donne 85 jours par an, avec une prédominance des courants Est. Cette prédominance diminue effectivement vers l'Est et Ouest à partir de Rozewie. En effet il atteint 30 jours par année dans le Golfe de Gdańsk entre Gdańsk et Gdynia ainsi que dans la partie centrale de Dziwnów à Ustka. La prépondérance régionale du courant Ouest dans le golfe de Poméranie atteint 35 jours par année. Les courants d'Ouest notés pendant 8 jours par automne-hiver à Gdynia et pendant 9 jours à Krynica Morska en printemps-été ne modifient pas la prédominance Est des courants pendant toute l'année. Les changements saisonniers des courants sont toutefois importants et peuvent être dangereux pour l'exploitation des ports et les constructions hydrotechniques.

#### MORPHOLOGIE DU FOND ET DES CÔTES COMME RÉSULTAT DES MOUVEMENTS DE L'EAU

Les mouvements de l'eau décrits d'après les relations existant entre les mouvements de l'air et de l'eau, dans les différentes parties des côtes, ont été réunis en un système de mouvement et analysés du point de vue de la transformation géomorphologique du fond et des côtes. Les vitesses des courants et leurs influences sur le déplacement des particules sédimentaires se trouvant sur le fond, ainsi que l'analyse du changement de la ligne côtière, constituent une étude très intéressante, rendant possible la prévision de la dynamique des processus étudiés.

Nous essayons de représenter sur la carte (fig. 7), les principales caractéristiques géomorphologiques. La carte est basée sur la bathymétrie bien connue du fond et sur les conditions hydrodynamiques obtenus de nos calculs (tabl. 3). La comparaison de ces deux éléments nous indique déjà leur relation réciproque. La carte a été complétée par l'indication des différences sédimentologiques, des plateformes d'abrasion des zones d'accumulation ainsi que les différentes provinces génétiques. Les conclusions résultant de l'analyse comparative des éléments géologiques et hydrodynamiques considérés arrivent à la constatation que la morphologie du fond, y compris la ligne de côte, sont le résultat du travail effectué par la dynamique des eaux, en particulier par les eaux coulants vers l'Est sous l'influence des systèmes de la circulation cyclonique.

La partie centrale, comprise entre Dziwnów et Hel peut être de plus divisée en deux parties qui séparent la zone d'accumulation de Łeba. Le fragment Ouest de cette partie de Dziwnów à Ustka a un caractère d'abrasion qui se manifeste par la destruction des côtes et par un bilan négatif des mouvements des matériaux du fond. Ces derniers restent sous une forte influence des écoulements Est des eaux jusqu'aux grandes profondeurs du bassin de Bornholm. Ceci fait que le fond est presque entièrement dépourvu de matériaux sablonneux et que l'abrasion atteint des dépôts pléistocènes.

Tableau 3. Le bilan des mouvements des eaux

Les points d'observations	Période	Les mouvements de l'air (V) et de l'eau (W)								% /année	
		$W = \alpha \sqrt{V_{\rightarrow E}}$				$W = \alpha \sqrt{V_{\rightarrow W}}$				$\rightarrow E$	$\rightarrow W$
		SE	S	SW	W	NW	N	NE	E		
Krynica Morska	I-XII	353°	38°	83°	128°	154°	199°	244°	289°	55,3	36,5
	IX-II	"	"	"	"	"	"	"	"	5,2	4,2
	III-VIII	"	"	"	"	"	"	"	"	67,7	24,7
Gdynia	I-XII	W	NW	N	NE	E	SE	S	SW	49,9	41,8
	IX-II	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	4,6
	III-VIII	"	"	"	"	"	"	"	"	44,2	49,2
Hel	I-XII	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	51,6	39,5
	IX-II	"	"	"	"	"	"	"	"	4,4	3,8
	III-VIII	"	"	"	"	"	"	"	"	53,1	39,3
Rozewie	I-XII	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	59,9	36,4
	IX-II	"	"	"	"	"	"	"	"	83°	128°
	III-VIII	"	"	"	"	"	"	"	"	270°	289°
Ustka	I-XII	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	60,3	35,6
	IX-II	"	"	"	"	"	"	"	"	38°	83°
	III-VIII	"	"	"	"	"	"	"	"	90°	250°
Kołobrzeg	I-XII	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	55,8	37,7
	IX-II	"	"	"	"	"	"	"	"	38°	83°
	III-VIII	"	"	"	"	"	"	"	"	90°	250°
Świnoujście	I-XII	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	43,4	53,1
	IX-II	"	"	"	"	"	"	"	"	83°	110°
	III-VIII	"	"	"	"	"	"	"	"	289°	334°

W — courant en cm/s, V — vent en m/s, E — mouvement l'Est de l'air et de l'eau, W et E — déplacement vers ..., N, NW, W, SW, S, SE, E, NE — l'exposition des côtes en degrés par rapport au mouvement de l'atmosphère et de

$W\%/année$ cm/s		$W\%/année$ cm/s		Les courants littoraux			
$W$ $= 38° 6,0 \sqrt{\bar{V}}_{\rightarrow E}$		$W$ $= 19° 6,6 \sqrt{\bar{V}}_{\rightarrow W}$		$\Delta E-W$ $E\%/année$ cm/s	$\rightarrow E$	$\rightarrow W$	$\Delta E-W =$ jours/année cm/s
55,3	36,5	18,8	SW	N	69		$\rightarrow E$
13,6	13,4	13,6	61°	221°	13,6		
67,7	24,7	43,0	"	"	78		$\rightarrow E$
14,0	14,5	14,0	"	"	14,0		
44,5	46,7	-2,2	"	"	9		$\rightarrow W$
12,9	13,0	13,0	"	"	13,0		
49,9	41,8	8,1	NW	SE	30		$\rightarrow E$
12,9	14,1	12,9	154°	334°	12,9		
44,2	49,2	-5,0	"	"	8		$\rightarrow W$
13,2	13,5	13,5	"	"	13,5		
55,2	34,5	20,7	"	"	38		$\rightarrow E$
12,8	13,3	12,8	"	"	12,8		
51,6	39,5	22,1	NW <sup>a</sup>	E <sup>a</sup>	80		$\rightarrow E$
12,5	12,8	12,5	135°	325°	12,5		
53,1	39,3	13,8	W <sup>b</sup>	SE <sup>b</sup>	50		$\rightarrow E$
12,9	14,2	12,9	135°	325°	14,9		
49,2	40,7	8,5	"	"	30		$\rightarrow E$
12,0	11,7	12,0	"	"	12,0		
59,9	36,4	23,5	NW	NE	85		$\rightarrow E$
14,2	13,6	14,2	130°	270°	14,2		
56,0	41,8	14,2	"	"	39		$\rightarrow E$
15,2	13,3	15,2	"	"	15,2		
52,6	38,2	24,4	"	"	46		$\rightarrow E$
12,0	12,4	12,0	"	"	12,0		
60,3	35,6	24,7	W	NE	90		$\rightarrow E$
12,8	12,4	12,8	90°	250°	12,8		
66,3	31,4	34,9	"	"	55		$\rightarrow E$
12,1	12,8	12,1	"	"	12,1		
54,5	35,7	18,8	"	"	35		$\rightarrow E$
12,0	12,4	12,0	"	"	12,0		
55,8	37,7	18,1	W	NE	66		$\rightarrow E$
12,2	12,6	12,2	90°	250°	12,2		
61,3	83,4	22,9	"	"	43		$\rightarrow E$
13,1	13,2	3,1	"	"	13,1		
55,2	42,3	12,9	"	"	23		$\rightarrow E$
11,6	12,6	11,6	"	"	11,6		
43,4	53,1	-9,7	NW	E	35		$\rightarrow W$
11,3	11,7	11,7	110°	280°	11,7		
41,2	48,8	-7,5	"	"	30		$\rightarrow W$
11,8	12,1	12,1	"	"	12,1		
42,8	43,6	-0,8	"	"	5		$\rightarrow W$
11,5	11,6	11,6	"	"	11,6		

W — mouvement l'Ouest de l'air et de l'eau, l'eau, a — côtes extérieures, b — côtes intérieures.

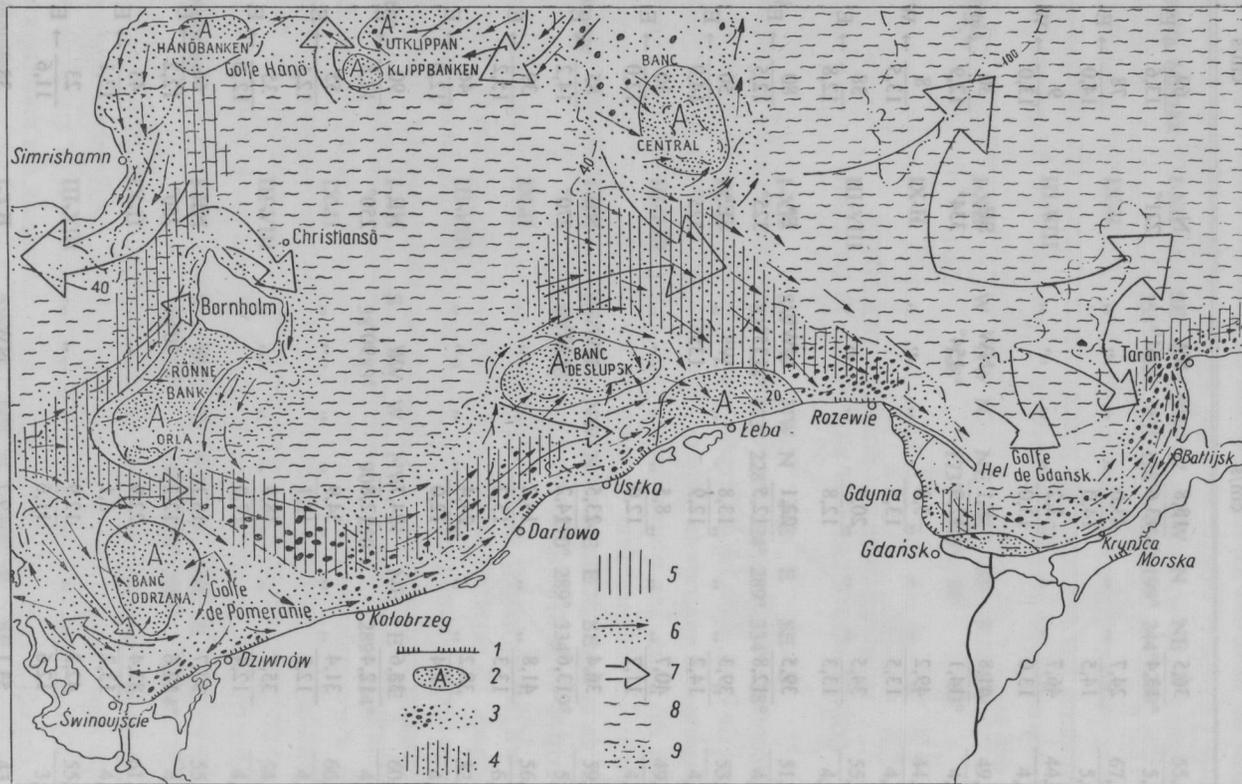


Fig. 7. Morphologie du fond en fonction des mouvements de l'eau

1 — falaise, 2 — plate-forme d'accumulation, 3 — côte rocheuse avec sables et graviers, 4 — zone d'abrasion des sédiments sableux, 5 — zone d'abrasion des sédiments pléistocène, 6 — fond sableux et direction du déplacement des sables, 7 — prédominance des mouvements de l'eau à l'échelle annuelle (I-XII), 8 — fond recouvert d'argiles sablonneuses grises, 9 — fond recouvert d'argiles sablonneuses



Photo 1. Rugie — falaise crétacé : action physique et chimique des eaux de la mer



Photo 2. Warnemünde — l'accumulation de sable provoquée par la construction d'une digue en avant du port



Photo 3. Zingst — falaise pleistocène protégée par les digues



Photo 4. Rozewie — le cap de Rozewie et la regression de la côte



Photo 5. Lisi Jar — l'érosion des côtes et la formation d'une vallée holocène



Photo 6. Chłapowo — témoins rocheux d'une forte régression des côtes

Les fortes influences hydrodynamiques ne sont atténuées que dans la région du banc de Słupsk et sur la plateforme d'accumulation de Łeba. Il existe ici, une relation bien nette entre les matériaux sablonneux du fond, l'exposition du banc, les écoulements des eaux et les dunes de la côte près de Łeba. L'étendue de la zone côtière, faisant face à Łeba, se trouve séparée de la mer ouverte par le banc de Słupsk qui affaiblit les écoulements des eaux vers l'Est. Pour s'écouler du bassin de Bornholm vers le golfe de Gdańsk ou vers le bassin Central, les eaux empruntent l'étroit chenal de Słupsk. Les plus grandes énergies de la mer atteignent la côte polonaise située à l'Est de Łeba dans les environs de Rozewie et Jastrzębia Góra. Ces conditions expliquent que l'étendue au Sud-Est du banc de Słupsk est caractérisée par la diminution de l'énergie des eaux et l'important dépôt des matériaux sablonneux dans la plateforme d'accumulation de Łeba. Il faut dire que, la position du banc de Słupsk sur le chemin principal d'écoulement des eaux vers l'Est, ne correspond pas avec les facteurs hydrodynamiques actuels. La genèse pleistocène du noyau du banc, signalé par D. Piasecki semble donc se confirmer.

La partie à l'Est de Łeba, jusqu'à Rozewie, est caractérisée par une grande efficacité des forces hydrodynamiques qui se manifeste par l'érosion de cette côte. De plus on note les déplacements permanents des matériaux sablonneux en grande masse pouvant aussi provenir de transport de l'Ouest. La plus grande regression des côtes produit par ces forces, se manifeste près de Jastrzębia Góra, Rozewie et Lisi Jar.

Les côtes du golfe de Gdańsk forment une étendue favorable au processus d'accumulation. L'avancée vers le Nord du littoral où se trouve le butte témoin pleistocène (Kępa Swarzewska) attaquée à plusieurs reprises par l'érosion, pendant la période de l'holocène [4], a créé les conditions requises pour la formation du cordon littoral de Hel. L'élargissement soudain de la zone côtière et d'écoulement des eaux dans la partie intérieure du golfe, a créé des conditions d'accumulation favorables sur la partie Ouest du golfe isolée par la presqu'île de Hel. La plus grande quantité de l'eau avec une forte énergie provenant des bassins ouverts parvient jusque la région de Oksywie, Orłowo et se dirige vers l'embouchure de la Vistule. La forte accumulation dans l'embouchure du fleuve affaiblit progressivement l'écoulement des eaux vers l'Est, ce qui a favorisé la formation du banc sablonneux de la Vistule. Le transport des matériaux d'accumulation se fait dans deux directions avec une légère prédominance de la direction Nord Est. L'accumulation diminue progressivement vers le NE parce que dans cette partie, devant le chenal de Bałtijsk, parvient la plus grande quantité d'eau des bassins ouverts. A partir de ce moment, les processus d'érosion l'emportent, l'érosion croit vers le Nord et se manifeste par l'abrasion des environs de Taran dans le cap de Sambia, qui se trouve sur la trajectoire principale d'écoulement des eaux provenant des bassins plus profonds.

L'examen de la zone côtière et de ses conditions hydrodynamiques et géomorphologiques explique aussi la direction Ouest des écoulements des eaux dans le golfe de Poméranie. Les côtes du golfe, protégées par la partie Ouest de la Rugie, pré-



Photo 7. Cetniewo — la destruction des dunes provoquée par la dynamique de la mer



Photo 8. Władysławowo — l'accumulation artificielle des dépôts sableux en avant du port



Photo 9. Świbno — l'embouchure de la Vistule et le contact des eaux maritimes avec les eaux du fleuve



Photo 10. Swietlogorsk — la protection des côtes dans le cap de Sambie



Photo 11. Szewcovo — l'embouchure du fleuve Święta et l'accumulation de sables dans le port

Moskwa, 1967.

7. Басык J. : О связи между циркуляцией атмосферы и движением вод Южно-Балтийского моря. Вестник Ленинградского Университета, т. 12, вып. 2, Ленинград, 1967.



Photo 12. Nida — l'avancement des dunes sur le cordon littoral (Kurskij Zaliv)

N. P. — 91

sentent de nombreux bancs d'accumulation sablonneux, qui bordent la partie occidentale du bassin de Bornholm. Il est certain que la position et la bathymétrie des bancs de sables sont variables, mais les remplacements d'eau dépendront de la profondeur du fond et de l'énergie de la mer. La faible profondeur du golfe et, par conséquent la moindre action dynamique des eaux, ainsi que le tracé de la ligne de côte expliquent :

- la perte d'énergie des eaux entrant dans le golfe,
- les meilleures conditions d'accumulation dans le région des bancs de sables Orla, Odrzana et Rønne,
- le changement local des tendances du déplacement des eaux et des dépôts sablonneux sous l'influence des forces hydrométéorologiques.

Les bancs sablonneux cités ci-dessus, isolent efficacement le bassin de Bornholm des courants Ouest et seules de petites quantités d'eau avec une énergie importante peuvent arriver directement jusqu'aux côtes polonaises. Le bilan des sédiments en déplacement bi-directionnel dans le golfe est donc positif pour cette région et prédominant vers l'Est.

L'analyse comparative des conditions hydrodynamiques et du relief de fond de la zone côtière a démontré leur pleine concordance et leur interdépendance. Les présentes recherches avec leurs résultats peuvent avoir une certaine valeur parce- qu'elles concernent des problèmes peu connus mais importants du point de vue scientifique et économique. Les résultats obtenus peuvent être considérés comme satisfaisants jusqu'à ce qu'elles soient complétées par des observations et les mesures plus précises et directes.

#### CONCLUSIONS

1. La circulation des eaux de la Baltique méridionale est réglée par les mouvements de l'atmosphère selon les saisons. Cette règle a été utilisée pour évaluer les tendances des mouvements de l'eau pour la zone côtière polonaise.

2. Les mouvements de l'eau, dans la zone côtière, restent sous l'influence de la direction et de la vitesse du vent. Cette dépendance, dont le résultat est le mouvement de l'eau parallèle à la ligne côtière, peut être décrite par les relations suivantes :

pendant la circulation cyclonique —  $W = \alpha 6,0 \sqrt{V_{\rightarrow E}}$

pendant la circulation anticyclonique —  $W = \alpha 6,6 \sqrt{V_{\rightarrow W}}$

3. L'eau s'écoulant parallèlement à la côte possède une énergie suffisante pour déplacer les dépôts du fond quelque soit leur classe granulométrique. Ces énergies sont plus grandes dans les systèmes de circulation cyclonique que dans les systèmes anticycloniques.

4. La direction vers l'Est des courants prédomine dans la zone côtière polonaise. C'est seulement dans le golfe de Poméranie que, sous l'influence des conditions locales, on peut observer une tendance inverse de ce mouvement prédominant de l'Est.

5. La morphologie du fond de la Baltique méridionale et de la zone côtière évolue vers un équilibre plus complet entre les processus d'érosion et d'accumulation. Ces derniers demeurent d'une façon permanente sous l'influence de la direction Est du mouvement de l'eau.

6. L'analyse des paramètres hydrodynamiques définis par des directions et des vitesses des courants de surface, en tenant compte de la morphologie du fond et de l'érosion des côtes, démontre leur interdépendance. Le résultat est le façonnement des plate-formes d'accumulation et d'abrasion sur le fond ainsi que le modèle des côtes en relation avec l'énergie des eaux de la mer.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. Ajbułatow N. A. et Szadrin J. E. : Role of discontinuous currents in the transport of sanddrifts near the coastal zone. Trudy instituta okieanologii AN SSSR, n° 53, Moscow, 1961.
2. Bączyk J., Czekańska M. : Zjawiska zlodzenia u polskich wybrzeży Bałtyku. Poz. Tow. Przyj. Nauk, Poznań, 1962.
3. Bączyk J. : Influence des conditions synoptiques sur les courants marins du Golfe de Gdańsk, Cahiers Océanographiques, XV, n° 9, Paris, 1963.
4. Bączyk J. : Génese du presqu'île de Hel sur la base du développement du Golfe de Gdańsk, Baltica, t. 1, Vilnius, 1963.
5. Bączyk J. : La différenciation des masses d'eaux, leur dynamique et les influences atmosphériques dans la Baltique méridionale, Cahiers Océanographiques, XVIII, n° 9, Paris, 1966.
6. Bączyk J. : Wodnyje masy jużnoj Bałtiki i ich osnovnyje swojstwa, Okieanologia, t. VII, 2, Moskwa, 1967.
7. Bączyk J. : O swjazji mieżdu cyrkuliaczej atmosfieri i dwiżenijem wod Jużnoj Bałtiki. Wiestnik Leningradskogo Uniwersiteta, t. 12, wyp. 2, Leningrad, 1967.
8. Bączyk J., Masy wodne Południowego Bałtyku i wpływ ich ruchów na polską strefę przybrzeżną, Wyd. Geol. nr 65, Warszawa, 1968.
9. Brückman R. : Strömungen an der Sud und Ost-Küste des Baltischen Meeres. Forsch. z. Dtsch. Landes und Volkskunde, Band XXII, Stuttgart, 1919.
10. Cooper L. H. N. : The oceanography of the Celtic Sea-Wind drift, Journal Mar. Biol. Assoc. U.K., vol. 141, London, 1961.
11. Demel K. : Wahania poziomu morza przy Helu w uzależnieniu od przebiegu wiatrów, Kosmos, Warszawa, 1930.
12. Ekman V. M. : On the influence of the Earths rotation on ocean currents, Akr. Mat. Fys., n° 2. Bergen, 1905.
13. Grunwald A. : Analiza doświadczeń z piaskiem barwionym w rejonie Władysławowa, Mater. Inst. Mor., Gdańsk, 1964.
14. Hansen W. : Theorie zur Errechnung des Wasserstandes und der Strömungen in Randmeeren nebst Anwendungen. Tellus, H. 8, Berlin, 1956.
15. Hela I. : On the energy exchange between the sea and the atmosphere in the Baltic area. Ann. Acad. Sci. Fen., ser. A, Helsinki, 1951.
16. Johnson J. W. : The littoral drifts problem at the shoreline harbours. Proc. Ann. Soc. Engineer. Journal of Waterways and Harbour, vol. 83. New York, 1957.
17. Karwowski J. : W sprawie morskich prądów powierzchniowych. Arch. Hydrot., t. VII, z. 3. Gdańsk, 1960.
18. Larras J. : Plages et côtes de sable. Eyrolles. Paris, 1957.

19. Lewicki A. : Tory niżów w rejonie Bałtyku. Arch. Hydrot., t. XII, vol. 4. Gdańsk, 1965.
20. Lisitzin E. : Relation entre la pression atmosphérique et le niveau de la mer Baltique. Révue Hydrographique Intern., vol. XXXVIII, n° 2, Monaco, 1961.
21. Longinow W. W. : Dynamika bieriegowej zony bezpreliwnych moriej. Izdatielstwo AN SSSR. Moskwa, 1963.
22. Mandelbaum H. : Discussion of "Evidence for a critical wind velocity for air-sea boundary processes" and "Change in the relationship between wind and surface water movement at highters wind speeds". Trans. Amer. Geoph. Un., N° 30, New York.
23. Mańkowski W. : Makroplanktonowe wskaźniki wlewów wód słonych do Bałtyku. Prz. zool., t. VI, z. 1, Warszawa, 1962.
24. Meissner O. : Einfluss der Zirkulationsänderungen des Luftdruckes auf der Wasserstand der Ostsee. Ann. d. Hydr. u. Marit. Meteor. Berlin, 1941.
25. Münch-Petersen J. : Über Materialwanderungen an den Küsten des Baltischen Meeres. V-te Hydrol. Konf. d. Baltischen Staaten Helsingfors, 1936.
26. Munk W. H. : The solitary wave theory and its applications to surf problems. N. Y. Acad. Sci. Ann., vol. 51, 3, New York, 1949.
27. Orłowa G. A. : Nouvelles recherches sur la dispersion des sables en mer à l'aide des luminophores. Cahiers Océanographiques n° X, Paris, 1964.
28. Pawlidis J. A., Boldyriew W. A. : K woprosu o poslelednikowom razwitji centralnogo uczastka pieszczannogo pobierezja Baltijskogo morja. (w predielach Polskoj Narodnoj Respubliki). Trudy okieanograficeskoj komisiji. t. XIII, Moskwa, 1964.
29. Rossby C. G., Montgomery R. B. : The layer of frictional influence in wind and oceans currents. Pap. Physical Oceanography. vol. 3, New York, 1935.
30. Saint Guily B. : Sur la solution du problème d'Ekman. Hydrographische Zeitschrift, Band 12, Hamburg 1959.
31. Schuliak B. A. : Vitesse de migration des rides et courant de particules au dessus d'un fond à structure périodique. Cahiers Océanographiques. n° VII, Paris, 1962.
32. Semrau I. : Kształtowanie się dna w rejonie klifu rozewskiego. Pr. Inst. Mor., Gdańsk, 1965.
33. Słomianko P. : From works at apply at luminiscent materials to research at littoral drift. Pr. Inst. Mor., Gdańsk, 1965.
34. Słomianko P. : Zagadnienie ochrony klifu rozewskiego. Pr. Inst. Mor., Ser. I. Gdańsk, 1965.
35. Sztokman W. B. : Isledowanija wlijanija wietrow i reliefa dna na rezultatirujuszczuju cyrkuliacju i razpredielenije mas w nieodnorodnom morje. Trudy GOIN AN SSSR, t. 3, Moskwa, 1949.
36. Wiktor K., Wiktor J. : Niektóre właściwości hydrologiczne wód Zatoki Pomorskiej. Pr. Mor. Inst. Ryb., nr 11, A. Gdynia, 1960.
37. Wołkow P. A. : Issledowanija procesow wzaimodiejstwa wołnowogo potoka z dnem. Izdatielstwo Nauka, AN SSSR, Moskwa, 1965.
38. Zenkowicz W. P. : Polsko-sowietskije issledowanija dinamiki pieszczanych morskich pobierezji. Izwiestia AN SSSR, ser. geograficeskaja, nr 3, Moskwa, 1958.
39. Zenkowicz W. P. : Osnovy uczenija o razwitji morskich bieriegow. Izdatielstwo Nauka, AN SSSR, Moskwa, 1962.

## CONFÉRENCES

PUBLICATION DU CENTRE SCIENTIFIQUE  
DE L'ACADÉMIE POLONAISE DES SCIENCES, À PARIS

Directeur du Centre et Rédacteur en Chef

Prof. dr Bolesław Kalabiński

74, rue Lauriston, Paris 16

Tél. 553-51-91

Bulletin : Fasc. 13-16. *Études Coperniciennes*, 1955-1957. Fasc. 17. Adam Klewański et Toulouse, 1959. Fasc. 18/1. J. U. Niemcewicz, 1960.

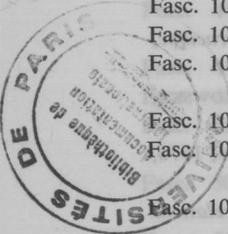
### Conférences :

- Fasc. 19. WITOLD POGORZELSKI, *L'activité scientifique de la section des équations intégrales de l'Institut Mathématique de l'Académie Polonaise des Sciences*, p. 10.
- ARKADIUSZ PIEKARA, *Sur l'effet de la saturation diélectrique et son rôle dans la chimie des composés organiques*, p. 5.
- Fasc. 20. JANUSZ LECH JAKUBOWSKI, *Aperçu des recherches scientifiques concernant la technique des hautes tensions à Varsovie*, p. 24.
- Fasc. 21. KAZIMIERZ LEPSZY, *La Renaissance en Pologne et ses liaisons internationales*, p. 20.
- Fasc. 22. JOZEF HURWIC, *Les méthodes de vulgarisation scientifique dans les pays de l'Est*, p. 20.
- Fasc. 23. JOZEF HURWIC, *Recherches diélectriques sur les interactions moléculaires dans les systèmes liquides à deux composants*, p. 16.
- Fasc. 24. IGOR ANDREJEW, *Le refus des aliments en droit pénal polonais, délit consistant à se soustraire à l'obligation alimentaire*, p. 16.
- Fasc. 25. JANINA ROSEN-PRZEWORSKA, *Les sculptures de Ślęza et le problème celtique en Pologne*, 1962, p. 26.
- Fasc. 26. JERZY STAROŚCIAK, *Problèmes de la codification du droit administratif en Pologne*, 1962, p. 20.
- Fasc. 27. STANISŁAW KOLBUSZEWSKI, *Le théâtre de Stanisław Wyspiański*, 1963, p. 24.
- Fasc. 28. JÓZEF LITWIN, *Les conflits d'attributions entre les organes administratifs et les tribunaux de droit commun d'après un projet de loi polonais de 1962*, 1963, p. 24.
- Fasc. 29. WITOLD CZACHÓRSKI, *L'obligation alimentaire d'après le droit polonais*, 1963, p. 34.
- Fasc. 30. KAZIMIERZ SMULIKOWSKI, *Les éclogites et leur genèse au cours du métamorphisme régional*, 1963, p. 28.
- Fasc. 31. JÓZEF GIEROWSKI, *Nouvelle orientation de la recherche historiographique sur la Silésie 1945-1962*, 1963, p. 19.
- Fasc. 32. PIOTR ZAREMBA, *Les principes du développement des villes portuaires*, 1963, p. 34.
- Fasc. 33. EUGENIUSZ MODLIŃSKI, *Aspects juridiques de la représentation ouvrière dans les entreprises en Pologne*, 1963, p. 20.
- Fasc. 34. JULIUSZ STARZYŃSKI, *Delacroix et Chopin*, 1963, p. 24+16 ill.
- Fasc. 35. BOGUSŁAW LEŚNODORSKI, *Institutions polonaises au siècle des Lumières*, 1963, p. 44.
- Fasc. 36. WITOLD HENSEL, *Méthodes et perspectives des recherches sur les centres ruraux et urbains chez les Slaves VII-VIII siècles*, 1963, p. 88.
- Fasc. 37. WITOLD NÓWACKI, *Sur certains problèmes dynamiques de la thermoélasticité*, 1963, p. 24.
- Fasc. 38. WŁADYSŁAW KURASZKIEWICZ, *L'origine du polonais littéraire*, 1963, p. 13.
- Fasc. 39. STEFANIA SKWARCZYŃSKA, *Mickiewicz et la révolution de Francfort en 1833*, 1963, p. 20.
- Fasc. 40. KALIKST MORAWSKI, *Le roman historique moderne en France*, 1963, p. 20.
- Fasc. 41. PAWEŁ SZULKIN, *Leçons sur la théorie des ondes électromagnétiques*, 1963, p. 112.
- Fasc. 42. STANISŁAW BEREZOWSKI, *Cracovie et sa région. Exemple de méthode de régionalisation économique*, 1964, p. 42.
- Fasc. 43. MARIAN WERAŁSKI, *Le développement du système financier des entreprises d'État en Pologne*, 1963, p. 16.

- CONFÉRENCES
- Fasc. 44. ALEKSANDER GIEYSZTOR, *La Pologne et l'Europe au Moyen Age*, 1963, p. 15.
- Fasc. 45. ZDZISŁAW FEDOROWICZ, *Problèmes de la planification financière dans une économie socialiste*, 1963, p. 16.
- Fasc. 46. STANISŁAW HUECKEL, *Recherches dans le domaine de la mécanique des sols sur modèles réduits*, 1964, p. 52.
- Fasc. 47. KALIKST MORAWSKI, *Le théâtre historique moderne en France*, 1964, p. 40.
- Fasc. 48. KAZIMIERZ DĄBROWSKI, *La désintégration positive. Problèmes choisis*, 1964, p. 64.
- Fasc. 49. STANISŁAW CHRZANOWSKI, *Réfrigération à l'eau et à l'air dans les établissements industriels et les centrales électriques*, 1964, p. 12.
- Fasc. 50. IGNACY ADAMCZEWSKI, *Sur le mécanisme de l'ionisation et de la conductibilité électrique dans les liquides diélectriques*, 1964, p. 56.
- Fasc. 51. HENRYK STAMATELLO, *Construction de souterrains pour collecteurs sous la Vistule à Varsovie*, 1964, p. 16.
- Fasc. 52. LAURA KAUFMAN, *La « métamorphose » chez le pigeon. Températures biocinétiques et viscosité du sérum sanguin chez les vertébrés*, 1964, p. 36.
- Fasc. 53. ZOFIA LIBISZOWSKA, *Certains aspects des rapports entre la France et la Pologne au XVII<sup>e</sup> siècle*, 1964, p. 36.
- Fasc. 54. STANISŁAW HUECKEL, *Sur les recherches scientifiques polonaises dans le domaine de l'hydraulique maritime. Calcul de la flottabilité des caissons à fond*, 1964, p. 44.
- Fasc. 55. JANINA KULCZYCKA-SALONI, *Zola en Pologne*, 1964, p. 16.
- Fasc. 56. WITOLD CZACHÓRSKI, *Droit de famille des pays socialistes européens*, 1965, p. 24.
- Fasc. 57. KAZIMIERZ DĄBROWSKI, *Personnalité, psychonévroses et santé mentale d'après la théorie de la désintégration positive*, 1965, p. 40.
- Fasc. 58. TADEUSZ KOTARBIŃSKI, *Les origines de la praxéologie*, 1965, p. 18.
- Fasc. 59. ZBIGNIEW BĄKOWSKI, *Adénosinotriphosphatases nucléaires dans le foie normal, en voie de régénération, dans l'hépatome et après irradiation*, 1965, p. 14+ill.
- Fasc. 60. KAZIMIERZ DĄBROWSKI, *Psychothérapie des névroses et des psychonévroses et l'instinct de la mort, d'après la théorie de la désintégration positive*, 1965, p. 24.
- Fasc. 61. LEON ZAWADOWSKI, *Le rapport sémantique objectif. Fonction de la substance dans la langue*, 1965, p. 30.
- Fasc. 62. MARIAN WERAŁSKI, *Le budget de la République Populaire de Pologne, son rôle, sa structure et sa technique*, 1965, p. 18.
- Fasc. 63. JERZY STAROŚCIAK, *La participation des citoyens à l'exercice de l'administration dans la République Populaire de Pologne*, 1965, p. 16.
- Fasc. 64. ALEKSANDER LISOWSKI, *Application des systèmes d'analogie électrique à l'étude des poutres et portiques bi- et tridimensionnels à angles quelconques*, 1966, p. 22.
- Fasc. 65. ZDZISŁAW STIEBER, *Les relations historiques entre les langues slaves de l'Est et de l'Ouest*, 1966, p. 12.
- Fasc. 66. RYSZARD WŁODARSKI, MICHEL CABIAC, *Etudes et expériences récentes concernant la détermination de l'échauffement transitoire des câbles enterrés*, 1967, p. 52.
- Fasc. 67. ZDZISŁAW KORZEC, *Méthodes d'analyse des propriétés dynamiques des dispositifs semi-conducteurs*, 1967, p. 18.
- Fasc. 68. CZESŁAW PODRZUCKI, *Les recherches polonaises sur l'emploi du coke moulé aux cubilots à vent froid et à vent chaud*, 1967, p. 22.
- Fasc. 69. HENRYK BUCHOWSKI, *Associations dans les liquides*, 1967, p. 18.
- Fasc. 70. TADEUSZ ADAMSKI, *Observations sur la croissance des cristaux par la méthode de la précipitation synchronisée*, 1968, p. 16.
- Fasc. 71. ROMAN S. INGARDEN, *Notion de température et pompage optique*, 1968, p. 18.
- Fasc. 72. KRYSZYNA POŻARYSKA, *Recherches sur les couches du tertiaire inférieur en Europe épiconinentale*, 1968, p. 16.

- Fasc. 73. MARIAN WEISS, *Les nouvelles possibilités de la rééducation des amputés — M.A.I.M.*, 1969, p. 24.
- Fasc. 74. ANDRE GUINIER, *L'oeuvre de Marian Smoluchowski*, p. 7. MACIEJ SUFFCZYŃSKI, *Corrélations coulombiennes dans un gaz électronique*, 1969, p. 11.
- Fasc. 75. JAN W. MOLL, *Les récents progrès dans le problème du diagnostic en chirurgie thoracique*, 1969, p. 37.
- Fasc. 76. JACQUES FILLACIER, BERNARD LASSUS, BOGDAN URBANOWICZ, ZOFIA SZYDŁOWSKA, *Recherche et application de la couleur dans ses rapports avec l'homme*, 1969, p. 35.
- Fasc. 77. LEON JAMROZ, *Recherches expérimentales sur les critères de résistance de la fonte*, 1970, p. 33.
- Fasc. 78. EDMUND CIEŚLAK, *Résidents français à Gdańsk au XVII<sup>e</sup> siècle. Leur rôle dans les relations franco-polonaises*, 1969, p. 19.
- Fasc. 79. ERAZM ZABIELLO, *Développement de l'industrie de construction navale en Pologne*, p. 12. WOJCIECH ORSZULOK, *Recherches et activités scientifiques de l'industrie de construction navale en Pologne*, 1970, p. 9.
- Fasc. 80. WITOLD NOWACKI, *Les problèmes dynamiques d'élasticité asymétrique*, 1970, p. 26.
- Fasc. 81. WOJCIECH KRZYSZTOF NOWACKI, *Sur certains problèmes aux limites des ondes élasto-visco-plastiques*, 1969, p. 21.
- Fasc. 82. WŁODZIMIERZ DERSKI, *Problèmes de la consolidation des milieux poreux sous une charge* 1969, p. 28.
- Fasc. 83. BEATA BOGDANIKOWA, *Les possibilités de l'immunosuppression*, 1970, p. 14.
- Fasc. 84. IRENA WOJNAR, *L'art comme instrument pédagogique intégral*, 1970, p. 35.
- Fasc. 85. ALEKSANDER KRUPKOWSKI, ZDZISŁAW PONIEWIERSKI, *Caractéristique des alliages de fonderie Al-Zn-Mg-Fe*, p. 10, *Sur la modification des alliages Al-Si*, 1970, p. 8.
- Fasc. 86. KAZIMIERZ DZIUNIKOWSKI, *Mécanisation et automatisation dans l'industrie houillère* 1970, p. 16.
- Fasc. 87. *Aménagement de la montagne. Compte-rendu du III Colloque franco-polonais de géographie, mai 1969*, 1971, p. 228.
- Fasc. 88. WŁADYSŁAW POŻARYSKI, *Problèmes paléogéographiques de la bordure de la plate-forme de l'Europe Orientale en Pologne*, p. 11. KRYSZYNA POŻARYSKA, *La limite crétacé-tertiaire en Pologne*, 1971, p. 16.
- Fasc. 89. CZESŁAW KAJDAS, *Sur la composition et la structure des hydrocarbures lourds du pétrole*, 1971, p. 28.
- Fasc. 90. STEFAN KIENIEWICZ, *Les insurrections polonaises du XIX<sup>e</sup> siècle et le problème de l'aide de la France*, 1971, p. 19.
- Fasc. 91. KRYSZYNA WIDY-KIERSKA, *Les isoenzymes de la lactico-déhydrogénase dans le serum des malades atteints de cancers de l'appareil génital*, 1971, p. 22.
- Fasc. 92. JANUSZ GRONIEWSKI, *Membrane de revêtement des alvéoles pulmonaires*, 1972, p. 31.
- Fasc. 93. FLORENTYNA ŁABISZEWSKA-JARUZELSKA, CZESŁAW SADLIŃSKI, AGNIESZKA PISULSKA-OTREMBA, ELŻBIETA MANSFELD, IRENA ŁYŻYCZKA, *Etude du bec-de-lièvre chez les enfants*, 1945, p. 44.
- Fasc. 94. IRA KOŹNIEWSKA, *Renouvellement et investissement d'un parc de machines*, 1972, p. 15.
- Fasc. 95. ALEKSANDER KRUPKOWSKI, ZDZISŁAW PONIEWIERSKI, *Applications des éprouvettes à dimensions réduites dans l'essai des résiliences métaux*, 1972, p. 16.
- Fasc. 96. TADEUSZ ŁĘPKOWSKI, *Sociétés et nations latino-américaines*, 1972, p. 16.
- Fasc. 97. STANISŁAW LORENTZ, *Reconstruction du Château Royal de Varsovie*, 1972, p. 37.
- Fasc. 98. KRZYSZTOF DUNIN-WĄSOWICZ, *La résistance dans les camps de concentration nazis*, 1972, p. 11.
- Fasc. 99. STEFAN KIENIEWICZ, *Les chances de l'insurrection polonaise de 1863*, 1973, p. 17.
- Fasc. 100. JAN KACZMAREK, *Politique scientifique et recherche en Pologne*, 1972, p. 68.

BOIC



- Fasc. 101. AGNIESZKA MUSZYŃSKA, *Vibrations non linéaires des arbres tournants*, 1973, p. 19.
- Fasc. 102. MARIA KRZEMIŃSKA-PAKUŁA, JEAN LÉON GUERMONPREZ, *Intérêt des phonomécanogrammes et de la ventriculographie à l'évaluation de contractilité myocardique*, 1973, p. 13.
- Fasc. 103. KRYSZYNA ZAWILSKA, *Le rôle de plaquettes sanguines dans l'inflammation*, 1973, p. 19.
- Fasc. 104. PIOTR PERZYNA, *Théorie physique de la viscoplasticité*, 1974, p. 26.
- Fasc. 105. KRZYSZTOF DUNIN-WĄSOWICZ, *La résistance polonaise et l'insurrection du ghetto de Varsovie*, 1974, p. 16.
- Fasc. 106. JEAN PAUL PALEWSKI, *Nicolas Copernic*, 1974, p. 19.
- Fasc. 107. HENRYK SZARSKI, *L'importance des mécanismes de rétroaction positive au cours de l'évolution*, 1974, p. 10.
- Fasc. 108. MARIAN WERAŁSKI, *Tendances du développement des systèmes fiscaux dans les pays socialistes*, 1974, p. 14.
- Fasc. 109. JAN SZCZEPAŃSKI, KAZIMIERZ ŻYGULSKI, WITOLD KIEŻUN, SALOMEA KOWALEWSKA, *La science et la société*, 1975, p. 55.
- Fasc. 110. ZYGMUNT RYBICKI, WŁADYSŁAW BAKA, *La science polonaise. I.*, 1975, p. 30.
- Fasc. 111. JAREMA MACISZEWSKI, MARIAN WOJCIECHOWSKI, STANISŁAW LORENTZ, BOGDAN SUCHODOLSKI, *La science polonaise. II.*, 1976, p. 60.
- Fasc. 112. OSKAR STARZEŃSKI, *Les prévisions basées sur le modèle économétrique d'entrées-sorties*, 1976, p. 22.
- Fasc. 113. STANISŁAW HUECKEL, *Sur les recherches scientifiques polonaises dans le domaine de l'océanographie et de l'hydrotechnique maritime*, 1976, p. 36.
- Fasc. 114. FRANCISZEK RYSZKA, *Le fascisme européen. Diversité et communauté*, 1977, p. 19.
- Fasc. 115. JAN DOBROWOLSKI, *Recherches sur nouveaux composés du tellure et de l'or*, 1977, p. 19.

