

5307

# **PLAN SIGMA**

**pour la  
protection du bassin  
de l'Escaut maritime  
contre  
les marées-tempête  
de la mer du nord**

**1977**

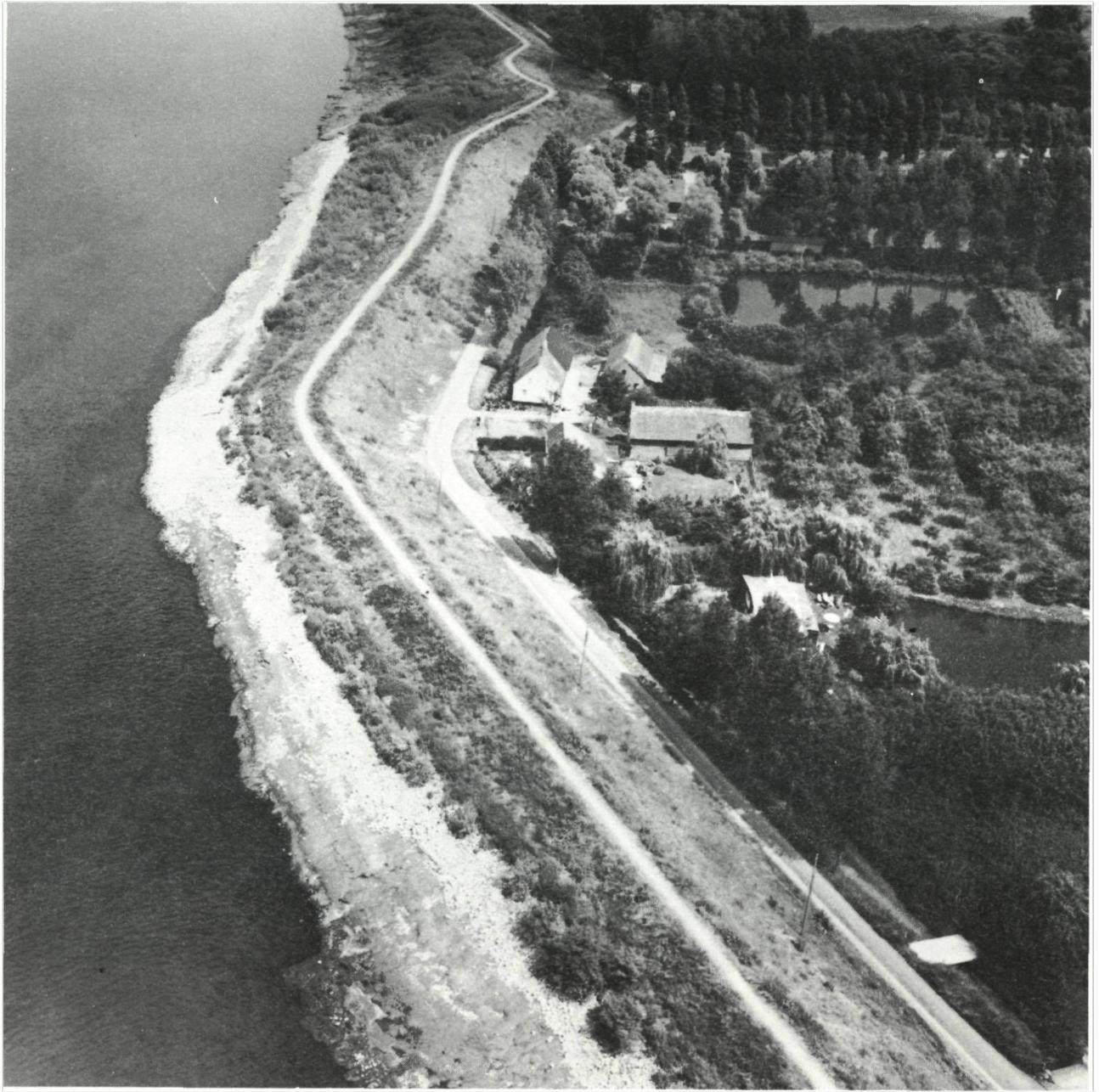
5307

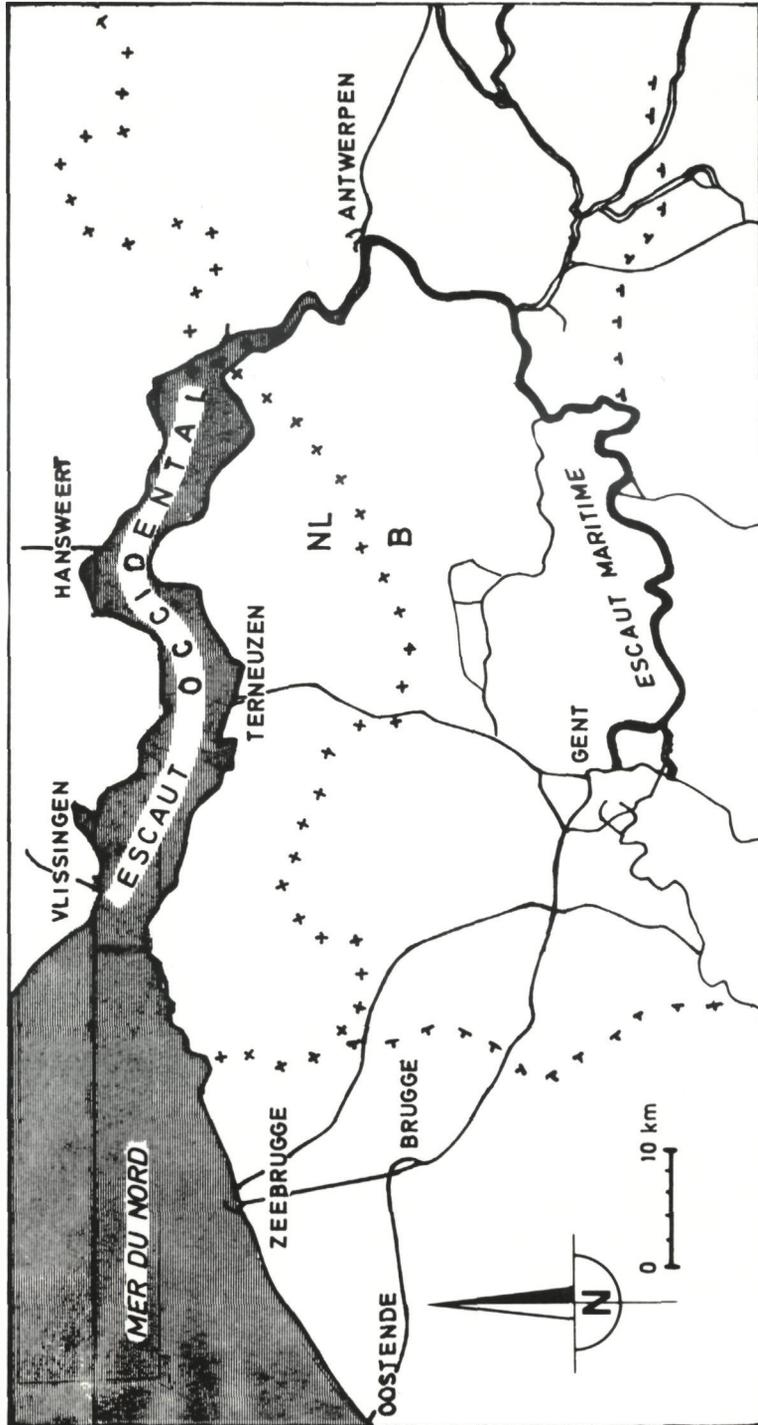
b 2487

0307 002 5766  


**PROTECTION DU BASSIN  
DE L'ESCAUT MARITIME  
CONTRE  
LES MAREES-TEMPETE  
DE LA MER DU NORD**

3719





## TABLE DES MATIERES

	Page
I. <u>Introduction</u>	1
Causes, définition et historique de la marée-tempête. But de la note.	
II. <u>Dangers d'une marée-tempête dans un fleuve endigué.</u>	5
a) surélévation du niveau des eaux	5
b) choix de l'emplacement des habitations	5
c) qualité des digues	6
d) hauteur des digues et probabilité de débordement	6
Bilan des marées-tempête de 1953 et 1976	8
III. <u>Réalisations depuis le 1er février 1953 à ce jour.</u>	9
IV. <u>Limites de la politique d'exhaussement des digues.</u>	12
a) augmentation corrélative du niveau des marées-tempête	12
b) danger de la montée du niveau des marées-tempête pour les villes riveraines de l'Escaut	14
c) recommandations de la Commission spéciale pour l'étude des mesures de prévention du danger d'inondation	17
V. <u>Autres procédés de protection du bassin de l'Escaut maritime.</u>	20
a) création de réservoirs d'inondation	20
b) études pour la construction d'un barrage-tempête	22
c) conclusions des études en laboratoire	28
VI. <u>Proposition globale pour la protection du bassin de l'Escaut maritime.</u>	31
1) limitation de la hauteur de crête des digues	31
2) création de réservoirs d'inondation	31
3) exhaussement des digues jusqu'à la cote 8.00 m	32
4) consolidation des digues	32
5) amélioration de l'évacuation des eaux de crue et création de bassins d'attente	33
6) nécessité de la construction d'un barrage-tempête à Oosterweel	33
7) nécessité de la construction d'un barrage-tempête à Niel	35
8) adaptation et développement du réseau de digues existant	36
ANNEXES :	37
Tableaux I à VI	38
Plans 1 à 4	50
Lexique	55

## I. INTRODUCTION

Un vent de tempête (de force 8, ou plus, à l'échelle de Beaufort) soufflant pendant assez longtemps (6 à 12 h = tempête; plus de 12 h = tempête exceptionnelle) de direction O.N.O. à N.O. provoque à la côte belge un relèvement, d'une hauteur de 2 à 3 mètres, du plan d'eau de la mer, ainsi qu'une houle dont la période varie de 8 secondes (en cas de tempête) à 10 ou même 12 secondes (en cas de tempête exceptionnelle), et dont l'amplitude atteint : à marée basse 6 mètres, à marée haute 8 mètres.

Indépendamment des effets dynamiques du vent, la basse pression dans la zone de tempête y fait monter le niveau de la mer de 0,40 à 0,50 m (13,3 mm d'eau par mm de baisse de la pression atmosphérique sous 760 mm de mercure).

Cette hausse du plan d'eau le long de la côte crée une onde qui remonte l'Escaut occidental et l'Escaut maritime en y accroissant considérablement le niveau des marées.

De l'importance de cet accroissement de hauteur et de la force de la marée du moment (vive-eau lors de la nouvelle et de la pleine lune; morte-eau lors du premier et du dernier quartier de la lune) dépend la formation d'une marée-tempête normale ou exceptionnelle.

Par ailleurs, d'autres facteurs contribuent encore à l'effet de marée-tempête dans le fleuve :

- a) le relèvement du plan d'eau sous l'action du vent soufflant de direction O.N.O. sur les eaux de l'Escaut occidental;
- b) les antécédents de la marée-tempête, et plus spécialement le niveau de remplissage du lit du fleuve par la marée basse qui précède la marée haute de marée-tempête;
- c) les facteurs dynamiques du mouvement de l'eau; la morphologie des bancs et des chenaux; etc.

La combinaison des paramètres astronomiques, météorologiques, hydrauliques et morphologiques fait que l'influence de deux marées-tempête sur les niveaux d'eau le long d'un fleuve n'est jamais la même.

Donc, sans connaître l'influence de tous les éléments constitutifs d'une marée-tempête, il est impossible de conclure, si, à un endroit donné, deux marées-tempête provoquent :

- 1) des hauteurs d'eau égales : qu'il en sera de même à un autre endroit;
- 2) des hauteurs d'eau d'une différence connue : que cette différence sera la même à un autre endroit.

Deux marées-tempête ne sont donc jamais semblables.

Sur l'Escaut maritime, les marées-tempête sont classées en deux catégories suivant le niveau d'eau atteint à Anvers :

- marée-tempête normale : de 6,50 m à 6,99 m
- marée-tempête exceptionnelle : 7 m et plus.

A Anvers, les quais (cote 6,85 m à 7,20 m) de l'Escaut sont donc progressivement submergés dès que le niveau de l'eau atteint la cote 6,85 m, et le quartier riverain de la ville est inondé au prorata de la hauteur et de la durée de la crête de la marée-tempête.

Les marées-tempête n'ont pas toujours atteint de tels niveaux dans le bassin de l'Escaut maritime. Ce n'est qu'à partir du 9ème siècle, lors de la transgression dunkerquienne III a, que le "Honte" (l'actuel Escaut occidental) s'est, par des ruptures du cordon de dunes, créé une issue vers la mer et que la marée s'est propagée vers l'intérieur des terres jusque dans l'Escaut maritime.

Au fur et à mesure de la pénétration de la marée à l'intérieur des terres, le lit de l'Escaut s'est élargi et les niveaux d'eau s'y sont relevés, contraignant les riverains à construire des digues pour protéger leurs terres contre les eaux et la salinisation.

Plus tard, dans le but de gagner des terres, l'homme a endigué les "schorres" partiellement envasés; et, au fil du temps, les digues de l'Escaut ont été progressivement exhausées et consolidées de l'aval vers l'amont.

La présente note attire l'attention sur l'aggravation du danger de la marée-tempête et sur le pourquoi de la nécessité de limiter le rehaussement des digues; elle indique aussi, en plus des travaux exécutés durant ces dernières années et qui nous donnent une idée des efforts déjà réalisés pour protéger le bassin de l'Escaut maritime contre les inondations, les études qui ont été faites afin de promouvoir la politique globale des travaux de l'avenir.

## **II. DANGERS D'UNE MAREE-TEMPETE DANS UN FLEUVE ENDIGUE**

### a) SURELEVATION DU NIVEAU DES EAUX.

La concentration des eaux du flot, ou du jusant, dans un lit enserré de digues, y fait monter le niveau d'eau et en cause l'érosion. Il en résulte une baisse du niveau des marées basses et une augmentation du niveau des marées hautes, donc une augmentation de l'amplitude; comme la tempête augmente encore cette hauteur des eaux, quand une digue se rompt la zone inondée s'étend sur plusieurs kilomètres à l'intérieur des terres, comme en témoigne la carte ci-jointe.

L'affaissement des terres basses et l'élévation de la hauteur du niveau moyen de la mer (0,25 m à 0,30 m par siècle) sont aussi des facteurs qui contribuent à l'augmentation des surfaces inondables.

### b) CHOIX DE L'EMPLACEMENT DES HABITATIONS.

Primitivement, les riverains construisaient de préférence leurs villages au-dessus du niveau des plus hautes eaux, sur des mamelons de sable appelés "donken"; mais, trompés par la sécurité apparente des digues, ils vont pourtant aussi, et de plus en plus, construire dans des zones situées sous le niveau des marées hautes, ce qui occasionne des dégâts importants en cas de rupture des digues.

### c) QUALITE DES DIGUES.

Elevées depuis le 12ème siècle et progressivement exhausées et consolidées, souvent à l'aide de moyens primitifs, par chaque génération, les digues de protection s'étendent sur des centaines de kilomètres et présentent des points faibles dûs :

- soit à la mauvaise qualité du corps de la digue;
- soit à son profil;
- soit à l'incorporation de constructions ou d'ouvrages d'art;
- soit à la hauteur insuffisante de sa crête dont le niveau de relèvement est toujours en retard sur celui de la marée-tempête.

La longueur des digues capitales dont l'entretien incombe à l'Etat atteint 481 km, et il est inévitable que, sur une telle longueur, il puisse exister des points faibles qui cèdent après submersion par une marée-tempête exceptionnelle.

### d) HAUTEUR DES DIGUES ET PROBABILITE DE DEBORDEMENT.

Une digue est construite à une hauteur déterminée d'après les caractéristiques locales et les possibilités financières, en prévision d'un niveau donné de marée-tempête ou d'une certaine fréquence de débordement.

Le niveau de marée-tempête pour lequel la digue a été construite n'est cependant jamais le plus haut qui peut être atteint, et il existe donc toujours un risque de submersion, aussi petit soit-il .

Une comparaison entre la possibilité de débordement des digues aux Pays-Bas et en Belgique suffit pour caractériser le degré de sécurité dans le bassin de l'Escaut maritime.

En territoire hollandais, le long de l'Escaut occidental, la hauteur de crête des digues, qui a été fixée en fonction d'une probabilité de débordement de 1/40 par siècle, est encore rehaussée en prévision de l'élévation continue du niveau moyen de la mer, des vagues et de l'affaissement du sol, d'une "surhauteur" de l'ordre de 0,50 m.

Actuellement, en amont d'Anvers, dans le bassin belge de l'Escaut maritime, les crêtes des digues n'atteignent pas la cote 8,00 m et lui sont parfois très inférieures (voir plan-annexe 1).

Or, même avec un niveau de crête à 8,00 m, la probabilité de débordement atteint 1/2 par siècle.

Elle est donc considérablement supérieure à la norme hollandaise de 1/40 par siècle et, en plus, elle ne tient aucun compte de la "surhauteur".

Si enfin l'on tient compte de la qualité des digues existantes, de leur manque d'uniformité, de certaines zones de transition peu résistantes, des constructions et ouvrages d'art qui y sont incorporés, il faut conclure que la protection du bassin de l'Escaut maritime est actuellement fort précaire.

Pour concrétiser le danger de ce qu'il peut arriver en cas de marée-tempête, le tableau ci-dessous donne le bilan des deux marées-tempête des 1er février 1953 et 3 janvier 1976 encore présentes à la mémoire :

BILAN DES MAREES-TEMPETE DE 1953 & 1976				
	1953		1976	
	Province d'Anvers	Province de Fl. orientale	Province d'Anvers	Province de Fl. orientale
Morts	6	-	1	-
Surface inondée (ha)	10.400	9.555	1.613	536
Nombre de maisons d'habitation inondées	6.157	1.993	1.507	245
Nombre d'entreprises industrielles sinistrées	inconnu		110	12
Exploitations agricoles et horticoles sinistrées	inconnu		55	75
Frais de réparation des dommages au domaine de l'Etat (en millions de francs)	596 niveau des prix 1953		865 niveau des prix 1976	

### **III. REALISATIONS DU 1er FEVRIER 1953 A CE JOUR**

A défaut d'une autre politique, et à cause de crédits insuffisants, on s'est limité jusqu'à présent à des rehaussements et à des renforcements continuels et partiels des digues, selon qu'elles étaient submergées, rompues ou menaçaient de rompre ou risquaient d'être submergées.

Il est en outre souvent arrivé que priorité et satisfaction aient dû être accordées à l'Administration la plus opiniâtre ou la plus influente, sans que les travaux les plus urgents puissent être effectués.

Depuis les inondations catastrophiques de 1953, et malgré toutes ces imperfections, le Service de l'Escaut maritime a cependant exécuté un grand nombre de travaux qui ne peuvent être tous énumérés ici, mais dont le tableau I (en annexe) donne le coût par année et par rivière soumise à l'action de la marée.

Les tableaux II à IV (en annexe) donnent en particulier pour les années 1976 et 1977 les grandes lignes des travaux réalisés et à exécuter prochainement.

Le résultat tangible de ces travaux sera traité au chapitre IV ci-après.

En plus de ces travaux, les dispositions suivantes ont été prises :

1. L'article 102 de la loi du 3 juin 1957 sur les Polders habilite l'Etat à améliorer d'office les digues privées et de polders dans cette circonscription; ce qui constitue tant un avantage par plus d'uniformité dans la politique poursuivie, qu'un désavantage certain à cause du désintérêt des Administrations des Polders se sentant, de ce fait, de plus en plus déchargées de la conservation et des travaux d'entretien de leurs digues.
2. Un système d'alerte fonctionne depuis 1959. Il a pour but d'alerter, environ 5 heures avant la marée haute de marée-tempête, les personnes compétentes des Administrations (Etat, Provinces, Communes, Polders et Ports) du bassin de l'Escaut maritime menacé d'inondation, ainsi que l'Armée et la Protection civile.
3. Depuis sa création en 1963, la Protection civile assiste la population et contribue aux secours qui lui sont prodigués lors d'inondation catastrophique.
4. La loi du 12 juillet 1976 règle la réparation de certains dommages causés aux biens privés par les calamités naturelles.
5. Le conseil des Ministres a décidé, en octobre 1976, qu'en amont d'Anvers la cote de la crête des digues des rivières soumises à l'action de la marée devra au moins être 8,00 m, et que le sommet du muret projeté le long des quais de l'Escaut à Anvers devra être à la cote 8,35 m avec possibilité d'exhaussement jusqu'à 8,50 m.

6. Une étude a été entreprise pour :

- a) adapter la législation aux besoins de la nouvelle politique des digues;
- b) rechercher les moyens d'améliorer et d'accélérer le système d'alerte et d'obtenir une meilleure coordination des travaux en cas d'inondation.

#### **IV. LIMITES DE LA POLITIQUE D'EXHAUSSEMENT DES DIGUES SUIVIE JUSQU'À PRÉSENT**

L'exhaussement et la consolidation des digues ne sauraient être poursuivis indéfiniment, car :

- a) rehausser une digue pour la rendre insubmersible crée une augmentation corrélative du niveau des marées-tempête exceptionnelles et leurs débordements peuvent devenir catastrophiques, surtout dans les régions amont des rivières soumises à l'action de la marée, là où la surélévation du niveau de ces marées empêche l'écoulement normal des eaux de crue.

Une étude effectuée par le Laboratoire de Recherches hydrauliques (voir annexe 2) sur le modèle mathématique de l'Escaut maritime a montré que si les digues étaient rendues insubmersibles et indestructibles entre Gentbrugge et la frontière belgo-néerlandaise, le niveau de marée haute de marée-tempête atteint à Anvers reste pratiquement constant jusqu'à Termonde, à partir d'où il baisse légèrement (0,30 m à 0,60 m) jusqu'à Gentbrugge, cette baisse étant absorbée et même transformée en hausse en cas de fort débit d'amont.

Un phénomène identique se produit d'ailleurs sur les affluents de l'Escaut maritime qui sont soumis à l'action de la marée.

La tendance à s'élever qu'ont les niveaux de marée haute de marées-tempête dans les régions soumises à l'action de la marée, et surtout dans leurs parties amont, a été confirmée par les marées-tempête survenues depuis 1953.

Par rapport aux niveaux de marée haute de marées-tempête à Anvers, on constate jusqu'à présent une baisse des niveaux enregistrés en amont de cette ville. Cependant, cette différence s'amenuise avec le temps.

Ce phénomène est principalement dû à la réduction du nombre des débordements, consécutive aux travaux de consolidation et de rehaussement (énumérés au tableau I), qui ont été réalisés aux digues.

Le rehaussement du niveau des hautes eaux n'est cependant pas uniquement dû aux digues, mais aussi au fleuve lui-même dont la morphologie est en évolution continue, ainsi qu'à l'élévation constante du niveau moyen des mers.

Il ressort des observations de marée de la période de 1891 à 1970 que, par décennie, le niveau moyen des marées hautes s'élève de :

6 cm environ à Anvers;

10 cm à l'embouchure du Rupel, à Lierre et à Malines;

14 cm à Gentbrugge.

On peut donc raisonnablement admettre que les niveaux des marées-tempête s'élèvent aussi des mêmes quantités.

- b) La montée continue des niveaux des marées hautes de marées-tempête pose incontestablement des problèmes aux villes comme :

Lierre, Malines, Termonde, Wetteren, Gand situées dans la zone d'influence de la marée en amont d'Anvers et qui peuvent recevoir d'importants débits de crue.

La situation de Gand est particulièrement précaire, car cette ville reçoit la partie des eaux de crue de la Lys et de l'Escaut qui ne peut être évacuée par les canaux de : Bruges-Ostende, Schipdonk-Heist et Gand-Terneuzen; or, les travaux d'amélioration actuellement en cours sur la Lys et sur le Haut Escaut sont de nature à augmenter le débit des eaux de crue, sans que sa possibilité d'évacuation par les canaux précités n'en soit améliorée pour autant et, dans un proche avenir, le débit à évacuer par l'Escaut maritime pourrait dès lors dépasser les 400 m<sup>3</sup>/sec.

Le modèle mathématique a mis en évidence que pour des débits d'amont de 300 m<sup>3</sup>/sec, 226 m<sup>3</sup>/sec, et que même pour un débit nul, les marées-tempête qui remontent l'Escaut enserré de digues insubmersibles y provoqueraient des niveaux d'eau inadmissibles à Gand.

Le tableau ci-après indique les niveaux d'eau des marées-tempête pour des fréquences de débordement données :

Probabilité, par siècle, de débordement de la marée-tempête	Niveau de la marée-tempête à Merelbeke (en aval de Gand) en fonction du débit		
	0 m <sup>3</sup> /sec	226 m <sup>3</sup> /sec	300 m <sup>3</sup> /sec
10	6,05 m	6,92 m	7,25 m
1	6,35	7,22	7,55
0,1	6,90	7,77	8,10
0,01	7,40	8,27	8,60

A fortiori, un débit de 400 m<sup>3</sup>/sec provoquerait donc un niveau de marée-tempête encore plus élevé.

A Gand, à cause du refoulement des eaux d'égouts, beaucoup de caves sont immergées dès que l'Escaut atteint la cote de 5,00 m et certaines rues sont inondées au niveau de 6,00 m.

Un niveau d'eau de 6,70 m, comme celui atteint en 1966, est cause de désastre.

Il est donc évident que les cotes mentionnées au tableau ci-avant sont catastrophiques. Il faut donc limiter le relèvement du niveau des eaux de l'Escaut et, par conséquent, l'endiguement.

Les villes de Lierre et Malines ont des problèmes analogues.

Dans d'autres villes et régions, le rehaussement des digues est entravé par les impossibilités locales d'expropriation et de réalisation de certains travaux d'infrastructure, ainsi que par les restrictions dues aux conditions particulières d'endroits où la crête des digues ne peut dépasser la cote de :

- 8,00 m ..... à Malines;
- 8,50 m ..... le long de la rive droite du Rupel,  
à cause de la densité des construc-  
tions et des installations industrielles;
- 8,00 m à 8,50 m .. à Tamise, à cause du chantier naval  
"Boel";
- 9,00 m ..... sur les deux rives de l'Escaut entre  
Tamise et Anvers, à cause des nom-  
breux chantiers navals et entreprises  
industrielles;
- 8,35 m ..... pour le muret à construire à Anvers  
le long des quais de l'Escaut, pour  
des raisons d'esthétique urbaine.

De plus, c'est justement dans les villes que se trouvent les zones habitées les plus importantes et les plus grosses installations industrielles du bassin de l'Escaut maritime, ce qui empêche d'y surélever les digues au-dessus de la cote 8,00/8,50 m.

Ces villes et régions seraient donc, en cas de marée-tempête exceptionnelle, inondées avant celles protégées par des digues dont la cote de crête dépasse 8,00/8,50 m, ce qui est inacceptable.

Par conséquent, l'exhaussement des digues a une limite

située entre 8,00 m et 8,50 m selon la surélévation nécessaire.

A cette hauteur de crête correspond cependant une probabilité de débordement encore trop élevée. Elle est donc trop basse pour la protection optimum du bassin de l'Escaut maritime.

En général, on peut dire que si un rehaussement local des digues diminue bien le risque d'inondation des régions qu'elles protègent, il en est d'autant plus augmenté dans les zones riveraines adjacentes, et surtout amont, où les digues n'ont pas été surélevées car :

- 1) le niveau des marées hautes s'élève d'année en année;
- 2) l'endiguement provoque une surélévation supplémentaire du niveau d'eau due à la diminution de la largeur du lit du fleuve, donc de sa capacité d'emménagement d'eau.

c) "COMMISSION SPECIALE POUR L'ETUDE DES MESURES DE PREVENTION DU DANGER D'INONDATION".

Cette commission installée après la marée-tempête de 1953, a tiré les conclusions suivantes qui restent toujours d'actualité :

la conséquence de l'exhaussement général des digues serait évidemment le relèvement du niveau des marées hautes de marée-tempête; ce qui augmenterait considérablement le danger d'inondation des régions du bassin de l'Escaut maritime où aucune protection ne peut pratiquement être réalisée :

- 1) Les installations industrielles de : Hoboken, Hemiksem, Boom, Niel, Rumst, ...etc;
- 2) les groupes d'habitations de : Steendorp, Rupelmonde, St Amand, Baasrode, ...etc;
- 3) les quais bas de : Hamme, St Amand, Boom, ...etc.

En outre, un endiguement complet ferait monter considérablement le niveau des marées hautes dans la partie amont du bassin soumis à l'action de la marée, en tout cas en beaucoup plus grande proportion que dans sa partie aval; et, surtout si la marée-tempête coïncidait avec une crue, augmenterait le danger d'inondation des villes de : Lierre, Malines, Lokeren, Gand.

Le caractère de désastre de la marée-tempête du 1er février 1953, qui a rompu certaines digues, est plus dû à l'inondation prolongée (plusieurs semaines, voire même des mois) de régions entières, qu'au débordement des digues et à la mise sous eau de polders inhabités.

Or, les événements de février 1953 ont montré que les digues à large crête et celles ayant une "berme" le long du talus intérieur n'ont subi que des dégâts négligeables, et que dans les régions où seuls des débordements ont eu lieu (sans rupture de digue ou formation de brèche), la hauteur d'eau dans les polders inondés a été très petite, l'inondation elle-même n'ayant duré que quelques heures.

C'est pourquoi l'avis de l'Administration est que, pour ne pas compromettre la sécurité de certaines régions, il

est, en principe, indiqué de ne pas y exhausser systématiquement des digues dont le rehaussement est difficile ou pratiquement impossible et ne donnerait qu'une protection précaire.

Si l'on adoptait cette politique, il faudrait s'assurer que ces digues "submersibles" puissent supporter les débordements sans danger de rupture, et donc leur donner un profil spécialement adapté à cette nouvelle condition.

Seuls quelques cas particuliers peuvent faire exception à ce principe de la "Submersibilité" des digues; ainsi, la protection des écluses d'évacuation et des régions à densité raisonnable d'habitation sera assurée par des digues rendues localement insubmersibles.

La solution proposée, qui consiste, à quelques exceptions près, à rendre les digues "submersibles", offre de plus l'avantage de pouvoir être réalisée graduellement pendant les années à venir; et si plus tard il s'avérait possible de construire un barrage-tempête sur l'Escaut, les travaux entrepris garderaient toute leur utilité et toute leur valeur.

## **V. AUTRES PROCEDES – que l'exhaussement des digues – DE PROTECTION DU BASSIN DE L'ESCAUT MARITIME**

Comme en conclusion de l'exposé ci-dessus, l'exhaussement des digues est limité par une hauteur de crête ne pouvant pas dépasser une cote située entre 8,00 m et 8,50 m, il faut par conséquent considérer les moyens de protection du bassin de l'Escaut maritime contre des marées-tempête de niveau plus élevé :

### a) CREATION DE RESERVOIRS D'INONDATION.

Un premier moyen est de permettre à l'Escaut et à ses affluents d'inonder les terres basses là où cela est encore possible, c'est à dire là où la densité de construction est faible et les expropriations possibles.

Par suite de l'industrialisation des rives de l'Escaut à Anvers, ces zones d'inondation ne se trouvent plus qu'aux abords et en amont de l'embouchure du Rupel et à quelques endroits le long du Rupel et de la Dyle (voir zones hachurées du plan-annexe 1). Des calculs effectués sur le modèle mathématique pour déterminer l'influence de ces "réservoirs d'inondation" sur les niveaux des marées-tempête ont révélé que :

- l'inondation judicieuse des zones de l'embouchure du Rupel cause en amont une baisse d'un mètre du niveau maximum de marée-tempête exceptionnelle (8,00 m à 9,00 m), et que, d'Hemiksem à Gentbrugge, le niveau des marées hautes de marée-

tempête pouvait donc ainsi être maintenu aux environs de la cote 8,00 m;

- en aval du réservoir d'inondation, cet abaissement décroît pour n'être plus que 0,25 m à Anvers, avant de s'annuler à Liefkenshoek;
- les bassins d'inondation situés en aval de Gand et de Malines exercent aussi une influence favorable à l'abaissement du niveau des marées-tempête dans les régions amont de l'Escaut maritime et de la Dyle.

Ces résultats font clairement ressortir l'intérêt qu'il y aurait de conserver comme réservoirs d'inondation, des zones situées en bordure de l'Escaut maritime et de ses affluents.

Les réservoirs d'inondation seraient séparés du fleuve par une digue frontale submersible, c'est-à-dire qui peut résister au déversement sans se rompre, et des digues intérieures y seraient construites pour les ceinturer.

Dès à présent, les autorisations de bâtir dans ces polders ne devraient plus être délivrées.

En raison de son ensablement, la Durme n'a plus qu'une très petite capacité d'emmagasinement des eaux de crue ou de marée, et le régime de l'Escaut maritime ne serait donc que faiblement influencé si cette rivière était barrée.

Un réservoir d'inondation aménagé à son embouchure permettrait d'ailleurs, lors des marées-tempête, de compenser cette perte de capacité d'emmagasinement; tandis qu'une station de pompage assurerait l'évacuation des eaux du bassin hydrographique de la Durme barrée.

b) ETUDES POUR LA CONSTRUCTION  
D'UN BARRAGE-TEMPETE.

La construction d'un barrage-tempête est un autre moyen de protection de l'ensemble ou d'une partie du bassin de l'Escaut maritime.

Le laboratoire de Recherches Hydrauliques a fait, tant sur modèle réduit que sur modèle mathématique, de nombreuses études hydrauliques et de stabilité concernant ce genre d'ouvrage :

- les n°s 1 à 4 ci-dessous se rapportent aux études sur modèle;
- le n° 5 traite de la stabilité.

1. En 1940, sur le modèle n° 36 de l'Escaut pourvu des données de la marée-tempête du 23 novembre 1930 (marée haute 7,30 m à Anvers), des barrages ont été placés successivement à : Gentbrugge, Wetteren, Termonde, Tielrode (barrage de l'Escaut et de la Durme), Hingene (barrage de l'Escaut et du Rupel) et à Lillo. (1)

---

(1) Modèle 36 - Modèle à marée de l'Escaut occidental et de ses affluents. Rapport sur les essais concernant les endiguements, les fermetures d'affluents et les normalisations.  
Rapport mai 1953.

Le lieu géométrique des marées hautes et le surélévement du niveau des marées hautes en aval du barrage ont été calculés pour chaque cas (voir plans-annexes 3 et 4).

Les résultats obtenus ne diffèrent guère si les barrages fixes sont remplacés par des barrages mobiles qui sont fermés au moment de l'étale de jusant précédant la marée haute de marée-tempête.

2. En 1960, sur le modèle physique n° 300 de l'Escaut pourvu des données de la marée-tempête du 1er février 1953 (marée haute 7,85 m à Anvers), l'étude a été faite de l'influence d'un barrage-tempête placé respectivement à : Hingene (en aval de l'embouchure du Rupel), Oosterweel et Lillo, et dont la fermeture avait lieu à l'étale de jusant précédant la marée haute de marée-tempête. (2)

Le relèvement des marées hautes en amont est indiqué au plan annexe 4.

3. Des études plus approfondies relatives au barrage-tempête d'Oosterweel ont été faites en 1960 sur le modèle mathématique de l'Escaut, non seulement pour en déterminer l'effet sur les marées hautes (voir annexe 4), mais aussi pour en calculer :

- l'influence du moment de sa fermeture;
- la chute qui s'y forme dans certaines circonstances et les

---

(2) Modèle 300 - Etude du barrage-tempête sur l'Escaut à Oosterweel.  
Rapport de septembre 1968.

sections d'écoulement nécessaires à les limiter (3) et en même temps en examiner (4) :

- les différents critères du choix du moment optimum de fermeture;
- la possibilité de son utilisation pour le contrôle des inondations en amont;
- la limitation de la chute par une fermeture partielle;
- la forme la plus adéquate à donner aux vannes;
- la mesure des contraintes qui sollicitent l'ouvrage.

Il ressort des études faites pour le barrage d'Oosterweel que :

- A. le barrage étant fermé :
  - en aval ..... : le niveau de la marée-tempête monte de 0,60 m à Oosterweel; 0,30 m à la frontière belgo-néerlandaise; 0,15 m à Hansweert;
  - au barrage même : il se forme une très grande chute (7,00 m environ);

---

(3) Modèle 252-8 - Calculs de marées en relation avec le barrage-tempête sur l'Escaut à Oosterweel.  
Rapport septembre 1969.

(4) Modèle 252-9 - Barrage-tempête à Oosterweel - mesures de vitesses.  
Rapport mars 1971.

Modèle 252-10 - idem - mesures des efforts.  
Rapport 1972.

Modèle 252-11 - idem - mesures des pressions sur les vannes débitantes.  
Rapport décembre 1972.

- B. le barrage étant partiellement ouvert :
    - la hauteur de la chute peut être limitée à 3,00 m;
    - à Oosterweel, le relèvement du niveau de la marée haute est réduit à quelques décimètres, sans que la cote d'alarme ne soit dépassée à Anvers;
    - la vitesse d'écoulement de l'eau dans les ouvertures du barrage est très grande (8m/sec.).
4. En 1976, il a été calculé sur le modèle mathématique n° 331 (5) :
- l'influence, en aval de barrages-tempête placés respectivement à Niel ou à Weert, à Niel et à Weert, à Hemiksem, qu'aurait sur les plus hauts niveaux de marée-tempête la fermeture de ces barrages.

Le calcul a été fait pour deux moments de fermeture différents.

Le tableau ci-après en donne, pour les emplacements de Weert, Niel, Oosterweel, les relèvements maxima (en centimètres) dans le cas où les digues seraient insubmersibles.

Donc, un barrage-tempête placé à Niel ne cause qu'un faible relèvement du plan d'eau (15 cm max.); tandis qu'un autre placé à Weert provoque un relèvement de 57 cm du plan d'eau à l'aval du barrage, ainsi qu'une augmentation sensible (atteignant 47 cm à Walem par exemple) du niveau d'eau dans le bassin du Rupel et de ses affluents.

---

(5) Modèle 331 - Premier et second rapports intermédiaires concernant l'étude de la lutte contre les inondations.

Rapports des 7 septembre et 22 octobre 1976.

Emplacement du barrage	Gent - Brugge	Termonde	Weert	Hingene Schelle	Anvers	Oosterweel	Frontière belgo-néerlandaise	Hansweert
Weert	-	-	57	53	30	25	-	-
Niel	4	13	14	15	10	9	-	-
Niel + Weert	-	-	86	78	45	38	-	-
Oosterweel	-	-	-	-	-	60	30	15

- l'augmentation moyenne, en fonction du débit d'amont, du niveau des marées-tempête sur l'Escaut maritime, le Rupel, la Nèthe inférieure et la Dyle.

Cette augmentation peut atteindre 1,20 m (environ) à Gentbrugge et Lierre; 0,70 m à Malines.

- l'influence, en amont d'un barrage-tempête incomplètement fermé, de la diminution de la section d'écoulement sur l'amplitude de la marée.

On peut dire, en première approximation, que :

- pour une ouverture réduite à 20 % de la section d'écoulement initiale, l'amplitude de la marée est réduite en amont du barrage à 70 % de sa valeur initiale;

- à Anvers, dans un barrage-tempête de 500 m de large, une ouverture de 100 m qui pour une raison ou l'autre ne

pourrait être fermée provoquerait une différence de niveau égale à 30 % de l'amplitude de la marée.

5. Parallèlement aux études sur modèle, des calculs organiques de vannes levantes à portique ont été faits pour différentes hypothèses et d'après les alternatives To, T1, B du tableau ci-dessous, tandis que les Services maritimes d'Anvers examinaient l'avant-projet basé sur la solution A.

Projet	Largeur utile de la passe de navigation (m)	Largeur des autres pertuis (m)	Cote du radier du barrage (m)	Cote de crête de la vanne en position fermée (m)	Hauteur libre (m)	Chute maximum au droit de la vanne (m)
To	2 x 125,00	3 x 35,00	- 10,00	+ 8,00	55,00	3,00
T1	2 x 132,50	3 x 35,00	- 10,00	+ 8,00	55,00	3,00
B	semblable à To, mais la hauteur totale de la vanne (18,00 m) a été divisée en 2 parties, dont la 1ère atteint 6,00 m de hauteur. On prévoit une fente réglable de 0 à 4,00 m.					
C	2 x 60,00		- 10,00	+ 10,00	55,00	4,00
A	1 x 65,00 (1) 2 x 50,00		- 12,00 2 x (-10,00)		illimitée 2 x 11,00	 7,00

(1) porte roulante.

L'Administration de l'Electricité et de l'Electromécanique (A.E.E.) a fait les calculs et l'avant-projet relatifs aux mécanismes de manoeuvre, de guidage et de verrouillage des alternatives To, T1, B et C, et conclu qu'elles étaient électromécaniquement réalisables.

c) CONCLUSIONS DES ETUDES EN LABORATOIRE.

Les études du Laboratoire de Recherches hydrauliques ont montré la complexité de la construction du barrage-tempête d'Oosterweel, et fait constater que certains critères actuels de résistance et de stabilité doivent être extrapolés bien au-delà des normes en vigueur.

Tandis que certaines difficultés de construction sont toujours sans solution, ni la partie génie civil (et en particulier le problème des fondations), ni d'autres possibilités que celles des vannes levantes n'ont encore été étudiées.

Récemment, en 1976, des entretiens avec l'Administration du Service du Pilotage et de la Ville d'Anvers ont fait ressortir que :

- même en cours d'exécution du barrage-tempête, la largeur de la passe navigable devrait au moins être de 100 m;
- le radier devrait être à la cote "- 12,00 m";
- la crête devrait être prévue assez haute pour ne pas déverser lors des marées-tempête à fréquence de dépassement de 1/100 par siècle, ce qui correspond au niveau de 9,00 m à Anvers.

Comme la stabilité d'un barrage dépend avant tout de la

hauteur de la chute quand il est fermé, ces nouvelles conditions, sauf pour les alternatives C et A qui prévoient une plus petite largeur de passe navigable, ne semblent pas plus défavorables que celles considérées dans les calculs.

A cause :

- des différentes solutions possibles;
- de l'ampleur des études restant à effectuer;
- du caractère exceptionnel de l'ouvrage;
- des conséquences financières de l'option;
- de l'urgente nécessité de prendre une décision pour la construction éventuelle d'un barrage-tempête à Oosterweel;

la meilleure procédure à suivre serait :

- d'organiser un concours international d'idées;
- sur la base des réponses reçues, d'attribuer l'étude à un bureau d'études sélectionné;
- d'établir les documents d'adjudication;
- de mettre les travaux en adjudication, ou bien de les faire exécuter sous contrat-cadre.

Les dimensions imposantes d'un barrage-tempête à Oosterweel et la gêne pour la navigation qui en résultera, tant au cours de sa construction que par la suite, ont fait envisager l'édification d'un ou de plusieurs plus petits barrages-tempête, soit à Weert, soit à Niel, ou bien simultanément à Weert et Niel; leurs dimensions plus petites que celles du barrage-tempête prévu à Oosterweel rendraient plus

aisée la réalisation de ces ouvrages.

Le coût de ces barrages-tempête serait :

10,8 milliards de francs pour Oosterweel;

3,8 milliards de francs pour Weert;

3,0 milliards de francs pour Niel;

cette estimation étant faite sur la base du prix actuel de construction du barrage de Lixhe sur la Meuse liégeoise, soit 1 milliard de francs pour 1.000 m<sup>2</sup> de section barrée.

Le tableau V ci-annexé donne la liste des rapports d'études faites par l'Administration sur les tempêtes et les barrages-tempête.

## **VI. PROPOSITION GLOBALE POUR LA PROTECTION DU BASSIN DE L'ESCAUT MARITIME – avec programme de financement et calendrier d'exécution**

De ce qui précède, on peut tirer les conclusions suivantes :

### **1. LIMITATION DE LA HAUTEUR DE CRETE DES DIGUES.**

A partir d'Anvers et en amont d'Anvers, les digues situées aux abords de certaines villes, régions et installations industrielles importantes, ne peuvent être surélevées au-delà de la cote 8,00/8,50 m.

Or, comme il n'est pas possible d'exhausser les autres digues au-delà de cette cote 8,00/8,50 m sans accroître le risque d'inondation de ces régions et installations industrielles, les plus peuplées et les plus industrialisées du bassin de l'Escaut maritime, l'exhaussement des digues devra donc être limité dans tout le bassin à cette cote maximum de 8,00/8,50 m.

Le choix de la cote adéquate entre 8,00 m et 8,50 m étant fonction de la surhauteur nécessaire (compte tenu de l'élévation continue du niveau des marées hautes, des vagues, etc...) pour endiguer la marée-tempête à l'endroit envisagé.

### **2. CREATION DE RESERVOIRS D'INONDATION.**

Cette cote de crête de digue (8,00/8,50 m) protège contre une marée-tempête de 7,50 m de niveau à Anvers; ce

qui équivaut à une fréquence approximative de 3 débordements par siècle : risque de dépassement trop élevé pour pouvoir être considéré comme un critère optimum de sécurité. Il faut donc admettre que dans le bassin de l'Escaut maritime, cette sécurité ne peut pas être obtenue par l'exhaussement limité des digues.

Des moyens supplémentaires doivent donc être employés, à savoir :

des réservoirs d'inondation et un barrage-tempête.

### 3. EXHAUSSEMENT DES DIGUES JUSQU'A LA COTE 8.00 m.

Puisque l'aménagement de réservoirs d'inondation est le moyen le plus économique et le plus rapide, tout en permettant d'éviter de grandes catastrophes en cas de marée-tempête exceptionnelle, sa réalisation conjuguée avec la consolidation des digues et leur exhaussement jusqu'à la cote 8,00/8,50 m doit être considérée comme prioritaire. Les autorisations de bâtir ne doivent plus être délivrées pour des constructions dans les sites devant être aménagés en réservoirs d'inondation.

### 4. CONSOLIDATION DES DIGUES.

Du fait des nombreux paramètres qui caractérisent une marée-tempête, il peut se présenter des cas où les réservoirs d'inondation ne répondront qu'imparfaitement à leur but. C'est pourquoi l'ensemble des digues à niveau de crête limitée (cote maximum 8,00/8,50 m) doit de toute façon être consolidé pour résister à la submersion; ce qui implique que les digues aient une grande largeur de crête et des talus intérieurs à faible pente.

Cet élargissement important des digues existantes nécessitera des expropriations.

#### 5. AMELIORATION DE L'EVACUATION DES EAUX DE CRUE ET CREATION DE BASSINS D'ATTENTE.

Les moyens qui font décroître le niveau des marées-tempête en dessous de la cote 8,00 m sont insuffisants pour en annuler l'influence des crues d'amont dans les régions de : Gand, Malines et Lierre, agglomérations qui doivent donc être mieux protégées.

Pour Gand : - l'évacuation vers la mer des eaux de crue peut être améliorée par l'élargissement du canal Schipdonk-Heist;

- en aval de la ville, les digues de l'Escaut doivent, le cas échéant, être maintenues en dessous du niveau de 8,00 m et des réservoirs d'inondation doivent être aménagés.

Pour Lierre et Malines :

- la création de bassins d'attente sur les cours d'eau supérieurs s'impose.

#### 6. NECESSITE DE LA CONSTRUCTION D'UN BARRAGE-TEMPETE A OOSTERWEEL.

Il faut admettre qu'un réseau de digues comporte toujours des points faibles causés :

d'une part, par sa longueur :

- dans le bassin de l'Escaut maritime et de ses affluents soumis à l'action de la marée, le cordon des digues capitales (qui seront exhausées à la cote 8,00/8,50 m et consolidées pour résister au déversement temporaire) s'étend sur 481 km, tandis que la longueur du réseau de digues secondaires est encore plus importante;

d'autre part, par la diminution progressive de la marge de sécurité :

- suite aux actions conjuguées de l'affaissement du sol, du relèvement continu du niveau moyen de la mer, de l'augmentation constante des niveaux des marées hautes et de l'érosion des berges,

et comme, en outre, les réservoirs d'inondation à aménager ne suffisent pas à protéger efficacement l'importante zone industrielle d'Hemiksem-Anvers, la sécurité optimum de protection contre une marée-tempête exceptionnelle (qui, selon la norme appliquée pour l'Escaut occidental, correspond à une probabilité de débordement de 1/40 par siècle) ne peut donc être obtenue que par la construction d'un barrage-tempête.

Pour assurer la sécurité de l'ensemble du bassin de l'Escaut maritime, ce barrage-tempête devrait obligatoirement être situé à Oosterweel, en aval de la ville d'Anvers.

Etant donné : les différentes solutions possibles, l'ampleur des études restant à effectuer, le caractère exceptionnel de l'ouvrage, les conséquences financières de l'option et l'urgente nécessité de prendre une décision pour la construction éventuelle du barrage-tempête d'Oosterweel, la meilleure procédure à suivre serait d'organiser un concours international d'idées, d'attribuer l'étude à un bureau d'études sélectionné sur la base des réponses reçues, d'établir les documents d'adjudication et de faire exécuter les travaux soit par adjudication, soit sous contrat-cadre.

La construction d'un barrage-tempête de ce genre ne rend cependant pas superflus ni l'exhaussement des digues jus-

qu'à la cote 8,00/8,50 m, ni les réservoirs d'inondation, les bassins d'attente et les travaux à Gand; car il est en effet toujours possible que, par suite d'une défaillance humaine, d'une panne mécanique, d'un abordage, etc ... , le barrage-tempête ne puisse pas fonctionner ou ne fonctionne plus que partiellement. A ce moment, les digues et les autres moyens de lutte contre les inondations devront à nouveau jouer leur rôle.

Donc, pour la protection du bassin de l'Escaut maritime contre les marées-tempête, un barrage-tempête à Oosterweel serait l'ouvrage de retenue primaire tandis que les digues exhausées et consolidées constitueraient la retenue secondaire.

#### 7. NECESSITE DE LA CONSTRUCTION D'UN BARRAGE-TEMPETE A NIEL.

Comme au stade actuel des études il n'existe pas encore de certitude absolue de pouvoir réaliser un barrage-tempête à Oosterweel, l'Administration doit simultanément entamer l'étude d'une solution plus simple : un barrage-tempête à Niel sur le Rupel.

Cet ouvrage n'assurerait pas, il est vrai, la sécurité optimum de l'ensemble du bassin de l'Escaut, mais il garantirait celle de l'important bassin du Rupel sans provoquer de relèvement excessif des niveaux des marées-tempête dans le reste du bassin de l'Escaut.

La construction du barrage-tempête de Niel serait entamée dès qu'il s'avérerait que la réalisation de celui d'Oosterweel est impossible.

## 8. ADAPTATION ET DEVELOPPEMENT DU RESEAU DE DIGUES EXISTANT.

Comme l'exécution du programme optimum prendra nécessairement de nombreuses années et que, pendant ce temps, des ruptures de digues accompagnées d'inondation de vastes régions ne sont pas impossibles, il est également nécessaire d'adapter et de compléter le réseau existant de digues secondaires de l'ensemble du bassin de l'Escaut maritime, afin de compartimenter les grandes zones inondables en de plus petites, et ainsi mieux protéger les agglomérations.

Le tableau VI (ci-annexé) donne le programme de financement et le calendrier d'exécution des travaux.

Janvier 1977.

## **ANNEXES**

**Tableaux I à VI**

**Plans 1 à 4**

**Lexique**

**Tableaux  
de I à VI**

# TABLEAU I

## Montant en francs des travaux de réparation, d'exhaussement et de consolidation de digues exécutés entre le 1er février 1953 et fin 1976.

	Escaut Maritime	Durme	Moervaart	Rupel	Vliet	Dyle	Nèthe inférieure	Grande Nèthe	Petite Nèthe	Senne	Démer	Canal Louvain Dyle	Total
1953(1)	512.439.273	9.953.006	-	61.458.372	-	4.959.330	3.894.323	-	-	3.773.314	-	-	596.477.618
1954	9.697.272	3.054.528	-	60.107.409	2.111.641	9.382.446	442.538	-	-	4.462.055	-	-	89.257.889
1955	4.573.114	-	-	-	-	-	195.079	-	-	1.804.372	-	-	6.572.565
1956	1.793.424	771.629	-	-	-	1.534.458	-	2.933.788	-	-	-	-	7.033.299
1957	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1958	-	670.340	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	670.340
1959	2.590.078	1.955.366	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.545.444
1960	10.471.887	234.294	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.706.181
1961	1.019.576	393.299	-	-	-	238.394	9.847.599	-	661.649	-	-	-	12.160.517
1962	19.678.517	13.096.098	-	-	-	-	85.649.218	-	408.347	-	-	-	118.832.180
1963	52.822.615	3.191.242	-	-	-	-	-	-	271.334	-	-	-	56.285.191
1964	15.583.241	655.227	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.238.468
1965	1.369.073	7.941.954	-	-	-	4.054.923	11.492.904	-	-	2.617.563	-	-	27.476.417
1966	74.627.974	24.149.502	-	-	-	155.206.730	12.085.184	-	-	3.546.703	-	-	269.616.093
1967	39.367.853	47.916.721	312.072	4.987.993	387.583	8.197.194	-	-	-	158.618	-	-	101.328.034
1968	74.645.373	3.912.230	-	1.461.162	-	12.220.395	214.726.398	-	-	-	-	-	306.965.558
1969	103.410.765	18.255.279	4.804.000	2.011.970	-	20.650.184	9.722.891	-	-	-	-	-	158.855.089
1970	52.027.084	1.692.601	-	-	-	-	22.973.520	-	-	-	-	-	76.693.205
1971	35.793.701	3.400.552	-	11.858.152	-	17.918.967	3.473.960	-	-	-	-	-	72.445.332
1972	57.439.235	8.783.051	2.055.930	-	-	8.997.687	1.064.559	-	632.850	-	2.499.577	-	81.472.889
1973	16.003.103	49.530.622	-	527.776	-	15.119.224	3.890.244	-	1.086.569	936.569	23.134.339	19.695.266	129.923.712
1974	170.655.035	-	-	1.947.279	1.651.480	-	15.579.002	2.202.523	1.574.131	-	28.049.343	17.198.392	238.857.185
1975	207.622.694	46.165.413	-	5.676.524	2.431.791	6.869.183	10.751.188	4.605.373	4.320.512	6.512.253	8.821.836	49.220.237	352.997.004
1976(1)	331.943.991	81.725.591	-	18.477.165	111.080.918	250.719.250	39.397.846	-	6.349.498	25.432.527	-	-	865.126.786
1976(2)	90.487.690	-	-	-	-	-	12.459.060	-	47.066.656	-	-	-	150.013.406
	1.886.062.568	327.448.545	7.172.002	168.513.802	117.663.413	516.068.365	457.645.513	9.741.684	62.371.546	49.243.974	62.505.095	86.113.895	3.750.550.402

(1) Réparation des dégâts provoqués par des marées-tempête exceptionnelles.

(2) Continuation du programme.

## **TABLEAU II**

### **Réparation des dégâts causés par la tempête du 3 janvier 1976**

ESCAUT MARITIME - De Gentbrugge jusqu'à la frontière des Pays-Bas - Fermeture de brèches et réparation de berges et de digues.	331.943.991,- F
NETHE INFERIEURE - Fermeture de brèches et réparation de berges et de digues.	39 897.846
PETITE NETHE ET DERIVATION DE LA NETHE - Fermeture de brèches et réparation de berges et de digues.	6.349.498
DURME - Fermeture de brèches et raparation de berges et de digues.	81.725.591
RUPEL - Réparation des dégâts causés et exhaussement de la digue de la R.G. depuis le pont de chemin de fer et l'embouchure du Canal maritime.	18.477.165
DYLE SUPERIEURE - Réparation des dégâts sur toute la longueur et exhaussement de la digue entre la "Lakenmakersstraat" et le nouveau barrage.	42.909.344

DYLE INFERIEURE - Fermeture de la brèche à  
Walem, exhaussement et consolidation de la  
digue de la R.D. entre l'écluse dénommée  
"Benedensluis" et "Tongske" - Enrochements,  
étanchement du pont tubulaire 040 et déblais. 207.809.906,- F

SENNE - Fermeture de brèches - Exhaussement  
et consolidation des digues de la Senne. 25.432.527

VLIET - Barrage du Vliet et assèchement de  
la région inondée. 108.713.862

Polders et administrations communales. 2.367.056

---

865.126.786,- F

-----

### **TABLEAU III**

#### **Travaux d'exhaussement et de consolidation de digues adjudés en 1976**

A. Marchés approuvés pour lesquels l'ordre de service

a été délivré :

ESCAUT MARITIME - Exhaussement et reprofilage de la digue du polder de Kruibeke -	3.841.002,- F
Consolidations de digues à Baasrode	
Lot I Profil I - XII	5.418.909
Lot II 1 - 25	14.900.184
Profil 28-59	11.618.465
Profil 92-113	5.265.252
Consolidations de digues sur la R.G. entre "Kleine Wal" et "Lippenbroek"	
Lot I	7.214.855
Lot II	20.281.693
Lot III	21.947.330
DERIVATION DE LA NETHE - Consolidation et reprofilage des digues à Lierre	47.066.656
NETHE INFÉRIEURE - Travaux supplémentaires de consolidation de talus entre le pont- route de Walem et l'embouchure	12.459.060
	<hr/>
	150.010.406,- F
	=====

B. Marchés adjugés et approuvés pour lesquels l'ordre de service n'a pas encore été délivré :

DYLE INFÉRIEURE -  
Renouvellement de portes d'écluse 11.669.051,- F

DERIVATION DE LA DYLE -  
Rehaussement du mur d'eau entre les ponts  
de la "Katelijnepoort" et de la "Liersepoort",  
à Malines 6.341.398

ESCAUT MARITIME -  
Consolidation de digues à Moerzeke-Castel 23.786.977

PETITE NETHE -  
Exhaussement et consolidation de la digue  
dénommée "Bollaakdijk", à Emblem 6.746.885

---

48.544.311,- F

=====

C. Marchés adjugés mais non encore approuvés :

RUPEL -  
Consolidation de digues sur la R.D. entre  
le quai et le pont-route, à Boom 2.248.308,- F

ESCAUT MARITIME -  
Battage d'un rideau de palplanches sur la  
R.D., à Schellebelle 10.530.077

NETHE INFERIEURE -

Construction d'une nouvelle digue intérieure	14.208.219,-F
Consolidation de digues sur la R.C., entre le pont-route de Walem et l'ancienne voie ferrée à Sint-Katelijne-Waver	8.836.482

---

35.823.086,-F

=====

RECAPITULATION

-----

A.	150.010.406,- F
B.	48.544.311
C.	35.823.086

---

234.377.803,- F

## **TABLEAU IV**

### **Travaux dont l'adjudication et l'exécution sont prévues en 1977**

	Estimation
ESCAUT MARITIME -	
Consolidation de la digue à Baasrode, 1 lot, Profil 60 - 92	17.340.144,- F
Consolidation de la digue et rehausse- ment du mur, entre Sint-Amands, débarca- dère Sappia, et Branst (4 lots)	12.000.000
Consolidation de la digue entre Bornem et Hingene (embouchure du Rupel)	60.000.000
Consolidation de la digue aux abords d'Imalso (R.G. Anvers-Borgerweert)	15.000.000
Exhaussement de la digue sur la R.D. entre Lillo et l'écluse "Van Cauwelaert"	282.000.000
Exhaussement de la digue R.D. en amont de l'écluse de Zandvliet	30.000.000
Anvers. Construction d'un mur sur les quais	95.000.000
Exhaussement et consolidation de digues sur la R.G., à Grembergen et Zele	20.000.000
Steendorp. Consolidation de la digue en R.G., à la hauteur de Belgomine	20.000.000
Ecluse du Benedenvliet à Hemiksem	20.000.000
Aménagement de l'écluse Marnix de St. Aldegonde et construction d'une nou- velle écluse (Polder de Weert)	40.000.000

DURME -

Consolidation de digues en aval du quai  
de Hamme 15.000.000,- F

RUPEL -

Consolidations de digues sur la R.D. en  
amont de l'ancien pont Van Entschot 15.000.000

Exhaussement de la retenue d'eau entre le  
quai communal et l'ancien pont Van Entschot,  
en R.D. 5.000.000

Exhaussement de la digue en R.G., de l'em-  
bouchure à l'écluse maritime de Wintam 41.000.000

Exhaussement de la digue en R.G., dans le  
Polder Willebroek-Oost 50.000.000

DYLE INFÉRIEURE -

Consolidations de digues en aval de la  
Benedensluis à Malines, R.G. et R.D. 34.618.334

DERIVATION DE LA DYLE -

Consolidation de la digue entre le barrage  
et le pont de chemin de fer Bovensluis à  
Malines. 38.800.000

Renouvellement et rehaussement des portes  
et de la plate-forme de l'écluse 20.000.000

NETHE INFÉRIEURE -

Réparation de la digue en R.G., entre Itter-  
beek comblé et l'écluse de Duffel 35.000.000

Poursuite du calibrage entre le pont-route  
de Duffel et l'écluse de Duffel 100.000.000

Exhaussement des digues en aval de l'écluse  
de Duffel, en R.G. et R.D. 17.000.000

GRANDE NETHE -

Assainissement depuis l'embouchure jusqu'au pont de Boekt	11.500.000,- F
Idem jusqu'à l'écluse d'évacuation du Gestelbeek	10.000.000

PETITE NETHE -

Consolidations et exhaussements de digues entre le pont de Maasfort et le pont de chemin de fer de Nazareth	30.000.000
Consolidations et exhaussements de digues entre le pont de Nazareth et le canal de la Nèthe, en R.G.	16.200.000
Exhaussements de la digue aux abords de la tête de garde d'Emblem	2.000.000

SENNE -

Consolidation des digues entre Heffen et l'embouchure de la Senne	50.000.000
---	------------

DEMER -

Poursuite du calibrage du Démer (2 lots)	(
Idem (2 lots en amont)	( 40.000.000
	(

## TABLEAU V

### Rapports d'études sur les marées-tempête et les barrages-tempête

OBJET	DATE	MODELE N°
Marées-tempête sur l'Escaut	Déc. 1966	
Partie 1		
" " " "	Déc. 1966	
Partie 2		
" " " "	Déc. 1966	
Partie 3		
" " " "	Déc. 1966	
Partie 4		
Calcul des marées dans le bassin de l'Escaut - Marées-tempête 1953	sans date	289
Partie 5		
Barrage-tempête à Oosterweel	sans date (1968)	252
Note de calcul concernant un avant-projet de barrage-tempête équipé de vannes levantes		
Chapitres I-II-III	28.02.1967	252-1
Chapitres IVA à IVE	15.01.1968	252-2
Chapitres IVF à IVM	24.10.1968	252-3
Chapitres VA à VG	02.06.1969	252-4
Chapitres VH à VJ	24.09.1969	252-5
Chapitres VK à VIIID	25.09.1970	252-6
Chapitres VIIIE à VIIIG	01.12.1970	252-7
Rapport sur quelques calculs de marées en relation avec le barrage-tempête sur l'Escaut à Oosterweel	sept. 1969	252-8
Barrage-tempête à Oosterweel - Mesure des vitesses sur modèle à l'échelle 1/100e	mars 1971	252-9
Barrage-tempête à Oosterweel - Mesure des efforts sur modèle 1/100e	sans date (1972)	252-10
Barrage-tempête à Oosterweel - Mesure des pressions sur types de vannes débitantes	déc. 1972	252-11
Essais d'orientation concernant le barrage-tempête à Oosterweel	sept. 1968	300
Première note relative à l'étude de la lutte contre les dangers d'inondation	07.09.1976	331
Deuxième note provisoire relative à l'étude de la lutte contre les dangers d'inondation	22.10.1976	331
La marée-tempête exceptionnelle du 03.01.1976		
1ère partie : texte et tableaux		
2ème partie : figures	juin 1976	

**TABEAU VI**

**Programme financier (dépenses en milliards de francs)**

Année	Exhaussement et consolidation de digues. Barrage de la Durme.		Aménagement de zones d'inondation et de bassins d'attente. Travaux à Gand.		Compartimentage		Barrage-tempête à Oosterweel.	Barrage-tempête à Niel (1)	Totaux par année.	
	Exprop.	Travaux	Exprop.	Travaux	Exprop.	Travaux	Travaux	Travaux	Exprop.	Trav.
1977	--	1	--	--	--	--	concours d'idées.	projet.	--	1
1978	0.2	1	0.09	0.3	0.1	0.1	projet.	projet.	0.39	1.4
1979	0.3	1	--	0.3	0.1	0.15	adjudication.	0.6	0.4	1.45
1980	0.3	1	--	0.75	---	0.15	1	0.6	0.3	2.9
1981	0.3	1	--	--	---	0.15	1.45	0.6	0.3	2.6
1982	0.3	1	--	--	---	0.15	1.45	0.6	0.3	2.6
1983	0.3	1	--	--	---	0.15	1.45	0.6	0.3	2.6
1984	---	1	--	--	---	0.15	1.45	--	--	2.6
1985	---	-	--	--	---	--	2	--	--	2
1986	---	-	--	--	---	--	2	--	--	2
	1.7	8	0.09	1.35	0.2	1.0	10.80	3.0	1.99	21.15
Totaux partiels	9.7		1.44		1.2		10.80	(1)	Total général : 23.14 milliards de francs	

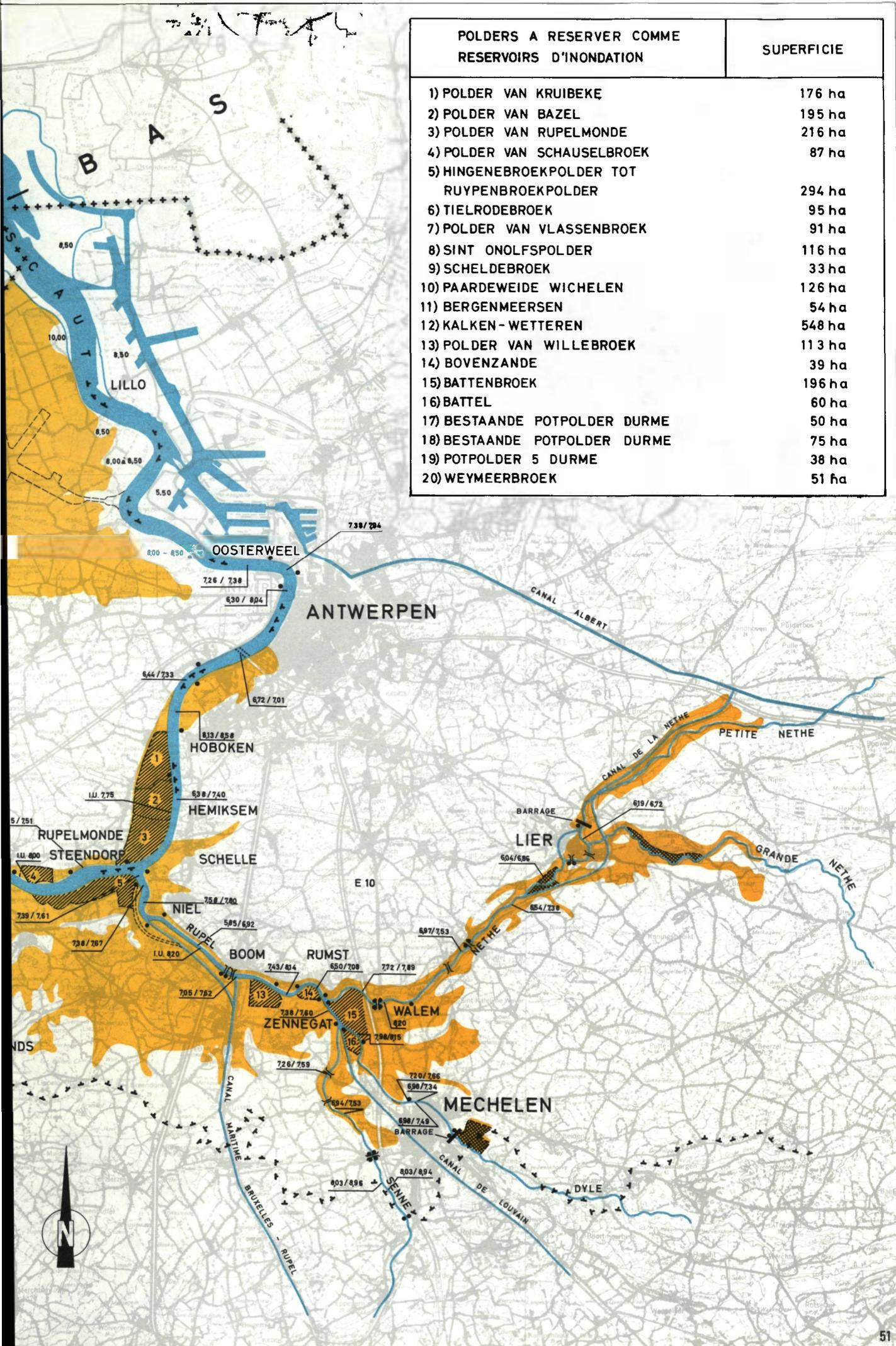
(1) Non compris dans la dépense totale

**Plans  
de 1 à 4**

**POLDERS A RESERVER COMME  
RESERVOIRS D'INONDATION**

**SUPERFICIE**

1) POLDER VAN KRUIBEKE	176 ha
2) POLDER VAN BAZEL	195 ha
3) POLDER VAN RUPELMONDE	216 ha
4) POLDER VAN SCHAUSEL BROEK	87 ha
5) HINGENEBROEKPOLDER TOT RUYPENBROEKPOLDER	294 ha
6) TIELRODEBROEK	95 ha
7) POLDER VAN VLASSEN BROEK	91 ha
8) SINT ONOLFSPOLDER	116 ha
9) SCHELDEBROEK	33 ha
10) PAARDEWEIDE WICHELEN	126 ha
11) BERGENMEERSEN	54 ha
12) KALKEN - WETTEREN	548 ha
13) POLDER VAN WILLEBROEK	113 ha
14) BOVENZANDE	39 ha
15) BATTENBROEK	196 ha
16) BATTEL	60 ha
17) BESTAANDE POTPOLDER DURME	50 ha
18) BESTAANDE POTPOLDER DURME	75 ha
19) POTPOLDER 5 DURME	38 ha
20) WEYMEERBROEK	51 ha



# LUTTE CONTRE LES INONDATIONS DANS LE BASSIN DE L'ESCAUT MARITIME

## PLAN D'ENSEMBLE DES HAUTEURS DE DIGUES

(SITUATION SEPTEMBRE 1976)



### LEGENDE

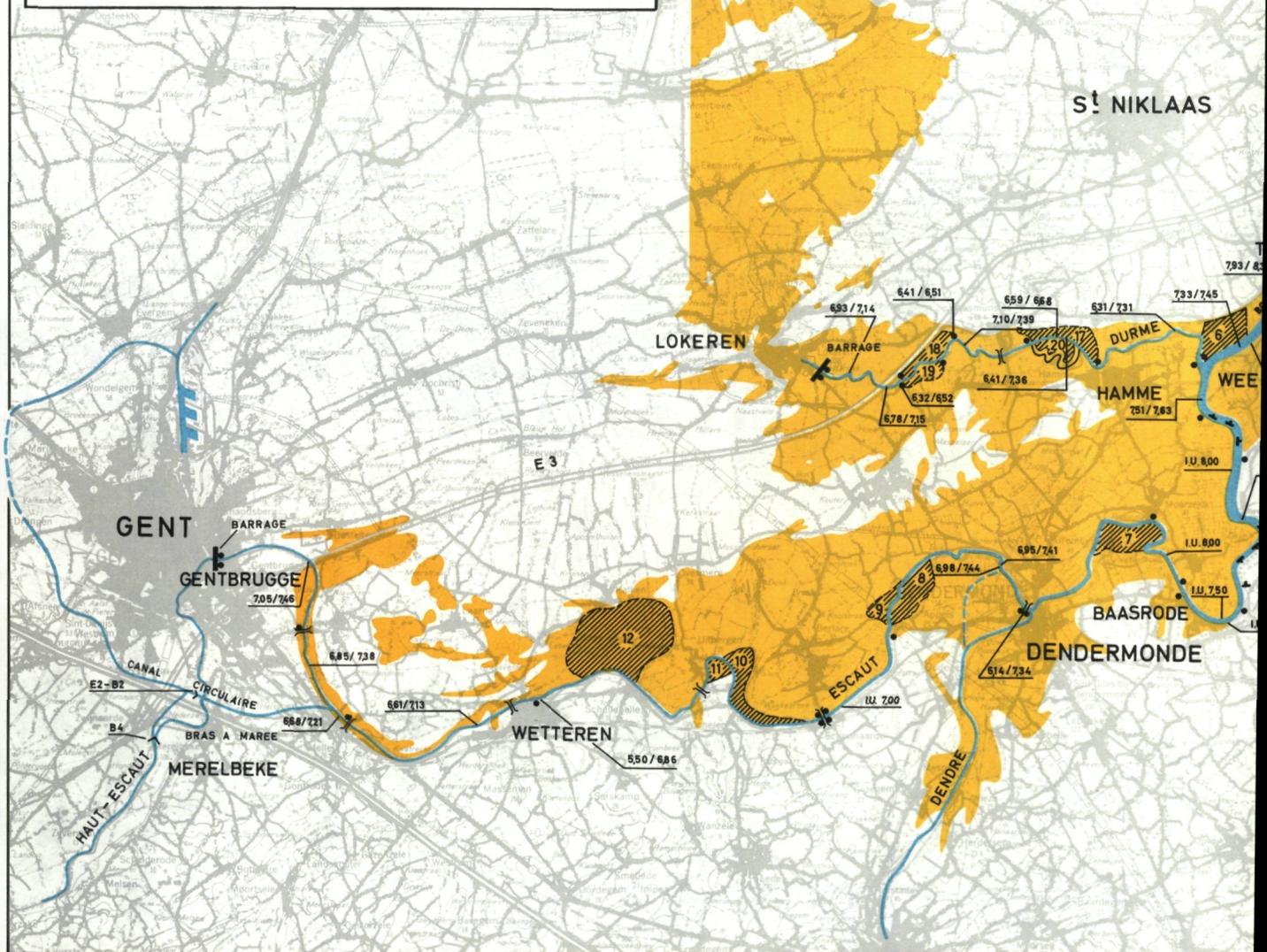
-  Régions situées plus bas que + 5,00m.
-  Réservoirs d'inondation à aménager et à contrôler.
-  Bassin d'attente.
-  Hauteurs minimum et moyenne de la digue dans la section indiquée.
-  I.U. 7,75 Nouvelle cote de digue en cours de réalisation.

NIVELLEMENT DES COTES DES DIGUES RATTACHE AU DNG.

Dressé par les Services Maritimes d'Anvers  
d'après les levés et données fournis par le  
Service de Topographie et de Photogrammétrie.

C3 : 6522

ANNEXE : 1



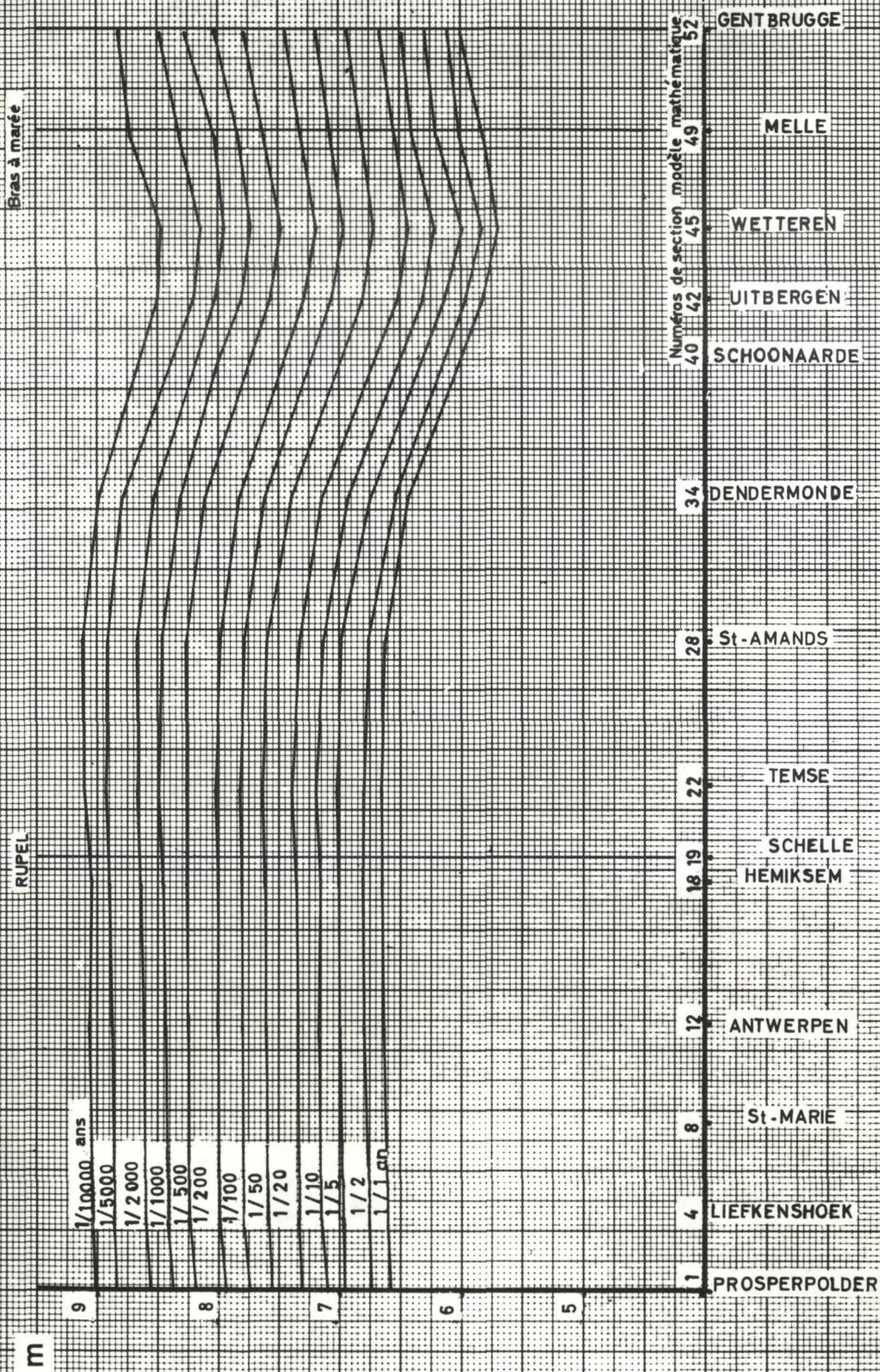


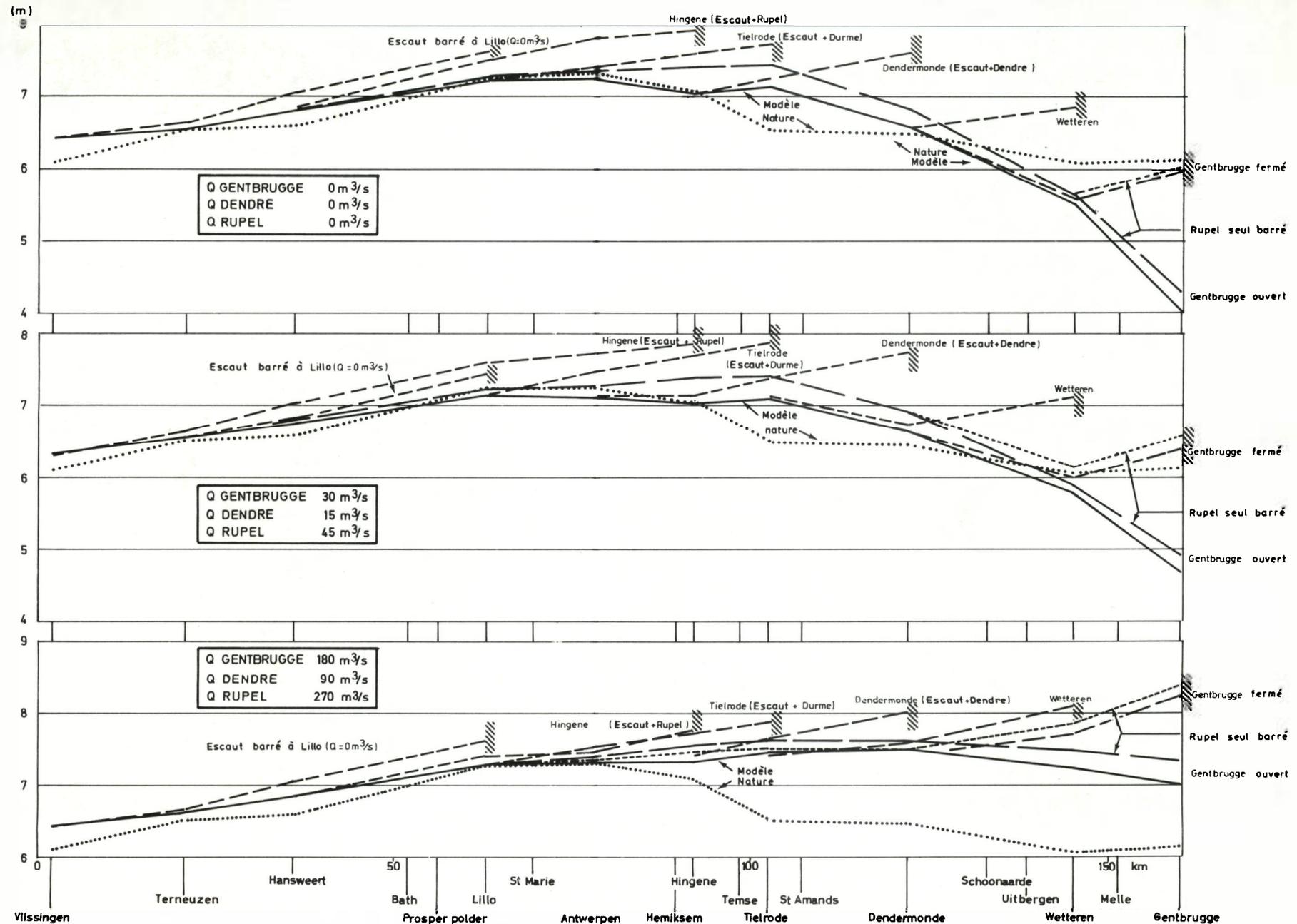
Echelles:  
horizontale 2 mm = 1 km  
verticale 2 cm = 1 m

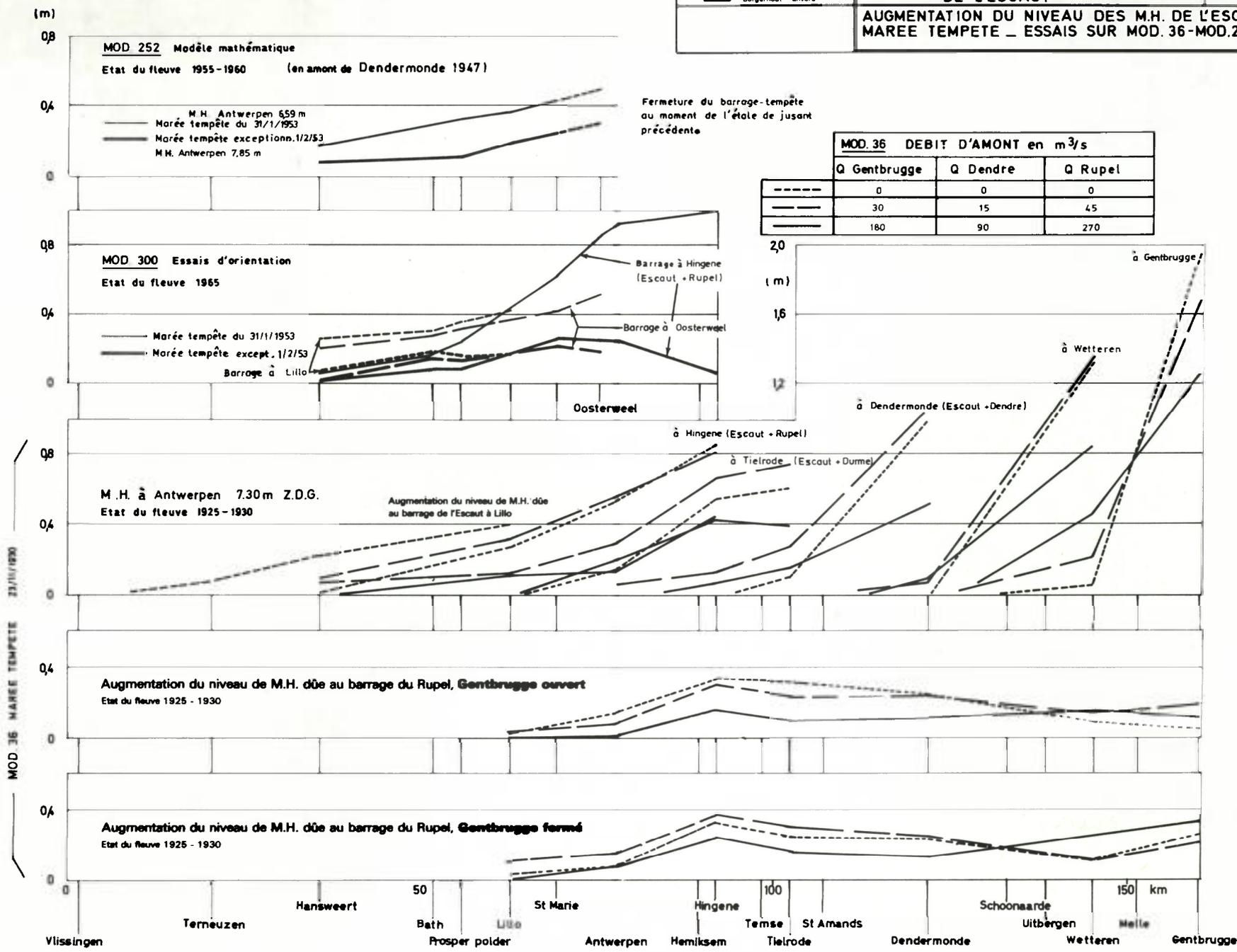
LIEU GEOMETRIQUE DES MAREES HAUTES POUR DIFFERENTS  
RISQUES DE DEPASSEMENT A ANVERS (DEBIT D'AMONT = 0 m<sup>3</sup>/s)

REMARQUE : BARRAGES FERMES

Gentbrugge & Merebeke

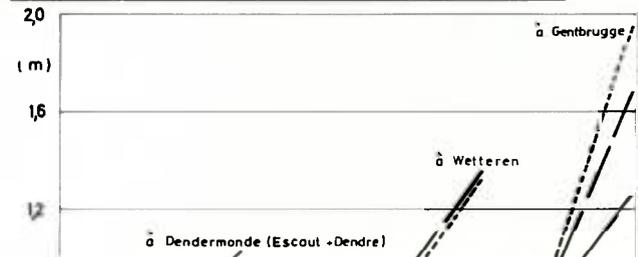






**MOD. 36 DEBIT D'AMONT en m<sup>3</sup>/s**

	Q Gentbrugge	Q Dendre	Q Rupel
---	0	0	0
---	30	15	45
---	180	90	270



# Lexique

A.

affaissement naturel du sol : tassement naturel des  
(*inklinking*) terres basses, concrétisé par un  
abaissement local du niveau du sol.

affaissement d'une crête de digue : écrêtement par  
(*verzakking*) érosion de la partie supérieure  
d'une digue dont la hauteur reste  
cependant supérieure à celle du  
niveau de l'eau de la marée haute  
normale (voir "brèche" & "rupture").

amplitude de la marée (ou marnage) : différence de  
(*tijverschil*) hauteur, exprimée en mètres, entre  
une marée haute et la marée basse  
qui la précède immédiatement (voir  
"marée").

B.

bassin d'attente : zone de terres basses inhabitée  
(*wachtbekken*) et réservée pour l'emmagasinage du  
débit d'amont.

Beaufort :

(Sir Francis - 1774/1857) - chef du Service hydrographique de l'Amirauté britannique. Il introduisit une échelle, dite de "Beaufort", permettant d'estimer la force du vent.

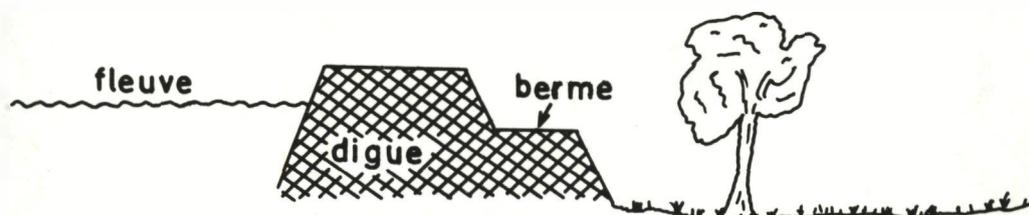
ECHELLE DE BEAUFORT				
Numéros	Vents		Vitesses	
	(1)	(2)	Mètres par seconde	Kilomètres par heure
0	calme		0 à 1	0 à 4
1	presque calme		1 à 2	4 à 7
2	légère brise		2 à 4	7 à 14
3	petite brise		4 à 6	14 à 22
4	jolie brise		6 à 8	22 à 29
5	bonne brise		8 à 10	29 à 36
6	bon frais	forte brise	10 à 12	36 à 43
7	fort vent	vent frais	12 à 14	43 à 50
8	vent tempétueux	grand frais	14 à 16	50 à 58
9	tempête	coup de vent	16 à 20	58 à 72
10	forte tempête	tempête	20 à 25	72 à 90
11	très forte tempête	ouragan	25 à 30	90 à 108
12	ouragan	à sec de toile	plus de 30	plus de 108

(1) : Atlas de Belgique Littoral/Estuaire de l'Escaut Escaut maritime par R. CODDE & L. DE KEYSER (1967)

(2) : Cours de navigation par L.G. LOZE & J. ANDRE 1943

berme :  
(berm)

partie horizontale construite dans le talus intérieur ou extérieur d'une digue pour la renforcer.



brèche dans une digue : destruction, par submersion  
(*bres*) et érosion, de la partie supérieure d'une digue jusqu'à un niveau inférieur à celui de la marée haute normale; l'eau du fleuve pouvant alors entrer dans le polder, ou en ressortir, pendant une partie de la durée de la marée, le seuil ainsi formé étant à sec pendant l'autre partie de la durée de la marée (voir "rupture" & "affaissement").

C.

capacité d'emmagasinement : volume d'eau pouvant être  
(*bergingscapaciteit*) contenu dans un réservoir ou dans le lit d'un fleuve.

chute : différence de niveau d'eau entre  
(*verval*) l'amont et l'aval d'un barrage.

cote : hauteur mesurée par rapport à un  
(*peil, waterstand*) plan de référence.  
niveau (ou hauteur) d'eau (voir "niveau").

crue : montée des eaux et augmentation du  
(*stijgend of wassend water, hogeafvoer*) débit provoquées par les précipitations et la fonte des neiges dans le bassin hydrographique d'un cours d'eau.

D.

débit : volume d'eau écoulé par unité de  
(*debiet*) temps, exprimé en mètres cubes par seconde.

digue : levée de terre érigée pour protéger les terres basses de l'inondation.  
(*dijk*)

digue intérieure (*binnendijk*) : digue située à l'intérieur des terres et qui n'est pas toujours en contact avec l'eau, et dont le rôle est de limiter la zone d'inondation en cas de rupture de la digue principale.

digue principale (*bandijk*) ou digue capitale, ou digue de mer : digue construite en bordure du fleuve pour contenir les niveaux d'eau les plus élevés.

digue submersible ou déversante (*overstroombare-dijk*) : digue pouvant être submergée par de très fortes marées, construite en bordure de fleuve devant une digue capitale; et dont le rôle est d'écrêter l'onde de marée-tempête, en permettant, par son débordement, le remplissage d'un réservoir d'inondation.

E.

eau d'amont : eau provenant du bassin hydrographique amont (voir "crue" & "débit").  
(*opperwater*)

étale de courant : moment où la vitesse de l'eau s'anule et où le sens du courant se renverse (voir "marée").  
(*stroomkentering*)

F.

flot : courant de marée dirigé de la mer vers l'intérieur des terres parfois appelé "flux" (voir "marée").  
(*vloed*)

G.

gagnant : laps de temps de la marée pendant lequel le niveau de l'eau s'élève - durée entre la marée basse & la marée haute suivante.  
(*rijzend of opkomend water*)

J.

jusant : courant de marée dirigé de l'intérieur des terres vers la mer parfois appelé "reflux" (voir "marée").  
(*eb*)

M.

marée : mouvement régulier et périodique de  
(getij) la montée et de la descente des eaux  
dû à l'attraction de la lune et du  
soleil.

onde (golf) : ondulation de la surface de l'eau.

onde de marée : ondulation de la surface de  
(getij golf) l'eau qui se propage de l'aval  
vers l'amont d'un fleuve (voir "O").

marée basse : moment de la marée où le niveau  
(laagwater) de l'eau est minimum; il sépare  
le perdant du gagnant.

marée haute : moment de la marée où le niveau  
(hoogwater) de l'eau est maximum; il sépare  
le gagnant du perdant.

amplitude : différence de hauteur entre une  
(tijverschil) marée haute et la marée basse qui  
la précède immédiatement (voir "A").  
A Anvers, l'amplitude de la marée  
est 5,44 m en vive-eau et 4,14 m  
en morte-eau.

flot (parfois appelé "flux") : courant de marée  
(vloed) dirigé de la mer vers l'intérieur  
des terres - courant de flot  
(vloedstroom)

gagnant : laps de temps de la marée pendant  
(rijzend of lequel le niveau de l'eau s'élève -  
opkomend durée entre la marée basse & la  
water) marée haute suivante.

jusant (parfois appelé "reflux") : courant de  
(eb) marée dirigé de l'intérieur des  
terres vers la mer - courant de  
jusant (ebstroom).

perdant : laps de temps de la marée pendant  
(dalend of val lequel le niveau de l'eau s'abaisse -  
lend water) durée entre la marée haute et la  
marée basse suivante.

étale : sans vitesse.

étale de courant : moment où la vitesse de l'eau  
(*stroomkentering*) s'annule et où le sens du courant  
se renverse.

étale de courant de flot ou étale de flot.  
(*vloedkentering - kentering van vloedstroom*).

étale de courant de jusant ou étale de jusant.  
(*ebkentering - kentering van ebstroom*).

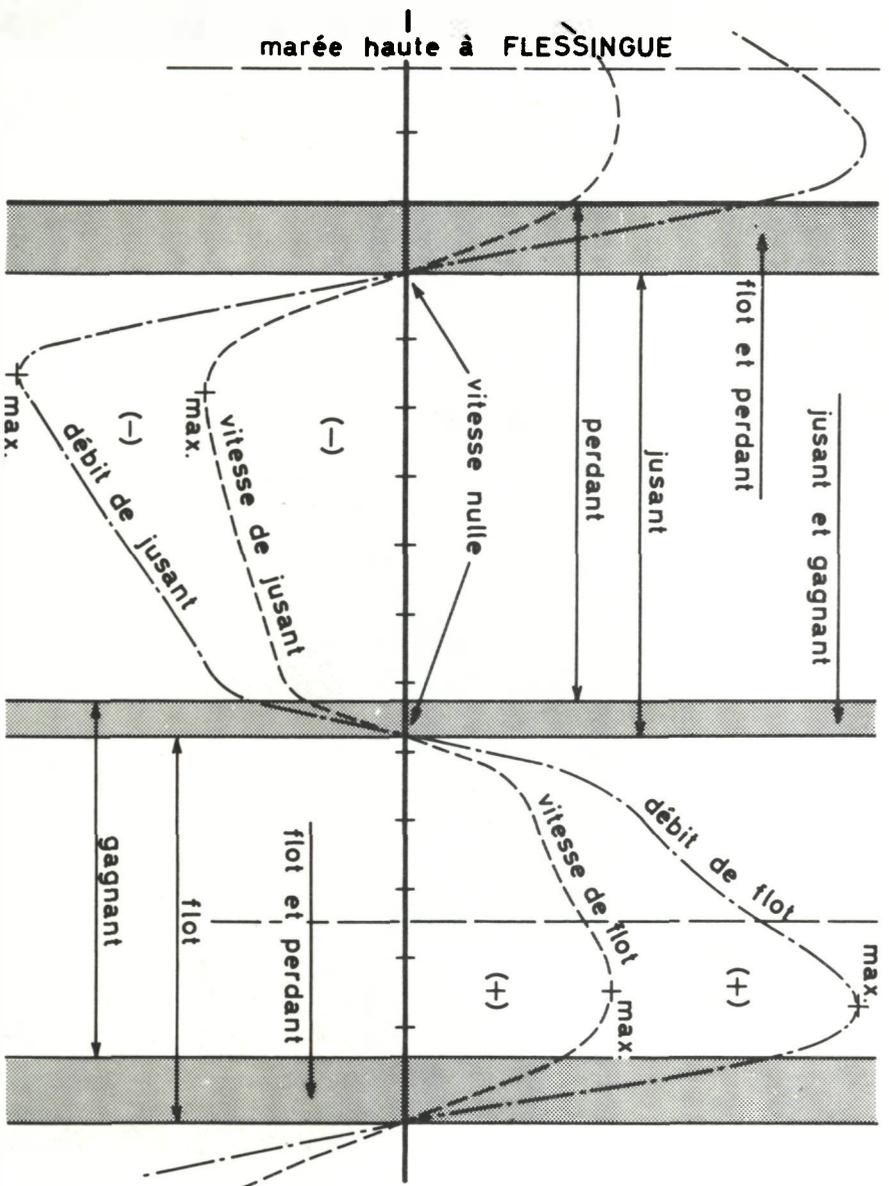
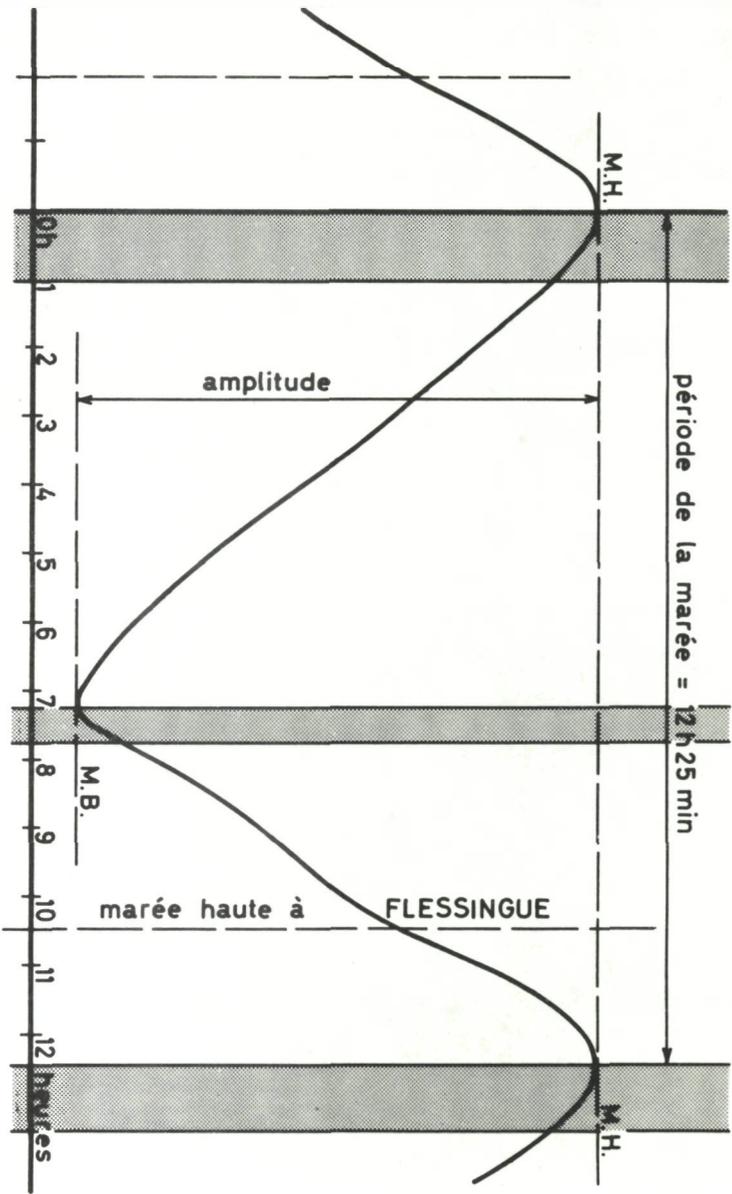
étale de marée : période voisine de la marée haute  
ou de la marée basse, pendant la-  
quelle le niveau d'eau varie très  
faiblement.

étale de basse mer ou étale de marée basse.  
(*laagwaterstand*).

étale de haute mer ou étale de marée haute.  
(*hoogwaterstand*).

A Anvers, l'étale de courant de  
jusant ou de flot a lieu respecti-  
vement de 30 à 60 minutes après le  
moment de la marée basse ou de la  
marée haute.

Pendant la période de temps qui  
sépare les moments de marée haute  
et d'étale de courant de flot, ou  
bien de marée basse et d'étale de  
courant de jusant, il y a respecti-  
vement flot & perdant et jusant &  
gagnant (voir croquis).



**ESCAUT à ANVERS**

marées de vive-eau ou de syzygie : fortes marées qui  
(*springtij*) ont lieu en période de pleine ou  
de nouvelle lune, avec un certain  
retard sur le moment de la syzygie.

syzygie : moment de la conjonction ou de  
(*syzygie*) l'opposition de la lune et du so-  
leil lors de leur passage au méridien  
du lieu.

marées de morte-eau ou de quadrature : faibles marées  
(*doodtij*) qui ont lieu en période de premier  
ou de dernier quartier de la lune,  
avec un certain retard sur le mo-  
ment de la quadrature.

quadrature : moment où la lune et le soleil for-  
(*kwadratuur*) ment avec la terre un angle de  $90^\circ$   
lors de leur passage au méridien  
du lieu.

A Anvers : - la marée haute de vive-  
eau est la première qui suit le cin-  
quième passage de la lune au méri-  
dien à partir de la syzygie; la ma-  
rée basse qui suit est la marée basse  
de vive-eau.

- on applique cette règle  
pour le calcul des hauteurs de morte-  
eau en partant de la quadrature.

B.B.M.V.E. : basses basses mers de vive-eau.  
(*L.L.W.S.*) (*laag laag waterspring*).

⋮ : moyenne semi-décennale des plus  
basses mers de syzygie mensuelle.

B.B.M.M.V.E. : basses basses mers moyennes de vie-eau.  
(*G.L.L.W.S.*) (*gemiddelde laag laag waterspring*).

Ce niveau est variable suivant l'en-  
droit et se détermine comme suit :

pour la partie belge de l'Escaut :  
moyenne des plus basses des quatre marées basses mensuelles qui encadrent les marées hautes de vive-eau, sur une période de 5 ans disposés symétriquement par rapport à l'instant où l'angle mesuré dans le plan écliptique entre l'équinoxe de printemps et le noeud ascendant devient 90° ou 270°.

pour la partie néerlandaise de l'Escaut : au Pays-Bas, le G.L.L.W.S. est calculé en prenant la moyenne des plus basses mers basses de vive-eau de chaque mois, pour une période de 5 ans; la marée basse de vive-eau étant celle qui précède ou suit la marée haute qui a lieu au moment le plus proche d'1 h 50 min. après la culmination lunaire à Greenwich.

marée-tempête : rehaussement du niveau de l'onde de marée dû à l'action prolongée (6 à 12 h et plus) du vent soufflant sur les eaux de la mer du Nord.  
[Stormloed]  
Lorsqu'à Anvers, la marée haute atteint ou dépasse :  
la hauteur de 6,50 m, elle est appelée "marée-tempête",  
la hauteur de 7,00 m, elle est appelée "marée-tempête exceptionnelle".

La différence entre le niveau réel d'une marée-tempête et son niveau normal prévu est appelée "storm effect". Sur l'Escaut, il peut surélever les marées (vent d'Ouest) ou les abaisser (vent d'Est) de 0,50 à 2,00 mètres et en influencer le temps (avance ou retard suivant que le vent vient de l'Ouest ou de l'Est, de 15 à 130 minutes, parfois plus) pendant une période pouvant s'étendre sur plusieurs jours.

mi-marée :  
(*halftij*)

hauteur moyenne entre une marée basse et la marée haute qui la suit.

modèles :  
(*modellen*)

modèle physique ou réduit : représentation du fleuve à une échelle réduite respectant les lois de similitude. Exemple : en similitude de Froude, l'échelle des temps et des vitesses est égale à la racine carrée de l'échelle des longueurs; ainsi, sur un modèle réduit construit à l'échelle du 1/100 : 100 mètres en nature deviennent 1 mètre sur le modèle, tandis que la durée d'une marée de 12 h 25 de période n'est réduite que 10 fois et devient 01 h 14m 30s; les vitesses de l'eau étant aussi réduites 10 fois, c.à-d. que l'eau coulant dans le fleuve à la vitesse d'1 m par seconde, ne fera plus que 0,1 m par seconde en modèle.

modèle mathématique  
(*mathematisch model*)

: résolution par ordinateur des équations hydrodynamiques du phénomène étudié.

morphologie :  
(*morfologie*)

forme et structure des bancs et des chenaux, ainsi que leur influence sur l'écoulement des eaux.

N.

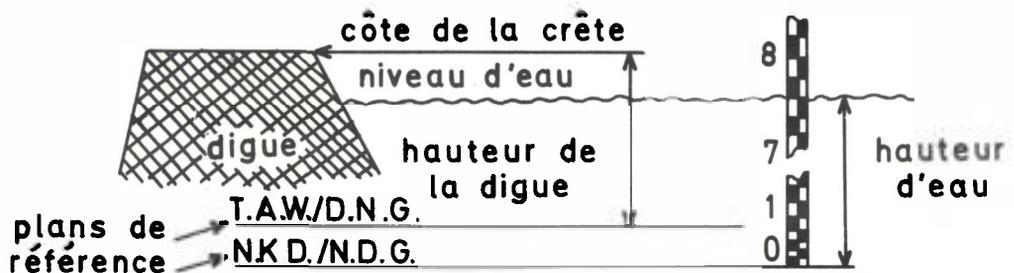
niveau :

hauteur mesurée par rapport à un plan de référence.

niveau d'eau (*waterstand*).

cote de digue (*peil van de dijk*).

hauteur d'eau (*waterhoogte*).



O.

onde de marée :  
(*getij golf*)

ondulation de la surface de l'eau qui se propage de l'aval vers l'amont d'un fleuve.

La célérité (vitesse de propagation) de l'onde de marée est influencée par le vent.

Sur l'Escaut, entre Flessingue & Anvers, sa moyenne est d'environ 40 km/h pour sa crête et 29 km/h pour son creux; tandis que la célérité de la crête de l'onde de la marée-tempête du 1er février 1953 (vent d'O.N.O.) était 55,2 km/h, et celle du creux de la marée-tempête du 31 janvier 1956 (vent d'Est) était 23,2 km/h.

P.

pendant :  
(dalend of val-  
lend water)

laps de temps de la marée pendant lequel le niveau de l'eau s'abaisse - durée entre la marée haute et la marée basse suivante.

période :  
(periode)

durée de temps qui s'écoule entre deux moments de marée haute, ou de marée basse.

Dans l'Escaut, la période d'une marée est en moyenne 12 h 25 min.

plan de référence :  
(vergelijkingsvlak)

plan passant par un point connu servant d'origine des altitudes, des cotes, des niveaux et hauteurs d'eau.

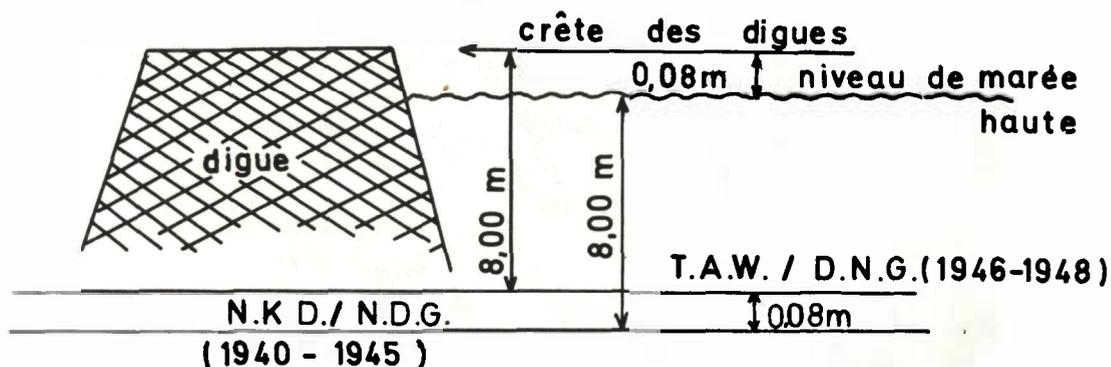
Pour l'Escaut, les plans de référence actuels sont :

N.K.D./N.D.G. = Nouveau Dépôt  
(Travaux Publics) de la Guerre  
(1940-1945) (Nieuw Krijgsdepot).

adopté pour les mesures de niveaux et de hauteurs d'eau sur l'Escaut.

T.A.W./D.N.G. = Deuxième Nivel-  
(Inst.Géog. Nat.) lement Général  
(1946-1948) (Tweede Algemene  
Waterpassing).

adopté pour le nivellement des digues.



Ces deux plans de référence belges correspondent sensiblement au niveau de la marée basse à Anvers; le T.A.W./D.N.G. (1946-1948) étant en effet au niveau de la marée basse moyenne de vive-eau de la période 1961-1970 soit 0,08 m au-dessus du plan de référence N.K D./N.D.G. (1940-1945).

Aux Pays-Bas, le plan de référence est le N.A.P. qui est situé à 2,40 m au-dessus du N.KD./N.D.G. (1940-1945); ce qui, à 0,05 m près, correspond au niveau de mi-marée moyenne à Flessingue.

polder & Polder : polder : terres basses du long de la  
(*polder*) côte, ou d'un cours d'eau soumis à l'action de la marée, conquises par l'homme et mises en valeur.

Polder : Administration publique instituée pour la conservation, l'assèchement et l'irrigation des polders du bassin de l'Escaut maritime.

R.

rupture : destruction d'une digue par submersion et  
(*dijkbreuk*) érosion jusqu'à une hauteur telle que le seuil ainsi formé soit constamment immergé par le flot entrant dans le polder ou le jusant sortant du polder (voir "brèche" & "affaissement").

S.

Schorre, ou schor, ou scor : étendue vaseuse en bordure  
(*schorren*) des fleuves soumis à l'action de la marée, ou en bordure de la mer, revêtue d'un tapis végétal herbacé et seulement recouverte par les marées hautes de vive-eau.  
Le "Schorre" est l'extrême avancée du domaine continental.

Slikke ou tanguaie : étendue vaseuse, dépourvue de  
(*slikken*) végétation, bordant les fleuves  
soumis à l'action de la marée et  
recouverte chaque jour par les  
marées hautes normales.

I.

Transgression marine : rehaussement du niveau des  
(*zeetransgressie*) eaux causé par l'affaissement  
du sol et l'élévation du niveau  
des mers.

par opposition : "régression ma-  
rine" (*zeeregressie*).