

LA LIAISON ESCAUT - RHIN

par

N. DEBROCK et A. DOYEN

Inspecteurs Généraux des Ponts et Chaussées

I. RAPPEL HISTORIQUE

C'est lors du Congrès de Vienne de 1815 que fut fixé, pour la première fois, le statut juridique des cours d'eau internationaux et en particulier la liberté de navigation sur le Rhin, la Meuse et l'Escaut.

Le principe de la liberté de navigation entre la Belgique et le Rhin est également repris dans le Traité de Londres de 1839 qui confirme la séparation entre la Belgique et les Pays-Bas.

En 1839, la navigation entre l'Escaut occidental et le Rhin dispose de deux itinéraires (fig. 1) :

- le premier situé à l'ouest, emprunte l'Escaut occidental et passe ensuite via le Sloe, le Zandkreek et l'Escaut oriental dans le Keeten, le Krammer, le Volkerak, le Hollandsch Diep, le Dordtse Kil et le Merwede;
- le second plus à l'est traverse le Kreekrak à partir de l'Escaut occidental pour rejoindre l'Escaut oriental, emprunte ensuite l'Eendracht pour rejoindre le Volkerak et aboutit finalement au Rhin, comme dans le premier itinéraire.

Le dernier trajet, via le Kreekrak a d'ailleurs été, pendant de longues années, la liaison naturelle pour la navigation entre Anvers et le Rhin.

La zone du Delta qui est constituée par l'embouchure du Rhin, de l'Escaut et de la Meuse et qui comprend une série d'îles et de presqu'îles a, au cours des siècles, été soumise aux influences et à la violence des éléments naturels tels par exemple les marées tempêtes et les divers mouvements des marées et il en

est nécessairement résulté des modifications par ensablement et érosion.

Le Kreekrak lui-même n'a pas échappé à cette évolution en subissant des ensablements et des envase-ments.

Par ailleurs, en 1867, lors de la construction du chemin de fer Maastricht-Middelburg, les Pays-Bas ont fermé par des barrages l'accès au Sloe (1er itinéraire) et au Kreekrak (2ème itinéraire).

Toutefois, en vertu de l'article 9, alinéa 8, du Traité de Londres (1), les Pays-Bas avaient creusé, d'une part au préalable, un canal traversant le « Zuid-Beveland » (1866), de Hansweert à Wemeldinge, en remplacement du « Kreekrak » et, d'autre part, en 1873, un canal traversant la presqu'île de Walcheren, en compensation de la disparition du Sloe.

Dès 1846, la Belgique s'oppose au projet de fermeture du « Kreekrak », en raison des inconvénients que présentait pour la navigation un canal de dimensions réduites, soumis à des interruptions fréquentes pour des raisons d'entretien, ainsi qu'un trajet par l'Escaut occidental, avec sa navigation maritime intense, ses courants, ses tempêtes, son brouillard et en raison aussi des désavantages d'un allongement du parcours de 45 km environ.

(1) « Si des événements naturels ou les travaux d'art venaient par la suite à rendre impraticables les voies de navigation indiquées au présent article, le Gouvernement des Pays-Bas assignera à la navigation belge d'autres voies aussi sûres et aussi bonnes et commodes, en remplacement des dites voies de navigation devenues impraticables. »

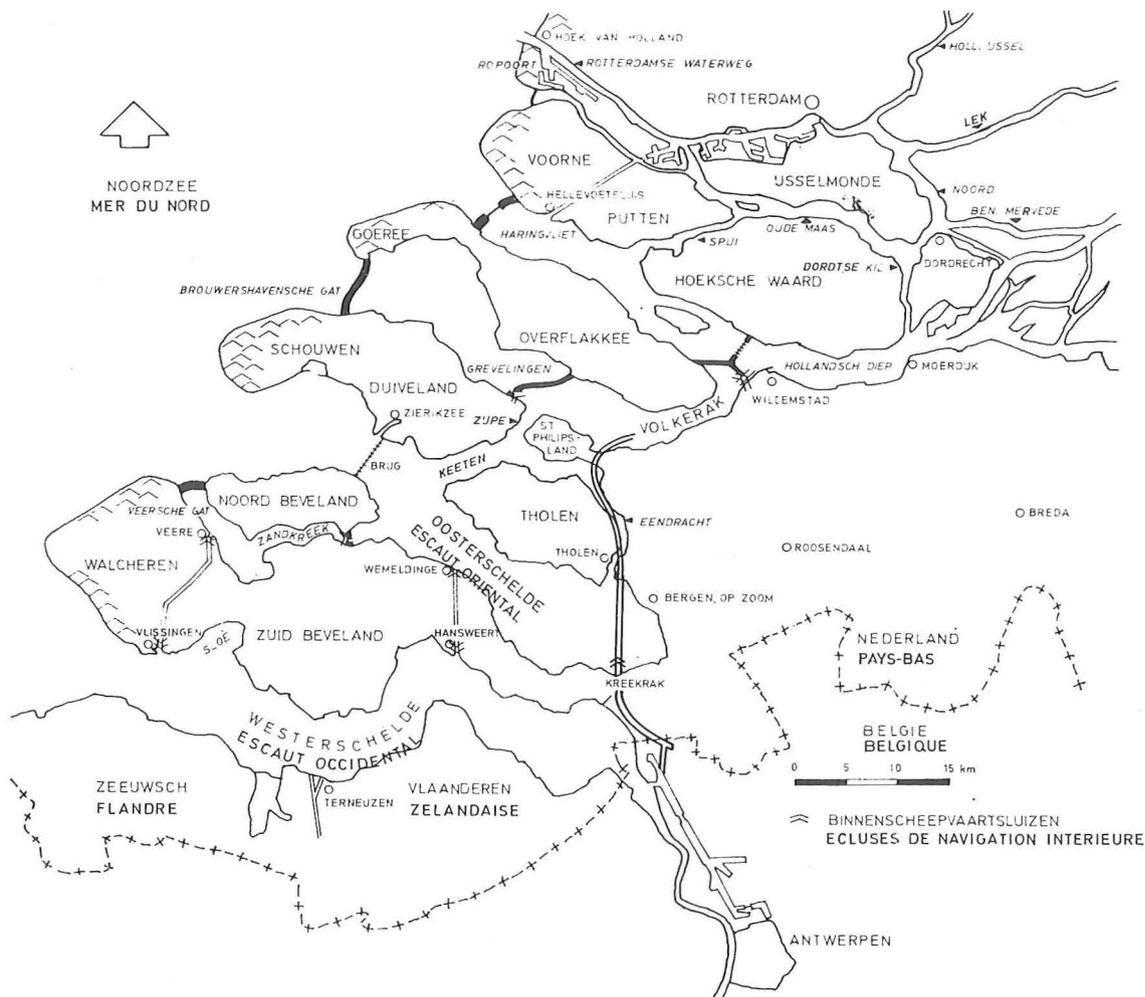


Fig.1. — Vue d'ensemble de la région Delta.

N'ayant jamais accepté la situation créée par la fermeture du « Kreekrak », la Belgique profite de la Conférence de la Paix de Versailles pour remettre à l'ordre du jour le problème de la navigation entre l'Escaut et le Rhin.

Les seize délégués des puissances alliées ont élaboré le texte d'un projet de traité dont les trois points fondamentaux peuvent se résumer comme suit :

1. les Pays-Bas devraient consentir à améliorer les relations, par voie navigable, entre la Belgique et le Rhin;
2. la Belgique devrait supporter une part importante des frais de la nouvelle liaison à condition que celle-ci satisfasse à ses besoins;
3. certaines servitudes relatives à la navigation imposées aux Pays-Bas en 1839 devraient être levées.

Ce projet de traité prévoyait l'établissement au tra-

vers du « Noord-Brabant » d'un nouveau canal débouchant dans le « Hollands Diep » près de Moerdijk.

La Belgique n'a pas ratifié le traité étant donné que ses titres à la souveraineté de la passe des « Wielingen », située à 3 km environ de la côte belge, n'y étaient pas reconnus.

En 1924, les deux pays engagent, par la voie directe cette fois, de nouvelles négociations qui aboutissent, une fois de plus, à un projet de traité. De commun accord, le problème des « Wielingen » avait été exclu des pourparlers.

Ce projet de traité prévoit l'exécution, en territoire néerlandais, à partir de la zone portuaire d'Anvers jusqu'au « Hollands Diep », près de « Moerdijk », d'une voie navigable permettant à tout moment et sur toute sa longueur, la navigation de front de trois péniches du Rhin du type le plus grand.

Le traité est ratifié par le Parlement belge et par la Deuxième Chambre des Etats généraux hollandais, mais il est rejeté par la Première Chambre, en 1927.

Dans l'intervalle, la Belgique a instauré, en 1919, un service de remorquage gratuit sur le trajet Anvers (ou Gand) - Dordrecht, à l'intention des bateaux dont la cargaison transite par les ports belges, à destination ou en provenance de Strasbourg. En 1929, le principe général de l'applicabilité des primes de compensation à la navigation rhénane, à la totalité du trafic entre les ports belges et le pays rhénan, est également adopté. Plus tard, après la Deuxième Guerre mondiale, cette mesure est adaptée à l'évolution des techniques de navigation (bateaux automoteurs, convois poussés).

Vingt et un ans s'écourent alors avant que le problème de la liaison Escaut-Rhin soit réexaminé.

En mars 1949, les gouvernements des trois Etats constituant le BENELUX, réunis à La Haye, parviennent à un accord sur les points suivants :

- a) il existe, entre les trois Etats, des problèmes très importants dans le domaine des voies d'eau et des intérêts portuaires;
- b) il convient de donner aux dits problèmes une solution satisfaisante pour les trois pays;
- c) l'étude de ces problèmes sera confiée à une « Commission spéciale » composée de représentants des Etats intéressés.

Cette commission est constituée en octobre 1949, à Luxembourg, par les gouvernements de la Belgique et des Pays-Bas et elle reçoit pour mission d'étudier les aspects technique, économique et financier des problèmes touchant les ports et les voies d'eau d'Anvers, de Gand et de Liège, qui sont d'une grande importance pour le trafic entre les deux pays.

De l'avis de la Commission, sa tâche comporte l'étude des problèmes suivants :

1. la réalisation d'une liaison pour bateaux de 2000 t, entre le canal Albert et le canal Juliana;
2. la construction d'une nouvelle écluse maritime à Terneuzen et l'amélioration du canal Gand-Terneuzen;
3. l'amélioration de la liaison existante entre le Rhin et l'Escaut.

Les deux premiers sont aisément et rapidement résolus mais il n'en va pas de même pour le troisième car les deux délégations ne parviennent pas à se mettre d'accord.

La délégation belge propose de creuser entre les bassins du port d'Anvers et le « Hollandsch Diep » un canal totalement indépendant des eaux intermédiaires et qui déboucherait à l'est de Willemstad. Les caractéristiques de cette nouvelle voie d'eau seraient identiques à celles du canal Amsterdam-Rhin.

De son côté, la délégation hollandaise présente, sans aucun engagement de sa part, cinq projets.

En octobre 1951, MM. STEENBERGHE et VAN CAUWELAERT sont désignés pour engager les négociations en vue d'un accord sur les trois problèmes en suspens.

Le Traité relatif à la question de « Terneuzen » est signé le 20 juin 1960, celui concernant la suppression du « Bouchon de Lanaye », le 24 février 1961.

Un accord est également obtenu quant au tracé d'une nouvelle liaison Escaut-Rhin.

A peine le rapport STEENBERGHE-VAN CAUWELAERT était-il déposé, en mars 1954, que les Chambres hollandaises entamaient les débats relatifs au « Plan Delta ». Dès lors, le projet de liaison Escaut-Rhin se trouvait compromis. En effet, les répercussions du Plan Delta sur les eaux intermédiaires et, par conséquent, sur la liaison projetée sont profondes.

En mars 1960, une nouvelle commission de négociation est constituée; elle est composée comme suit :

- pour les Pays-Bas : Jhr mr. dr. A.W.L. TJAIDA VAN STAKENBORGH STACHOUWER, Ministre d'Etat, Président; A.H.C. GIEBEN, Secrétaire Général du Ministère du « Waterstaat »; A.G. MARIS, Directeur Général du « Rijkswaterstaat »; H.O. FRASER, Secrétaire;
- Pour la Belgique : Bn H. de GRUBEN, Secrétaire Général honoraire du Ministère des Affaires étrangères, Président; H. MALDEREZ, Secrétaire Général du Ministère des Communications; prof. G. WILLEMS, Secrétaire Général du Ministère des Travaux publics; N. ERKENS, Secrétaire.

Ce sont les négociations menées au sein de cette commission qui, poursuivies sans désespérer, ont finalement abouti au « Traité entre le Royaume de Belgique et le Royaume des Pays-Bas au sujet de la liaison entre l'Escaut et le Rhin », signé à La Haye le 13 mai 1963 et entré en vigueur le 23 avril 1965.

Pour être complet, nous ajouterons que, parallèlement aux travaux de la commission précitée, des contacts ont eu lieu en 1961, entre les Chambres de Commerce d'Amsterdam, de Rotterdam et d'Anvers.

Ces contacts ont permis d'aboutir, en 1962, à un vœu commun, de signification historique, qui constitue une première étape en vue d'assainir la politique des trois grands ports du Delta et dont les principes fondamentaux sont repris ci-après :

« Il est permis d'espérer que les négociations officielles actuellement en cours entre la Belgique et les Pays-Bas, au sujet du problème de la liaison Escaut-Rhin, sont menées dans le souci de créer, par ce moyen, la base et le point de départ d'une politique commune de la Belgique et des Pays-Bas, d'une part à l'égard des problèmes qui se posent quant à la politique des transports entre les deux pays (tels que le développement des liaisons entre les ports de mer et leur hinterland suivant les optiques générales qu'il convient d'adopter en cette matière, dans le cadre du Benelux; la suppression de toutes les mesures tendant à fausser artificiellement le jeu de la concurrence tant en ce qui concerne le trafic maritime que la navigation intérieure qui s'y rapporte) et d'autre part à l'égard des problèmes relatifs à la politique des transports au sein de la Communauté Economique Européenne ».

Ces principes se retrouvent dans le Traité de 1963.

II. DESCRIPTION DES TRAVAUX EXECUTES

. Tracé (fig. 2) (planche) (1)

La liaison Escaut-Rhin a, entre son point d'origine dans le bassin portuaire B 3 près de Zandvliet et l'endroit où elle atteint le Volkerak, une longueur d'environ 38 km, dont 5 km en territoire belge.

Au cours de la fixation du tracé, des modifications ont été apportées au tracé en territoire belge prévu au Traité, afin de tenir compte des extensions des bassins portuaires d'Anvers, intervenues entretemps, ainsi que du développement des implantations d'industries. De telles adaptations n'ont pratiquement pas été nécessaires en territoire néerlandais.

Au port d'Anvers, le canal quitte le bassin B 3 en ligne droite, forme un angle (voir photo 1) droit et décrit ensuite une courbe avant de franchir la frontière gelgo-hollandaise (voir photo 2), traverse les schorres endigués d'Ossendrecht et l'ancien barrage de ferme-

(1) Les figures 2, 6 et 7 nous ont été prêtées par nos collègues néerlandais du Rijkswaterstaat et nous tenons à les remercier tout spécialement pour leur amabilité.



Photo 1. — Vue du canal au départ d'Anvers. On remarque les ponts jumelés (chemin de fer et route) de Zandvliet ainsi que l'amorce du futur canal Zandvliet-Oelegem.



Photo 2. — Vue du bief supérieur à hauteur de la frontière belgo-néerlandaise avec, à l'arrière-plan, l'Escaut occidental. Les travaux de dragage sont en cours (avril 1975).

ture du kreekrak pour se diriger vers un nouveau groupe d'écluses (appelées écluses du Kreekrak) (voir photo 3), est constitué au-delà par un chenal dragué dans l'Escaut oriental, par le tracé élargi et adapté de l'Endracht (voir photo 4), la percée du Prins Hendrikpolder — qui fait que le St. Philipsland est redevenu une île — et le chenal dragué dans les « Slikkes » du Heene (voir photo 5).

Après son débouché dans le Volkerak, la voie navigable passe par les écluses du Volkerak et par le « Hollands Diep » pour atteindre Dordrecht par le « Dordtse Kil » et enfin le Rhin.

En plan, le tracé présente un certain nombre d'alignements droits et de courbes ayant un rayon égal ou supérieur à 3000 m et au raccord à angle droit de Zandvliet un rayon de 575 m.

Les courbes sont prévues avec une surlargeur de $\frac{20.000}{R}$ m.

R

2. Profil en long (fig. 3)

a) Le niveau des plans d'eau

Le niveau du plan d'eau du bief supérieur (section du canal située au sud des écluses du Kreekrak) qui

est en communication libre avec le port d'Anvers, se trouve en Belgique à la cote + 4,25 E.M. et aux Pays-Bas à la cote 1,80 + NAP (1).

Le bief supérieur présente toutes les caractéristiques d'un canal : absence de courant et variation minime du niveau du plan d'eau.

Le niveau du plan d'eau du bief inférieur (section du canal située au nord des écluses du Kreekrak) oscillera jusqu'au moment de la fermeture de l'Escaut oriental (initialement prévue en 1978 mais actuellement de nouveau à l'étude), avec les mouvements quotidiens des marées entre 2,00 m + NAP et NAP — 2,00 m, ces cotes correspondant respectivement au niveau des hautes eaux moyennes et des basses eaux moyennes dans l'Escaut oriental.

Les niveaux du plan d'eau pourraient cependant atteindre exceptionnellement les cotes 4,90 m + NAP et NAP — 3,50 m.

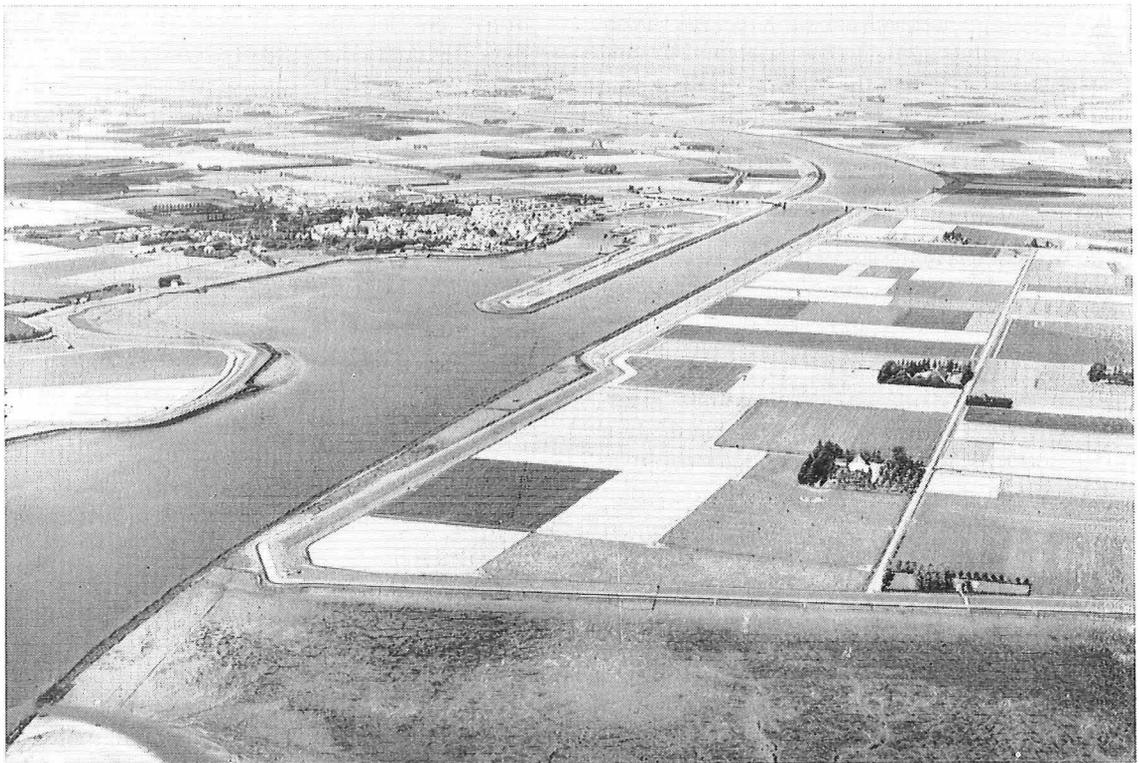
(1) NAP = « Normaal Amsterdams Peil » (niveau normal d'Amsterdam) est le plan de référence utilisé aux Pays-Bas.

Il se situe à 2,40 m au-dessus du plan de référence belge ZDA (Zéro Dépôt d'Armée) employé sur l'Escaut.



(Photo Barthofmeester - Rotterdam).

Photo 3. — Vue de la plus grande partie du bief supérieur située aux Pays-Bas avec, à l'avant-plan, le pont de Bath et, à l'arrière-plan, les ponts du Kreekrakdam et l'écluse du Kreekrak.



(Photo Barthofmeester - Rotterdam).

Photo 4. — Bief inférieur dans l'Eendracht avec à l'avant-plan l'Escaut oriental et au centre le village et le pont de Tholen.



(Photo Barthofmeester - Rotterdam).

Photo 5. — Débouché de la liaison Escaut-Rhin dans le Volkerak.

Après fermeture de l'Escaut oriental, le niveau des eaux du bief inférieur présentera des variations saisonnières dépendant du niveau des eaux du « Zeeuwse Meer » ou lac de Zélande (dénomination future de l'Escaut oriental après sa fermeture).

Ces variations oscilleront entre les cotes 0,50 m + NAP et NAP — 1,00 m auxquelles il y a lieu de superposer un relèvement ou un abaissement de l'eau sous l'effet du vent de l'ordre de 0,25 m, si bien que l'on doit s'attendre à un niveau d'aval oscillant d'une manière saisonnière entre les cotes 0,75 + NAP et NAP — 1,25 m.

Les deux biefs sont reliés par deux écluses jumelées (écluses du Kreekrak) et la possibilité de construire ultérieurement une troisième écluse a été réservée. Il convient de noter que le bief supérieur (côté Anvers) est à niveau pratiquement constant et alimenté en eau de mer (donc salée) tandis que le bief inférieur (côté de l'Escaut oriental) subira encore temporairement les fluctuations de la marée et sera également alimenté en eau de mer. Ce n'est qu'après fermeture de l'Escaut oriental (prévue initialement pour 1978 d'après le plan Delta) que le plan d'eau n'aurait plus que des fluctuations relativement faibles et que l'eau de mer

actuelle serait remplacée graduellement par de l'eau douce ou tout au moins à faible teneur en sel.

Lorsque l'Escaut oriental sera fermé, les écluses du Kreekrak auront une hauteur de chute qui sera toujours dans le même sens, c.à.d. du sud vers le nord (d'Anvers vers l'Escaut oriental). Pendant la période transitoire, c'est-à-dire tant que l'Escaut oriental n'est pas fermé, la chute rachetée par les écluses changera 4 fois de sens par 24 heures.

b) Les mouillages

Dans le bief supérieur, le mouillage est de 5 m soit environ 1,5 fois le tirant d'eau de 3,30 m du convoi poussé de base. Le coefficient 1,5 résulte d'essais sur modèle effectués au Laboratoire Hydraulique de Voorst, dont il sera question au 3. ci-après lors de l'examen des profils en travers.

Lorsque l'Escaut oriental sera fermé, le mouillage du bief inférieur sera également de 5 m sous le niveau du plan d'eau minimum du futur lac de Zélande qui se situe à la cote NAP — 1 m (le cas d'un abaissement du plan d'eau sous l'effet du vent étant considéré comme exceptionnel).

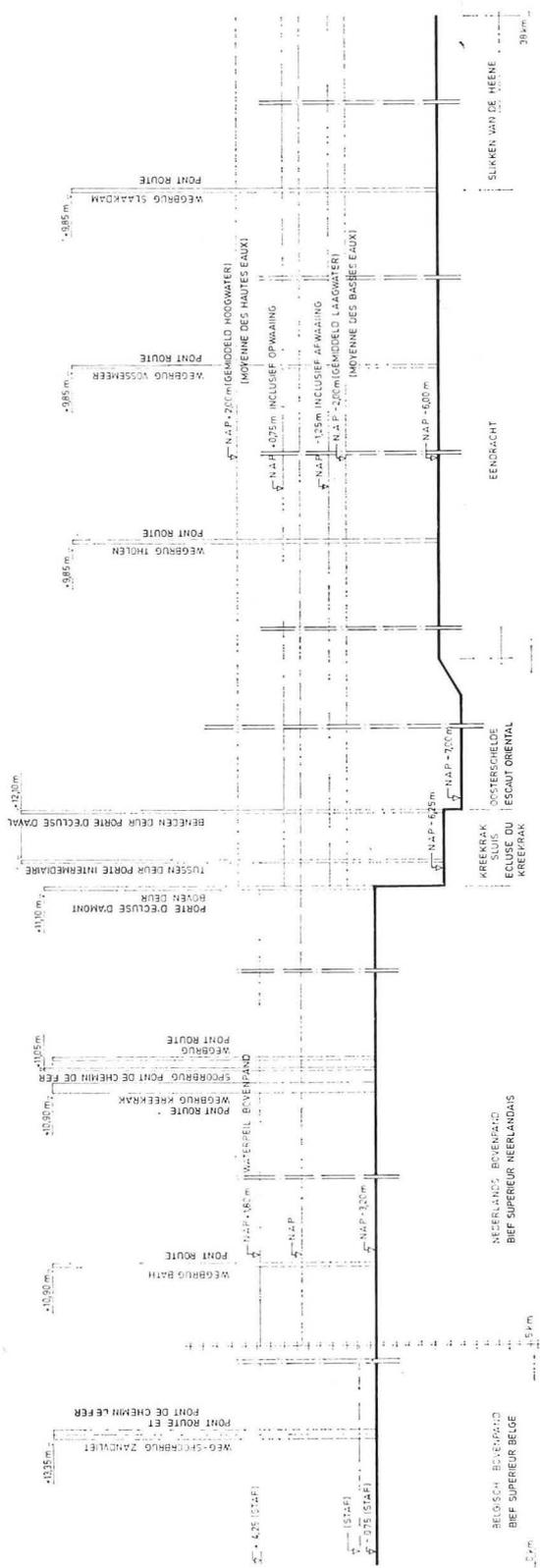


Fig. 3. — Profil en long de la liaison Escaut-Rhin avec indication des côtes des sous-poutres, des ponts et des portes d'écluse levées.

Les cotes du plafond des biefs supérieur et inférieur ont été normalement prévues, respectivement au niveau NAP — 3,20 m et au niveau NAP — 6 m. Ce-

pendant, afin de se prémunir contre des envasements et l'ensablement de l'Escaut oriental, une surprofondeur de 1 m y a été réalisée par dragage.

Par suite des effets du vent, le mouillage pourrait être inférieur à 5 m dans l'Eendracht et la percée du « Prins Hendrikpolder ». Cette restriction a été admise lors de l'étude du projet.

Une plus grande restriction a également été admise pendant la période transitoire précédant la fermeture. Par suite du mouvement des marées dans l'Escaut oriental, on a relevé, en période de basses eaux, des niveaux d'eau nettement inférieurs à NAP — 1 (cfr la cote NAP — 3,50 m citée précédemment). La navigation pourra cependant toujours emprunter l'itinéraire contournant l'île de Tholen, mais il s'agit là d'un allongement de parcours non négligeable.

La hauteur d'eau, sur le seuil des écluses après fermeture de l'Escaut oriental, est de 5 m.

Les seuils des têtes aval des écluses du Kreekrak (ainsi que ceux des écluses du Volkerak qui sont aussi grandes) se situent à la cote NAP — 6,25 c'est-à-dire à 5 m sous le niveau le plus bas du lac de Zélande (donc hypothèse fermeture de l'Escaut oriental), en tenant compte des effets du vent (NAP — 1,25).

Pendant la période précédant la fermeture de l'Escaut oriental (qui ne sera pas réalisée à la date initialement escomptée ainsi que signalé précédemment), le mouillage sur le seuil aval sera également réduit lorsque le niveau du bief inférieur sera inférieur à NAP — 1,25 m.

Les seuils des têtes amont des écluses du Kreekrak sont à la cote NAP — 3,20 m, ce qui donne une garantie d'un mouillage de 5 m en tout temps pour le bief supérieur.

c) Les hauteurs libres

Le niveau des faces inférieures des portes levantes des écluses en position ouverte et des ponts a été choisi de manière à pouvoir disposer d'une hauteur libre de 9,10 m (admise pour la navigation sur le Rhin) déterminée à partir de certains niveaux caractéristiques de l'état des eaux.

Sous les ponts, la hauteur libre règne sur une largeur de 120 m.

En Belgique, les ponts sont prévus avec une surhauteur de 0,10 m par rapport à la norme de 9,10 m applicable sur le Rhin.

En vue d'obtenir une marge de sécurité de 0,20 m sous le niveau de la partie inférieure des portes levées des têtes sud des écluses du Kreekrak, celui-ci a été fixé à $\text{NAP} + 1,80 + 0,20 + 9,10$ soit $\text{NAP} + 11,10$ m.

Le niveau de la face inférieure dans les têtes intermédiaires et nord des écluses du Kreekrak a été déterminé en tenant compte, dans une certaine mesure, de la situation existante avant la fermeture de l'Escaut oriental et il a été admis un niveau du plan d'eau à la cote $\text{NAP} + 3,00$ m (fréquence 5 fois par an). Au-dessus de ce niveau, la manœuvre des écluses est interrompue.

Le niveau du bord inférieur des portes intermédiaires et nord en position haute s'établit ainsi à la cote $\text{NAP} + 3,00 + 9,10$ m soit $\text{NAP} + 12,10$ m.

La hauteur des ponts du bief supérieur sont déterminés par rapport à l'état normal des eaux dans cette partie du canal, c'est-à-dire à la cote 4,25 E.M. en Belgique et à la cote $\text{NAP} + 1,80$ m au Pays-Bas. On ajoute 9,10 m à ces cotes pour calculer le niveau de la face supérieure des ouvrages.

En ce qui concerne les ponts de chemin de fer en Hollande, il a été tenu compte d'une marge supplémentaire de 0,15 m pour répondre aux exigences imposées.

Le niveau inférieur des ponts du bief inférieur est à la cote $\text{NAP} + 9,85$ et est basé sur un plan d'eau à la cote $\text{NAP} + 0,75$ niveau le plus élevé du lac de Zélande en tenant compte des effets du vent.

Pendant la période transitoire précédant la fermeture de l'Escaut oriental, certaines limitations seront imposées à la navigation lorsque par suite du jeu des marées le niveau des eaux sera supérieur à la cote $\text{NAP} + 0,75$ m.

Ainsi que signalé précédemment, les hautes eaux atteignent deux fois par jour un niveau moyen $\text{NAP} + 2,00$ m avec des extrêmes de $\text{NAP} + 4,00$ m.

Il sera également nécessaire à certains moments critiques de la marée de dévier la navigation en contournant l'île de Tholen.

3. Profil en travers (fig. 4)

Pour la liaison Escaut-Rhin, la largeur au plafond est d'au moins 120 m. Cette largeur résulte d'essais

sur modèle relatifs au poussage effectués aux Pays-Bas au Laboratoire d'Hydraulique de Voorst.

La largeur au plafond a été déterminée en se basant sur des conditions de trafic préchoisies auxquelles sont associées trois types de systèmes de navigation, à savoir :

- a. un convoi poussé comprenant un pousseur et quatre barges (une capacité de chargement d'environ 9000 t). Les dimensions de cet ensemble sont de $191 \times 22,80$ et le tirant d'eau de 3,30 m;
- b. un train de bateaux comportant un automoteur de 1200 t, remorquant un bateau de 2500 t de port utile. Les dimensions des deux bateaux sont respectivement de $80 \times 9,50 \times 2,50$ m et $100 \times 11,10 \times 2,80$;
- c. un automoteur type Rhin-Canal de l'Herne d'une charge utile d'environ 1200 t et de dimensions $80 \times 9,5 \times 2,5$ m.

Quoique le canal soit conçu avec trois bandes de circulation, il a été admis que seules deux bandes sur trois sont occupées par les types de bateaux les plus grands et étant entendu qu'un convoi poussé n'en trématra pas un autre.

On a considéré comme situation de trafic déterminante pour les essais, le trématage d'un train de bateaux par un convoi poussé alors qu'un automoteur se trouve dans la troisième bande. C'est dans cette hypothèse que la largeur au plafond de 120 m a été retenue (1).

Les vitesses suivantes ont été retenues pour l'étude :

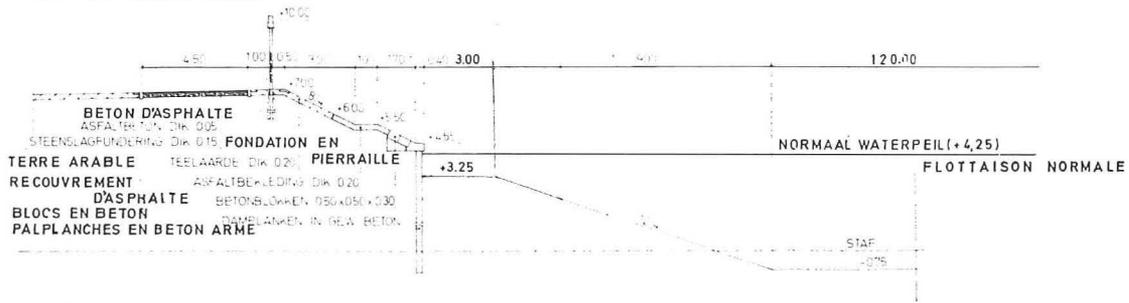
- pour un train de bateaux : 7 km/h
- pour une unité de poussage : 10 km/h
- pour un automoteur naviguant en sens inverse : 15 km/h.

Dans l'Escaut oriental, la largeur a été portée à 150 m afin de pouvoir disposer d'une plus grande aisance en cas de courants traversiers ou de présence de vent.

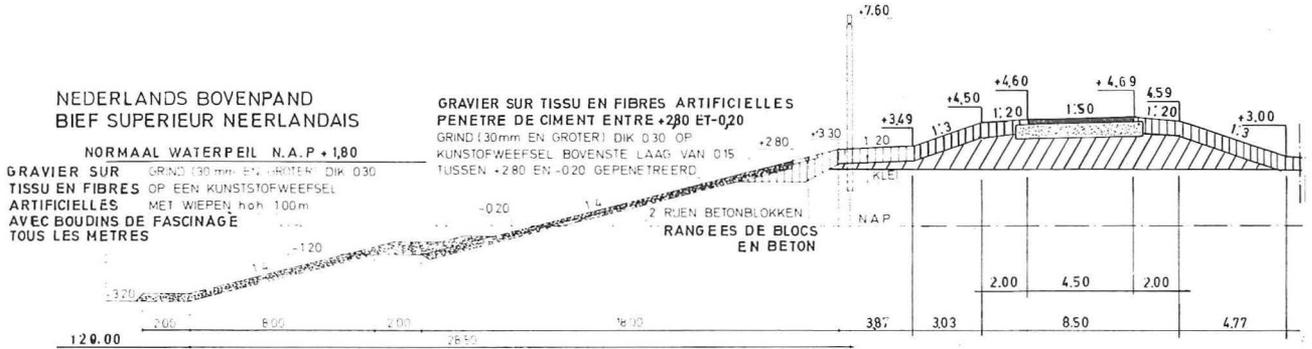
L'inclinaison des talus et le revêtement des berges a été choisi en fonction de la nature du sol, de l'attaque par les remous et les courants longitudinaux ainsi

(1) Pour un domaine d'essais effectués avec des mouillages variant de 4,20 m à 7 m, la formule suivante est d'application : $B_v = 160 - 6D$
avec B_v : largeur du canal au niveau de la quille du bateau ayant le plus grand enfoncement.
 D : mouillage du canal.

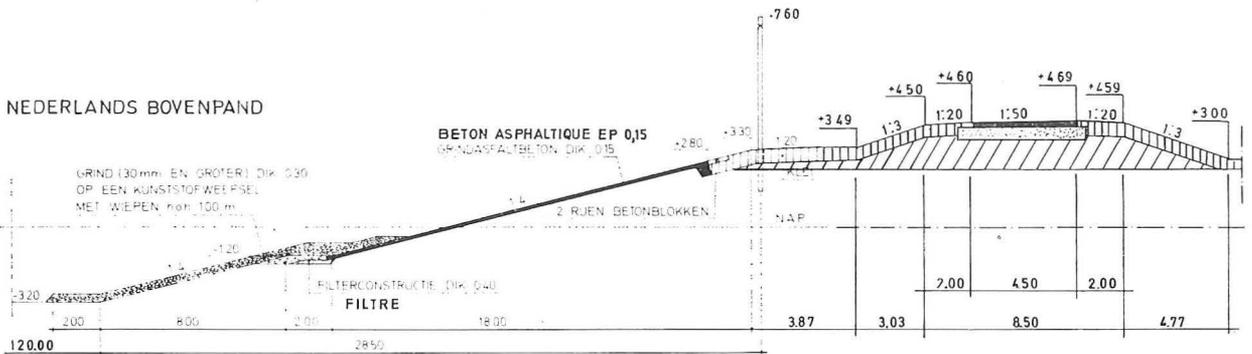
BELGISCH BOVENPAND
BIEF SUPERIEUR BELGE



NEDERLANDS BOVENPAND
BIEF SUPERIEUR NEERLANDAIS



NEDERLANDS BOVENPAND



EENDRACHT

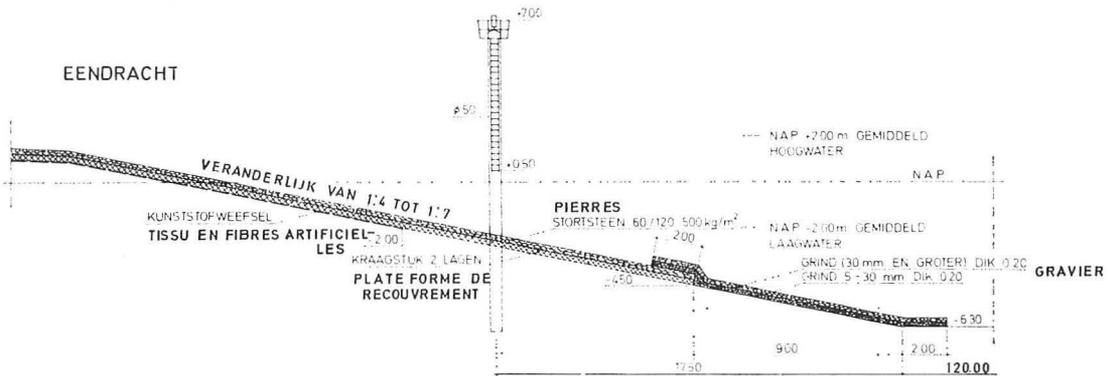


Fig. 4. — Consolidations de talus.

qu'en fonction de l'expérience et les usages des deux pays concernés.

Dans le bief supérieur, les talus sous eau ont un fruit de :

- 12/4 en Belgique avec une berme de départ d'une largeur de 3 m situé à 1 m sous le niveau du plan d'eau;
- une pente de 1/4 aux Pays-Bas avec une berme intermédiaire de 2 m de largeur.

La protection des berges est la suivante :

- en Belgique, un rideau de palplanches en béton supporte un perré en blocs de béton, destinés à briser les remous; celui-ci est prolongé par un revêtement en béton asphaltique;
- aux Pays-Bas, la protection des talus s'étend jusqu'au plafond du canal. Ce revêtement est constitué par un revêtement en gravier de 0,30 m d'épaisseur posé sur un tissu en fibres synthétiques fixé par des boudins de fascines. Il se prolonge au-dessus des bermes sous eau par un empierrement en gravier stabilisé au ciment de 0,30 m d'épaisseur, soit par un revêtement en béton asphaltique de 0,15 m d'épaisseur.

Dans les deux cas, la crête des talus est parachevée par deux rangées de blocs en béton.

Les talus sous eau du bief inférieur ont une pente :

- dans l'Escaut oriental : 1 : 7;
- dans l'« Eendracht » : 1 : 5 à 1 : 4 sous une berme de largeur variable et 1 : 3 au-dessus de cette berme;

— dans les « Slikkes » du Heene : 1 : 5.

Le chenal dragué dans l'Escaut oriental n'a pas été protégé.

Dans l'« Eendracht » et les Slikkes du Heene, on a réalisé au-dessus de la cote NAP — 4,50 m, un revêtement de talus composé d'un tissu synthétique, recouvert d'un enrochement de pierres de 500 kg au m²; au-dessous de cette cote, on a réalisé un revêtement de talus composé d'un enrochement de gravier d'une épaisseur minimum de 0,40 m et recouvert d'un enrochement de pierres aux endroits où la stabilité l'exige.

4. Le groupe d'écluses du Kreekrak (fig. 5, photo 6)

Le complexe construit dans l'Escaut oriental comprend deux écluses avec possibilité d'en construire une troisième, un port de service ou de refuge, un avant-port nord et un avant-port sud équipés d'estacades de guidage, un bassin tampon avec station de pompage, ainsi qu'un poste central de commande. Le tout est protégé par une digue principale est et une digue principale ouest, toutes deux prolongées au nord par des jetées. Les installations comprennent en outre des bâtiments hébergeant les services administratifs et les services d'entretien.

a) les écluses et leur manœuvre

Le groupe d'écluses du Kreekrak n'a pas été construit à l'endroit prévu au Traité, c.à.d. à l'intersection de la route nationale n° 58 et de la ligne de

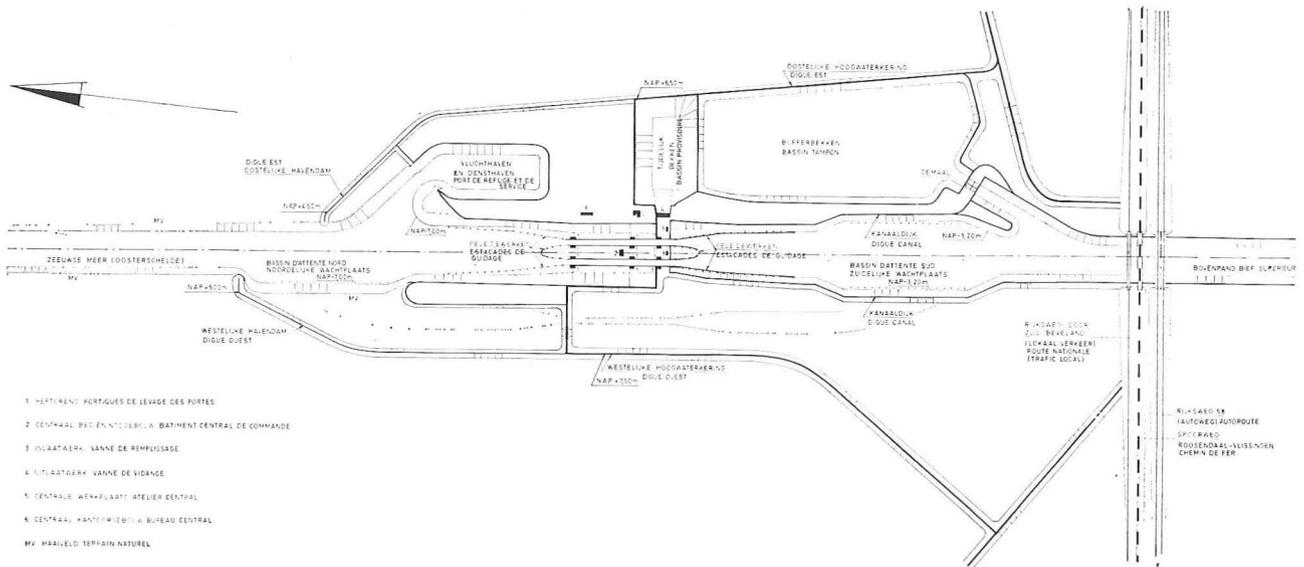


Fig. 5. — Plan de situation schématique des écluses du Kreekrak.



(Photo Barthofmeester - Rotterdam).
Photo 6. — Vue d'ensemble de l'écluse du Kreekrak.

chemin de fer de Bergen op Zoom à Flessingue compte tenu de la complexité d'imbrication de nombreux ouvrages d'art. En plus, les installations prévues aux écluses pour la lutte contre la salinisation des eaux compliquent encore singulièrement la situation.

Finalement le groupe d'écluses a été déplacé vers le nord de manière à maintenir 2 km entre les écluses et les ponts et pouvoir y installer l'avant-port sud.

Chaque écluse comporte un sas d'une longueur utile de 320 m qui peut être divisée par trois portes levantes, en deux parties ayant respectivement une longueur utile de 210 m et 105 m. La largeur du sas est de 24 m.

Le grand sas partiel de chaque écluse peut recevoir un convoi poussé de quatre barges.

Le poste central de commande est situé entre les deux écluses environ à mi-distance entre les deux têtes. Le niveau de l'étage supérieur abritant le local de commande est à la cote NAP + 17 m.

Suivant les circonstances les opérations de sasement peuvent se faire dans une ou deux directions, soit pour un sas complet, soit pour un sas partiel. Les

conditions de sasement dépendront également du volume de trafic; en outre, après la fermeture de l'Escaut oriental elles devront être choisies de manière à limiter de la façon la plus adéquate la salinisation du bief inférieur (les eaux du bief supérieur sont salées) et les pertes d'eau douce du lac de Zélande lorsque celui-ci existera.

En raison du grand nombre de degrés de liberté auquel les opérations de sasement sont soumises, les commandes automatiques des diverses vannes seront programmées par ordinateur.

Afin de combattre la salinisation, les écluses ont en effet été équipées, comme décrit plus loin, d'un système complexe d'aqueducs, d'ouvrages d'admission et d'évacuation et de vannes dans les bajoyers.

Une attention toute particulière a été consacrée à l'accessibilité du poste central de commande.

Les portes levantes nord et sud des écluses comportent du côté sud un pont pour la circulation de véhicules. Les portes intermédiaires sont pourvues d'une passerelle.

Les ponts-route sont fermés par des barrières en chicane qui se trouvent normalement en position fer-

mée mais peuvent être ouvertes sur demande formulée par poste d'appel téléphonique.

Les signaux lumineux installés passent au rouge dès que le mécanisme de manœuvre des portes est actionné.

Le choix s'est porté sur des portes levantes, non seulement à cause de la nécessité de permettre le passage de véhicules sur ces portes, mais également afin que les dimensions du sas puissent être réduites. La salinisation et les pertes d'eau douce seront ainsi limitées au strict minimum.

Pendant la période transitoire (qui sera plus longue que prévue) les portes levantes permettent une inversion du sens de la chute.

« L'égoutage » des portes levantes constitue néanmoins un inconvénient. Des dispositions ont cependant été prises pour pallier cet ennui.

On est parti du principe que le chef-éclusier doit avoir une vue d'ensemble sur les sas, les portes, les estacades de guidage et les avant-ports. Une installation de télévision (avec 22 positions de caméra pour 18 « zones ») permettra à l'éclusier d'avoir cette vue d'ensemble.

Il est nécessaire, en vue de la programmation des manœuvres d'ouverture, de fermeture et de remplissage des sas ainsi que de la disposition des bateaux dans les sas, que le chef-éclusier soit informé — le plus tôt possible (de 1 heure à 1/2 heure avant l'arrivée aux écluses), du nombre de bateaux venant du nord et du sud.

Une installation radar permet de recueillir d'avance les informations relatives au nombre de bateaux attendus et d'une manière générale permet la détection des bateaux par temps de brouillard ainsi que la nuit.

Le radar a une portée d'environ 8 km vers le nord atteignant ainsi le « Bergsche Diep » et le « Tholense Gat ».

Les sections de canal situées au nord et au sud des écluses du kreekrak sont également couvertes par radar.

Les communications extérieures entre le chef-éclusier et ses assistants et les bateliers, sont assurées par quatre systèmes différents : mariphone, téléphone, postes d'appel téléphonique et haut-parleurs « talk-back ».

Les postes d'appel téléphonique ont été implantés à proximité des zones d'attente des bateaux tout au long des estacades de guidage dans les avant-ports.

Les haut-parleurs « talk-back » se trouvent derrière les échelles dans les bajoyers des sas. La communication de renseignements sur les bateaux peut se faire par ces haut-parleurs quand les bateaux entrent dans l'écluse en marche continue, sans attente.

Une installation comprenant 23 groupes de haut-parleurs, répartis sur l'ensemble des installations éclusières, est également utilisée pour transmettre des communications ou donner des instructions.

Les communications intérieures dans le périmètre des installations éclusières proprement dites se font par téléphone et par interphone.

Des haut-parleurs d'écoute permettent d'ailleurs à chaque opérateur d'entendre les conversations des autres opérateurs.

Outre les dispositifs de manœuvre et de signalisation pour l'éclusage proprement dit, il y a d'autres instruments indiquant les niveaux d'eau et la salinité, ainsi que des appareils de commande des feux de direction, des signaux de brouillard et d'interdiction, de l'installation d'éclairage, etc.

La signalisation des pannes s'opère en deux phases : un signal optique et un signal acoustique donnent l'information primaire; un ordinateur avec téléimprimante précise ensuite la nature de la panne.

Le service du mariphone, du téléphone et des postes d'appel téléphonique est assuré par des centralistes. Ceux-ci s'occupent également du traitement des renseignements recueillis concernant les bateaux (nom, origine, destination, chargement etc.) sur un ordinateur aux possibilités d'entrées numériques et alphanumériques.

Une autre imprimante est raccordée au téléphone. Elle sert à fournir des renseignements à des tiers et à transmettre les informations nécessaires à l'administration portuaire d'Anvers.

L'équipement comprend également des appareils enregistreurs du son et de l'image servant à des fins de documentation et de preuve en cas de litige.

L'agencement du système de commande des écluses du Kreekrak a fait l'objet d'une étude ergonomique détaillée réalisée par le « Nederlands Instituut voor Zintuigfysiologie » (Institut hollandais de physiologie sensorielle).

b) la lutte contre la salinisation (fig. 6 et 7)

Après fermeture de l'Escaut oriental, les eaux du bassin fermé, c'est-à-dire du futur lac de Zélande deviendront, par l'apport d'eaux de la Meuse et du Rhin, progressivement douces, tandis que des eaux saumâtres provenant des bassins d'Anvers pourraient, faute de mesures adéquates, pénétrer dans le lac, lors des sassements.

Des dispositions ont dès lors été prises dans les installations de sassements afin de combattre la salinisation.

Il a été décidé, après des essais réalisés dans le Laboratoire d'hydraulique de Delft, de mener la lutte contre la salinisation par le système dit « de Dunkerque », ainsi nommé par analogie avec un système appliqué à l'écluse de Mardyck près de Dunkerque (dont la capacité est cependant quinze fois inférieure à celle des écluses du Kreekrak).

Par cette méthode, les eaux du sas sont, après fermeture des portes, remplacées par des eaux provenant du bief en direction duquel les bateaux sont éclusés, tandis que les eaux qui se trouvaient à l'origine dans le sas, sont refoulées vers le bief d'où les bateaux viennent.

Le but de cette méthode est de combattre la salinisation aussi efficacement que possible sans répercussion défavorable sur la durée d'éclusage et sans que la manœuvre ne soit trop compliquée.

Le système prévu permettra de réduire la salinisation à 2 % de celle qui se produirait si aucune disposition n'était prévue à cet effet.

Chaque écluse est équipée d'un radier double, le radier supérieur étant perforé. L'espace située au-dessous de celui-ci est raccordé à un aqueduc d'eau salée. Il suffit, pour remplir l'écluse, que l'aqueduc d'eau salée soit mis en communication avec le bief supérieur (les eaux saumâtres des bassins du port d'Anvers). Pour vider l'écluse, on la met en communication avec un bassin tampon de 40 ha dont le niveau d'eau est inférieur à celui du lac de Zélande (entre NAP — 0,50 m et NAP — 2,80 m).

Ce niveau peut être maintenu grâce à une station de pompage qui refoule les eaux du bassin tampon vers le bief supérieur.

Le temps pour le nivellement des eaux dans le sas est fonction des opérations pour éviter la salinisation et correspond au temps de nivellement aux écluses du Volkerak soit 2×12 minutes par cycle de sassement.

En douze minutes, le contenu complet du sas, entre le niveau du bief supérieur (NAP + 1,80) et le radier perforé (NAP — 6,25), c'est-à-dire 72.000 m³ doit être évacué vers le bief supérieur ce qui par sas donne un débit de 100 m³/sec.

Les aqueducs sous le radier sont dimensionnés pour ce débit.

Les débits qui sont envoyés par à-coups de l'écluse vers le bassin tampon sont trop importants pour être refoulés directement dans le canal côté Anvers. Grâce à la présence de ce bassin tampon, les pompes peuvent fonctionner à un débit continu mais plus faible de 50 à 60 m³/sec. Suivant les nécessités, cinq pompes peuvent être mises en service à partir du poste central de commande.

Un enregistreur donne en permanence des informations au chef-éclusier au sujet des niveaux d'eau du lac de Zélande, du bassin tampon et du canal d'Anvers.

Un enregistreur a également été installé pour contrôler la salinisation. Celui-ci enregistre d'une manière continue la salinité du lac de Zélande. Etant donné que le taux de salinité du lac de Zélande sera à peu près constant, toute augmentation subite de la salinité devra être interprétée comme le signe d'une anomalie.

Une fente d'une hauteur de 0,75 m, aménagée sur toute la longueur des deux bajoyers de chaque sas sous une cote correspondant à la hauteur du plan d'eau du lac de Zélande, permet l'amenée et l'évacuation d'eau douce dans et hors de l'écluse.

La hauteur du bord de la fente formant déversoir est réglable et peut être adaptée aux variations du plan d'eau du lac de Zélande.

La fente est protégée le long des bajoyers par une ossature de guidage de 4,50 m de hauteur et composée de 7 poutres horizontales et de patins verticaux. En plus de ce guidage, les bateaux sont amarrés à des bolards implantés à la partie supérieure des bajoyers.

A l'exception de la tête amont (côté Anvers), le restant de l'écluse n'est pas remblayé et est entouré par l'eau du bief inférieur. Les parois extérieures des bajoyers des deux écluses sont donc toujours en contact avec l'eau dite douce (après fermeture de l'Escaut oriental et désalinisation complète du lac de Zélande) du bief inférieur.

Le poste central de commande, situé entre les deux écluses, est lui aussi entouré d'eau et accessible par un pont.

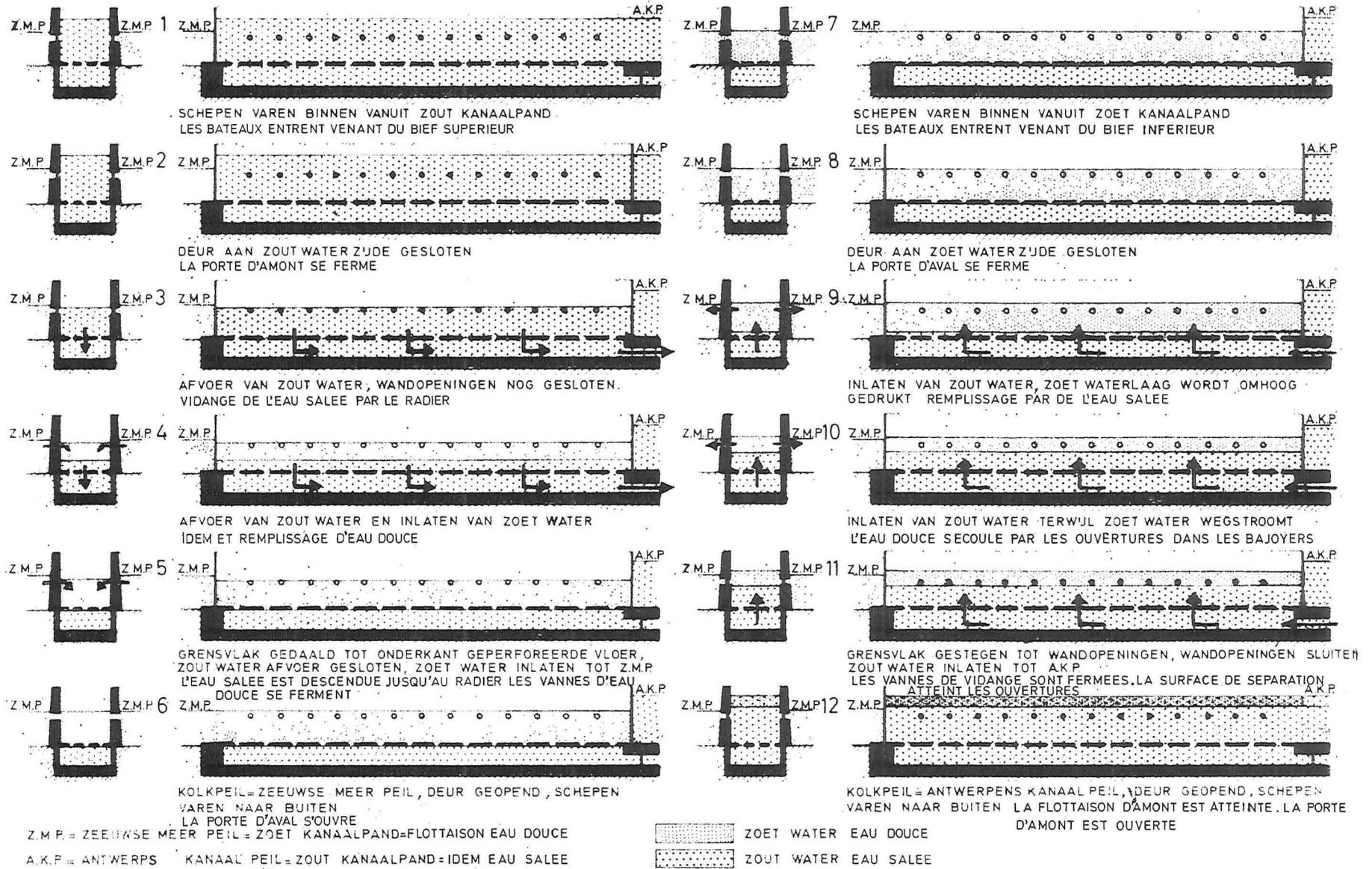


Fig. 7. — Schéma d'un cycle d'éclusage. (Système Dunkerque)

Dans les parois extérieures des bajoyers, il existe 256 ouvertures permettant à l'eau douce du futur lac de Zélande d'être mise en communication avec le sas dans un sens ou dans l'autre par l'intermédiaire des fentes prévues dans les parois côté sas des bajoyers. Ces ouvertures se trouvent à la partie inférieure d'une construction qui comprend les vannes et la salle de commande en forme de galerie.

Le radier de chaque sas est constitué de poutres parallèles en forme d'auge. Les faces verticales de ces poutres comportent des ouvertures pour le passage de l'eau salée.

Sous le radier un réseau complexe d'aqueducs relie le sas d'une part avec le bief supérieur et d'autre part avec le bassin tampon.

Trois aqueducs débouchent de chaque sas, au droit de la tête supérieure, dans une chambre de 4 m de hauteur où ils se dédoublent d'une part, en trois conduites s'embranchant vers la tête amont et d'autre part, en trois conduites qui, après passage sous un bâtiment de commande des vannes, arrivent au bassin tampon.

Chacun des sas partiels de chaque écluse est pourvu séparément d'aqueducs (2 pour le grand sas partiel et un pour le petit sas partiel) de manière à permettre leur sassement séparément.

Le complexe d'écluses du Kreekrak comporte 256 vannes pour les opérations relatives à l'eau douce et 12 pour l'eau salée. La désalinisation conduit ainsi à un système très compliquée. A titre de comparaison, le cas classique de 2 écluses à sas partiels ne nécessite que 6 à 12 vannes.

La figure 6 donne la disposition des aqueducs.

Le schéma de fonctionnement de la désalinisation lors des opérations de sassement est repris à la figure 7 pour les deux sens de navigation.

Le système de désalinisation n'est pas parfait. En réalité il y aura des pertes lors du mélange de l'eau douce et de l'eau saumâtre à proximité de leur plan de séparation dans le sas. Il y en aura également parce que lors du remplissage du sas par de l'eau douce et de son écoulement vers le futur lac de Zélande la fermeture des vannes doit se faire avant que l'échange ne soit achevé.

Le déplacement d'eau des bateaux éclusés et la teneur en sel du bief supérieur auront également une influence pour déterminer en pratique la perte en eau douce.

L'article 16 du Traité de 1963 prévoit que la Belgique doit fournir de l'eau douce en contrepartie de ces pertes.

c) les avant-ports avec estacades de guidage, les jetées, le port de service ou de refuge

Des estacades spécialement étudiées ont été construites dans les avant-ports nord et sud afin de faciliter l'entrée des écluses du Kreekrak aux bateaux et principalement aux convois poussés.

Les avant-ports sont conçus de manière à offrir suffisamment de liberté de mouvement aux bateaux à écluser. L'espace disponible permet également de disposer les bateaux dans le sas d'une façon telle que la capacité maximale de celui-ci puisse être utilisée lors de chaque opération.

Les renseignements concernant les bateaux (voir a) ci-dessus) sont communiqués à partir des avant-ports.

L'avant-port nord des écluses est équipé de jetées comme protection contre les vagues.

Le port d'approvisionnement construit lors du creusement de la fouille en 1967 et 1968, a été conservé comme port de service, ou comme port de refuge lorsque les conditions atmosphériques ne permettent pas la traversée de l'Escaut oriental.

Un autre port de refuge se trouve d'ailleurs à Tholen où l'ancien port a été adapté à sa nouvelle fonction.

Après fermeture de l'Escaut oriental, une digue sera construite du côté ouest de la partie de la voie navigable dans l'Escaut oriental afin de retenir d'éventuelles banquettes de manière à ce que le canal ne soit pas, par vents d'ouest, bloqué par de la glace flottante.

5. Les ponts (fig. 8)

Du sud au nord, neuf ponts enjambent le canal, à savoir :

- en Belgique, à Zandvliet, deux ponts en treillis juxtaposés, l'un pour le trafic ferroviaire, l'autre pour le trafic routier (voir photo 7), et
- en Hollande, un pont-rails (livrant passage à la ligne Flessingue-Roosendaal) au barrage du Kreekrak, ainsi que six ponts-route.

Ces ponts-route sont situés : un à Bath; deux à l'ancien barrage du Kreekrak, dont un livrant passage à l'autoroute du « Zuid-Beveland » et l'autre, à la route de l'Etat Bergen-op-Zoom - Flessingue; deux

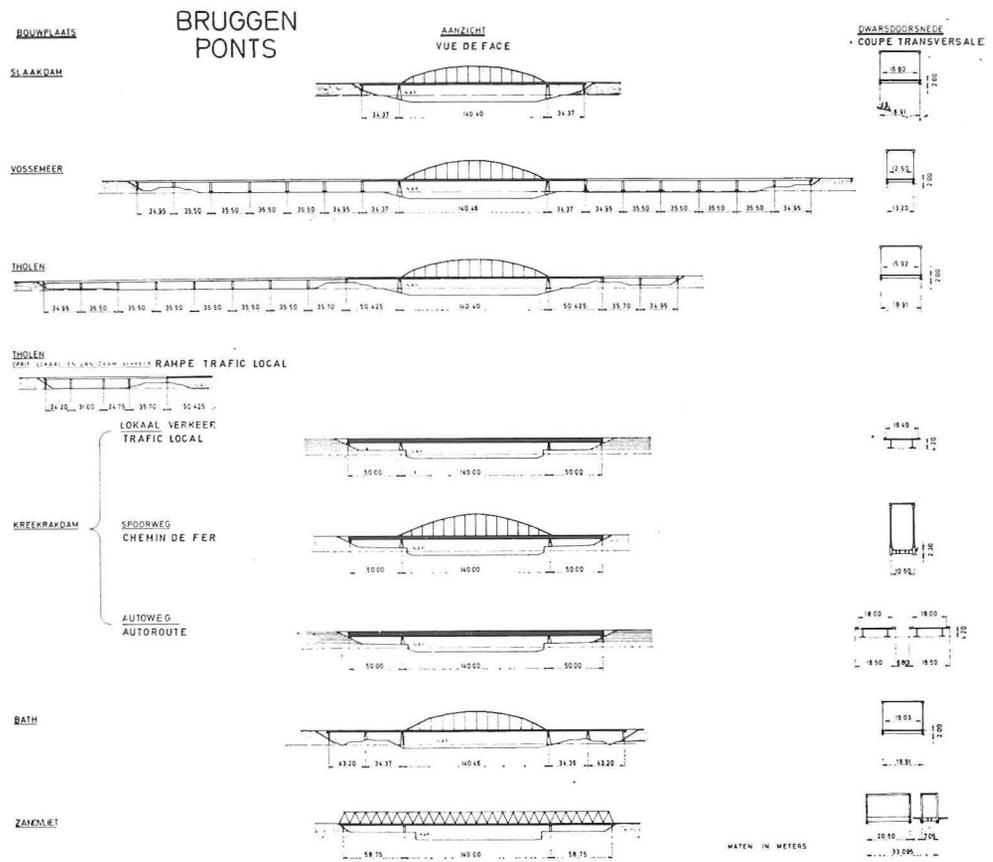
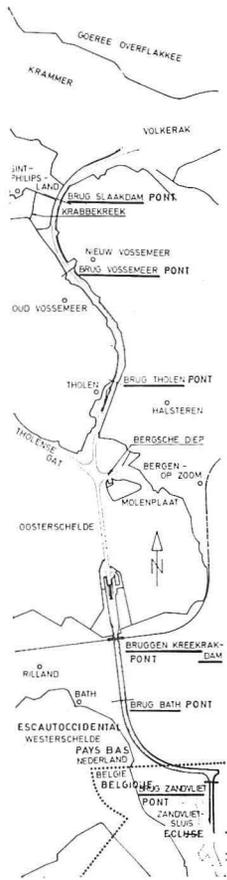


Fig. 8.



Photo 7. — Vue en enfilade du pont-route de Zandvliet avec, à l'arrière, la superstructure de pont de chemin de fer.

sur l'« Eendracht », à savoir à Tholen et à Vossemeer (ce dernier en remplacement d'un passage d'eau public); enfin, un au barrage de la Slaak (« Slaakdam ») pour assurer la liaison entre le « Sint-Philipsland » et le « Noord Brabant ».

Lors de l'élaboration des ponts du barrage du Kreekrak il est apparu que la solution prévue, dans le traité, d'un pont-rail et d'un autre situé au nord du pont-route, n'était pas conciliable avec le projet d'autoroute du Zuid-Beveland, prévue au sud du pont-rail.

Il a été décidé alors de prévoir deux ponts-route (au lieu d'un seul destiné à supporter le trafic lent et le trafic rapide) : le pont autoroutier au sud et le pont pour trafic lent au nord du pont-rail.

Aussi bien en Belgique qu'en Hollande, tous les ponts sont du type fixe. Ils sont construits en acier avec une portée d'au moins 120 m.

Les ouvrages d'art de Tholen et de Vossemeer, sur l'Eendracht, sont exécutés à l'aide de poutres en T en béton précontraint.

Les ponts de Bath, de Tholen et de Slaakdam sont prévus avec une chaussée principale de 10 m de largeur et une route latérale de 5,25 à 5,50 m. Les trottoirs ont une largeur d'environ 1,50 m.

Le pont de Vossemeer supporte une route principale de 7,60 m de largeur et une voie latérale de 2,90 m de largeur.

La voirie de l'ouvrage autoroutier comprend :
2 × 3 voies de circulation de 3,50 m avec 2 zones de refuge de 3,45 m et à l'extérieur 2 barrières de sécurité de 1,10 m de largeur.

La route pour trafic lent, située près de l'ancien barrage du Kreekrak, comporte une chaussée de 7,40 m, deux bandes de sécurité de 1,35 m et deux trottoirs de 3,15 m.

En Belgique les ponts sont en treillis à membrures parallèles et comprennent une portée centrale de 140 m et deux portées latérales de 60 m. Le pont-rail est à voie unique. Latéralement il comporte des encorbellements ayant 3,35 m et 5 m de largeur qui supportent respectivement un trottoir et des canalisations. Le pont-route comporte une chaussée double de 2 × 7 m.

Aux Pays-Bas les ponts, à l'exception des ponts de l'ancien barrage du Kreekrak, sont du type bowstring avec une travée centrale de 140 m et des travées latérales de dimensions diverses. Le pont-rail est également du type bowstring.

Pour des raisons d'esthétique, les ponts du Kreekrak sont du type à tablier supérieur.

6. Aménagement de digues principales existantes et construction de digues principales nouvelles (a), travaux d'évacuation des eaux des zones traversées (b), dépôts de terres (c), digues de protection (d)

a) Une partie du bief supérieur est située dans les schorres de l'Escaut occidental. Il a donc été nécessaire de construire, dans ces schorres, en territoire néerlandais, une nouvelle digue principale qui a été prolongée en territoire belge, jusqu'à 500 m environ en aval de l'écluse de Zandvliet.

En Hollande, la hauteur en crête de cette digue est de 9,00 m + NAP et, en Belgique, de (+ 12,00 m) E.M.

Actuellement, le prolongement de cette digue principale, depuis l'écluse de Zandvliet jusqu'à l'écluse Baudouin, est en cours d'exécution. La hauteur en crête de ce tronçon sera de (+ 11,00 m) E.M.

En territoire néerlandais, la construction de cet ouvrage a ainsi permis d'endiguer quelques schorres

situés près de Bath et dans l'Escaut oriental, d'une superficie totale de 1.000 ha.

b) En Belgique, la construction du nouveau canal a exigé la démolition de deux stations de pompage appartenant à la ville d'Anvers et leur reconstruction, sous forme de stations jumelées.

Aux Pays-Bas, l'évacuation des eaux d'un certain nombre de polders a été perturbée. L'ouvrage le plus important réalisé pour y remédier consiste en un siphon à double pertuis (2,70 m × 2,00 m) passant sous le canal dans les schorres d'Ossendrecht, des fossés, des canaux de collature, des aqueducs, ainsi qu'un bassin de décharge de 32 ha avec, dans la nouvelle digue principale dont il a été question ci-avant, une écluse d'évacuation des eaux vers l'Escaut occidental.

L'écluse d'évacuation comporte quatre pertuis de 2,55 m chacun et peut évacuer en permanence un débit de 10 m³ d'eau par seconde, sans que le niveau du bassin de décharge varie de plus d'un mètre.

Cette écluse draine une zone d'une superficie de 11.000 ha.

Par suite de l'amélioration du chenal de l'Eendracht, il en est résulté des coupures de digues et du réseau de drainage de trois importants polders :

- les polders de Halsteren en face de Tholen;
- le polder de Becius de Nieuw-Vossemeer et
- le polder Prince Henri (Prins Hendrikpolder).

Non seulement il a été nécessaire de construire de nouvelles digues, mais compte tenu que dans l'avenir le niveau du lac de Zélande sera constant (ce qui empêche, comme c'est le cas actuellement, l'évacuation du polder par l'Eendracht, en période de basses eaux) une station de pompage pour chaque polder a dû être établie.

c) En ce qui concerne le tronçon nord de la liaison Escaut-Rhin, un des plus gros problèmes consistait à trouver des terrains de dépôt adéquats pour les terres de déblai, dont le volume, entre l'Escaut oriental et le « Volkerak », atteignait quelque 35 millions de m³. Ces dépôts ont été aménagés sur le « Molenplaat », dans l'Escaut oriental, et près du barrage du « Krabbenkreek », à hauteur de Sint-Philipsland.

d) La liaison Escaut-Rhin débouche dans le Volkerak par un chenal, dragué dans les atterrissements appelés « Slikken van de Heene », qui est protégé contre les vents du N-O et d'éventuels bancs de glace

par une digue courbe ($R = 3500$ m) de 2,5 km de longueur.

C'est pour les mêmes raisons qu'une digue de protection a été envisagée, côté ouest du chenal de l'Escaut oriental, avec une largeur en crête de 4 m et située à la cote NAP + 2 m.

7. Equipement nautique de la liaison Escaut-Rhin

Sur la liaison Escaut-Rhin, le sens Anvers-Volkerak est considéré comme « venant du large ».

Dans la situation définitive, c'est-à-dire après la fermeture de l'Escaut oriental, il est prévu, sur toute la longueur du canal hormis le complexe d'écluses, qui est éclairé, un balisage constitué par des balises lumineuses fixes, installées sur les deux rives, à 500 m d'intervalle (balisage dit « à portillons »).

Le choix de cet intervalle de 500 m a été dicté par un élément de fait, à savoir que, lorsque la distance de visibilité est inférieure à 500 m, l'interruption de la navigation des bateaux transportant des matières dangereuses s'indique sur les voies navigables en aval de Dordrecht et sur le « Rotterdamsche Waterweg ».

Le balisage comportera, du côté ouest, des feux rouges à éclats et, du côté est, des feux verts à éclats. Les mâts portant les feux seront, en outre, équipés de réflecteurs radar.

En situation provisoire, c'est-à-dire tant que la fermeture de l'Escaut oriental et la digue ouest y prévue ne seront pas réalisées et que les mâts courraient le risque d'être endommagés par les glaces flottantes, la partie de la voie navigable passant par l'Escaut oriental sera balisée au moyen de 6 bouées lumineuses et de 17 bouées-tonnes.

Pour les besoins de la conformité avec le balisage des voies navigables adjacentes, les feux verts à éclats de l'Eendracht sont, pendant cette période, remplacés par des feux blancs.

L'extrémité amont en cul-de-sac de la liaison Escaut-Rhin, en territoire belge, est pourvue de feux clignotants blancs.

Les piles et les rideaux de palplanches des ponts de Zandvliet ainsi que les piles en rivière des ponts situés en territoire néerlandais sont munis d'un éclairage par projecteurs.

Les accès au port sont signalés, côté babord, par un feu rouge fixe et, côté tribord, par un feu vert.

Les musoirs des jetées du groupe d'écluses sont dotés d'un éclairage rasant.

A l'embranchement du « Tholense Gat », de la liaison Escaut-Rhin et du « Bergsche Diep », des feux clignotants, accompagnés d'un panneau « nevenvaarwater » (chenal secondaire), ont été installés.

Les balises lumineuses situées au débouché dans le Volkerak ont été équipées de feux d'interdiction.

Préparation des travaux et renseignements sur leur exécution

Les travaux du canal, en territoire belge, ont été conçus et dirigés par le Service du canal Albert et des canaux des provinces d'Anvers et de Limbourg, à l'exception des projets de ponts, qui ont été dressés par le Bureau des Ponts.

Les ouvrages situés en territoire néerlandais ont été étudiés et dirigés par la Direction Ecluses et Dignes (notamment l'ouvrage le plus important : l'écluse du Kreekrak) et par la Direction des Ponts.

Le Bureau de Construction de la liaison Escaut-Rhin, créé en 1969 et dépendant du Service du Delta, s'est occupé plus spécialement des travaux du canal et a été chargé de toutes les tâches de coordination et d'administration.

L'exécution des travaux a été confiée après adjudication publique ou par marchés de gré à gré à des entrepreneurs néerlandais et belges.

En Belgique, les travaux ont commencé le 1^{er} août 1972, par la construction des ponts et le 5 mars 1973 par le canal proprement dit.

Aux Pays-Bas, les travaux ont été entamés en mai 1967.

Le canal a été mis en service le 24 septembre 1975 à 0 h 00.

Le montant des travaux en territoire belge se chiffrera à environ 650 millions de francs, tandis qu'en territoire néerlandais et sur base d'une estimation de 1972, les travaux pour compte de la Belgique sont évalués à 600 millions de florins. En effet, les travaux n'y sont pas encore terminés et entre autres la station de pompage de l'écluse du Kreekrak et la digue de protection ouest du chenal dans l'Escaut oriental doivent encore être exécutées.

La remise en question aux Pays-Bas de la fermeture de l'Escaut oriental menace d'être une cause de retard de l'achèvement total des travaux.

Par conséquent elle augmentera la durée de la période transitoire pendant laquelle l'effet des marées et de la salinisation subsistera dans le bief inférieur de la nouvelle liaison Escaut-Rhin.

SAMENVATTING :

DE SCHELDE - RIJNVERBINDING

Het Kreekrak, een natuurlijke verbinding tussen de Wester- en Oosterschelde, heeft het tot in 1867 mogelijk gemaakt dat de scheepvaart van Antwerpen de Rijn bereikte en vice versa.

Na afdamming van het Kreekrak, bij de aanleg van de spoorweg Maastricht-Middelburg, wordt daaraan een einde gesteld.

De Rijnscheepvaart van en naar Antwerpen moet van dan af de Westerschelde en het inmiddels (1866) gegraven Kanaal door Zuid-Beveland gebruiken.

België heeft met het Zuid-Bevelandkanaal als vervanging voor het afgedamde Kreekrak nooit vrede genomen. De reden ligt in de bezwaren verbonden aan de vaart enerzijds door een kanaal, met beperkte afmetingen en met onderbrekingen wegens onderhoudswerken, en anderzijds door de Westerschelde met een drukke scheepvaart, stromingen, stormen, mist alsook aan de vaartverlenging van ca 45 km.

In 1919 tijdens de Vredeconferentie van Versailles is de scheepvaartverbinding tussen de Schelde en de Rijn door België aan de orde gesteld. Een ontwerpverdrag van kanaal door Noord-Brabant uitmondend in het Hollandsch Diep is daaruit ontstaan doch is door België niet bekrachtigd.

Een nieuw ontwerpverdrag van dergelijk kanaal opgesteld na 1924 heeft hetzelfde lot ondergaan, ditmaal verworpen in 1927 door de Nederlandse Eerste Kamer.

Ondertussen heeft België in 1919 de kosteloze sleepdienst ingevoerd op het traject Antwerpen (of Gent) - Dordrecht voor schepen waarvan de vracht over Belgische havens transiteert en bestemd is voor Straatsburg of vandaar afkomstig. In 1929 wordt het

algemeen principe ingevoerd van het toepasselijk zijn van de Rijnvaartpremies op al het vervoer tussen de Belgische havens en het Rijnland. Later na de Tweede Wereldoorlog wordt deze maatregel aangepast aan de evolutie van de scheepvaarttechniek (motorschepen en duwkonvoeien).

Het probleem van de Schelde-Rijnverbinding wordt terug opgenomen wanneer in 1949 de Benelux-Ministerconferentie een Commissie instelt ter bestudering van de technische, economische en financiële aspecten van de vraagstukken betreffende de havens en waterwegen van Antwerpen, Gent en Luik die van groot belang zijn voor het verkeer tussen België en Nederland.

In 1951 worden de heren STEENBERGHE en VAN CAUWELAERT aangewezen om de onderhandelingen aan te vatten voor een akkoord over de drie hangende problemen: de verbetering van het kanaal van Gent-Terneuzen, de verbinding tussen het Albert- en het Julianakanaal voor 2000 Tonners en de Schelde-Rijnverbinding.

De eerste twee vraagstukken krijgen hun beslag door de verdragen van 1960 en 1961.

De oplossing voor de Schelde-Rijnverbinding ondergaat echter, na de stormvloed van 1953, de terugslag van het Deltaplan. Een nieuwe onderhandelingscommissie wordt ingesteld en herneemt het probleem.

Van het oorspronkelijk Moerdijkkanaal, waarbij kostbare landbouwgronden in Noord-Brabant moeten opgeofferd, wordt afgezien vermits door de sluiting van de Oosterschelde een weinig variërend waterniveau mogelijk wordt in de Tussenwateren.

Het ontwerp van een nieuwe Schelde-Rijnverbinding kan aldus ontstaan door het hoofdzakelijk heropenen van het vroeger Kreekrak, het verdiepen en rechttrekken van vroegere vaargeulen.

Het tracé van de nieuwe vaarweg en de voorwaarden van uitvoering worden vastgelegd in het « Verdrag tussen het Koninkrijk der Nederlanden en het koninkrijk België betreffende de verbinding tussen de Schelde en de Rijn » ondertekend te 's Gravenhage op 13 mei 1963 en van kracht geworden op 23 april 1965.

Een van de voorwaarden van het Verdrag is het afschaffen van de Rijnvaartpremies.

De Schelde-Rijnverbinding verlaat rechtlijnig het Havendok B3, gaat onder een rechte hoek over in een bocht, overschrijdt de Belgisch-Nederlandse grens, loopt door de ingedijkte schorren van Ossendrecht en de destijds aangelegde Kreekrakdam naar een nieuw gebouwd sluizencomplex (de zg. Kreekraksluizen), wordt verder gevormd door een gebaggerde geul in de Oosterschelde, de verruimde en het aangepaste tracé van de Eendracht, de doorsnijding van de Prins Hendrikpolder — waardoor Sint-Philipsland terug een eiland wordt — en door de gebaggerde geul in de Slikken van de Heene.

Het tracé vertoont rechte strekkingen en bochten waarvan de straal 300 m bedraagt uitgenomen bij Zandvliet waar de bochtstraal 575 m is.

Het sluizencomplex, omvattende twee naast elkaar gelegen sluizen met plaats voor een derde, deelt het kanaal in een « Antwerps » bovenpand met ca 14 km lengte waarvan 5 km in België en een benedenpand met 24 km lengte.

Het weinig variërend waterpeil van het bovenpand ligt normaal op NAP + 1,80 m. In het benedenpand varieert het waterpeil tot bij de afsluiting van de Oosterschelde tussen NAP \pm ca 2,00 m. Na de afsluiting zal een seizoenvariatie ontstaan tussen NAP + ca 0,75 m en ca — 1,25 m, op- en afwaaiing inbegrepen.

De waterdiepte van het kanaal bedraagt 5,00 m in het bovenpand en op de bovensluisdrempel alsook in het benedenpand onder NAP — 1,00 m. De midden- en benedensluisdrempels liggen echter op NAP — 6,25 m.

In de Oosterscheldegeul is een overdiepte van 1,00 m gebaggerd.

In het benedenpand is een beperking op de water-

diepte geaccepteerd gedurende de periode van open Oosterschelde (oorspronkelijk vastgesteld tot midden 1978).

De bodembreedte van het kanaal is 120 m. Ze is bepaald uit proeven uitgevoerd in het Waterloopkundig Laboratorium DE VOORST. Daarbij is uitgegaan van een verkeerssituatie waaraan drie scheepstypen deelnemen nl. :

- a. een duwconvooi met duwboot en vier bakken (laadvermogen ca 9000 ton en afmetingen van het geheel 191,00 m \times 22,80 m \times 3,30 m);
- g. een sleep met slepend motorschip van ca 1200 ton en sleepschip van 2500 ton laadvermogen (afmetingen : resp. 80,00 m \times 9,50 m \times 2,50 m en 100,00 m \times 11,90 m \times 2,80 m);
- c. een motorschip type Rijn-Hernekanaal (laadvermogen ca 1200 ton en afmetingen 80,00 m \times 9,50 m \times 2,50 m).

Het kanaal is een driestrooksvaarweg waarin slechts twee vaarstroken door de grootste typeschepen mogen worden bezet en de duwconvoeien elkaar niet mogen oplopen.

De verkeerssituatie waarbij een sleep wordt opgelopen door een duwconvooi terwijl een motorschip wordt ontmoet is maatgevend bevonden voor de bepaling van de kanaalbreedte.

Hellingen en oeverbekledingen in het dwarsprofiel zijn gekozen in functie van de aard van de grond, de te verwachten golfaanval op en de stromingen langs de oevers en voorts volgens de ondervinding en gebruiken in beide landen.

Over het kanaal liggen negen vaste bruggen alle in staal met een doorvaartwijdte van minstens 120 m. Het zijn : in België : twee naast elkaar gelegen vakwerkbruggen voor spoorweg- en autoverkeer, en in Nederland : een spoorwegbrug (onder de lijn Vlissingen - Roosendaal) een brug te Bath, twee in de Kreekrakdam (waarvan één in de autoweg van Zuid-Beveland en één onder de oude Rijksweg Bergen-op-Zoom - Vlissingen), twee boven de Eendracht nl. te Tholen en te Vossemeer (deze laatste ter vervanging van een veerpont) en één in de Slaakdam ter verbinding van St. Philipsland met Noord-Brabant.

De bruggen hebben een vrije hoogte van 9,10 m. In het bovenpand liggen de brugonderkanten minstens op NAP + 10,90 m en in het benedenpand op NAP + 9,85 m. In de overgangperiode van open Oosterschelde wordt hier dus een beperking op de vrije hoogte geaccepteerd.

Elke sluis heeft een kolk met 320,00 m nuttige lengte verdeelbaar in twee delen van resp. 210,00 m en 105,00 m nuttige lengte. De breedte van elke kolk is 24,00 m.

De sluisdeuren zijn hefdeuren. De bovendeur kan worden geheven tot NAP + 11,10 m en de tussendeuren benedendeur tot NAP + 12,10 m. Aan de noordelijke en zuidelijke hefdeuren is een brug voor rijdend verkeer bevestigd en aan de tussendeuren een voetgangersbrug.

Een centraal bedieningsgebouw staat tussen beide sluisen. De bedieningsruimte ligt op de bovenste etage op N.A.P. + 17,00 m. De sluismeester heeft mogelijk zicht op kolken, deuren, fuien en voorhavens. Een T.V. installatie (22 camerastandpunten voor 18 gebieden) is echter voorzien.

Vóór informatie over te verwachten scheepsaanbod en waarneming in mist en duisternis wordt verkregen door radar.

Externe communicatie vindt plaats langs marifoon, telefoon, praatpalen, talk-back luidsprekers en luidsprekersgroepen.

De verkregen scheepsgegevens worden in een computer verwerkt. Er is bandregistratie voor geluid en beeld.

Na afsluiting van de Oosterschelde zal, door de aanvoer van Rijn- en Maaswater, het afgesloten bekken (zgn. Zeeuwse Meer) geleidelijk verzoeten. Maatregelen worden genomen om zoveel mogelijk te verhinderen dat het brakwater bij versassing aangevoerd uit de Antwerpse dokken, langs het bovenpand, het Zeeuwse Meer zou verontreinigen.

Bij gesloten hefdeuren wordt het water van de schutkolk vervangen door water uit het pand waarheen de schepen worden geschut, terwijl het zich eerst in de kolk bevindende water wordt teruggevoerd naar het pand vanwaar de schepen komen.

Elke sluis heeft een dubbele bodem. De bovenste is geperforeerd. De daaronder liggende ruimte is verbonden met een zoutriool.

Om de sluis te vullen wordt de zoutriool in verbinding gesteld met het bovenpand. Het uit de bodem stijgende zwaardere, zoute water drukt het zoete water, langs openingen in de schutkolwand, terug naar het Zeeuwse Meer dat overal de schutkolkmuren « omarmt ».

Om de sluis te ledigen wordt de zoutriool in verbinding gesteld met een lager gelegen 40 ha. groot bekken van waaruit het water dan continu naar het bovenpand wordt teruggepompt.

Naarmate de daling van het zoute water wordt de schutkolk met het lichtere zoete water langs de bovengenoemde openingen in de schutkolkmuren gevuld.

Het zoutbestrijdingssysteem is niet volmaakt. Verliezen treden op door menging van zoet- en zoutwater nabij het scheidingsvlak in de schutkolk en ook omdat bij de vulling van de kolk met zoetwater en het terugvloeien ervan naar het Zeeuwse Meer de sluiting van de schuiven moet gebeuren vooraleer de uitwisseling is voltooid.

De waterverplaatsing van de geschutte schepen, hun aantal en het zoutgehalte van het water van het bovenpand komen insgelijks tussen om het verlies aan zoetwater te bepalen in de praktijk.

Art. 16 van het Verdrag voorziet dat België een hoeveelheid zoetwater moet leveren ter bestrijding van dit verlies.

Benevens het graven van de nieuwe vaargeulen met oeverbekledingen en het bouwen van het sluisencomplex en de bruggen zijn aanpassingen gebeurd aan de hoogwaterkeringen van het doorgesneden gebied als ook aan de afwatering.

Het kanaal, dag en nacht bevaarbaar, is voorzien van nautische bebakening.

De kanaalwerken op Belgisch gebied zijn ontworpen en geleid door de Dienst van het Albertkanaal en van de kanalen in de provinciën Antwerpen en Limburg, behalve het ontwerp van de bruggen dat is opgemaakt door het Bruggenbureau.

Op Nederlands grondgebied zijn de kunstwerken ontworpen en de uitvoering ervan geleid door de Directie Sluizen en Stuwen (o.a. de Kreekraksluizen) en door de Directie Bruggen. Het Bouwbureau Schelde-Rijnverbinding, ressorterende onder de Deltadienst, heeft de eigenlijke kanaalwerken op zich genomen en tevens alle coördinerende en administratieve taken.

De uitvoering van de werken is na openbare of onderhandse aanbesteding opgedragen aan Nederlandse en/of Belgische aannemers.

In België zijn de werken begonnen op 1 augustus

1972 met de bruggen en op 5 maart 1973 met het eigenlijke kanaal.

In Nederland zijn ze gestart in mei 1967.

Het kanaal is in dienst gesteld op 24 september 1975 om 0 h 00. Het bedrag van de werken op Belgisch gebied is te ramen op 650 miljoen BF. en op

Nederlands gebied op 600 miljoen gulden (schatting 1972) voor Belgische rekening. De werken zijn nog niet voltooid.

Het terug in vraag stellen van de Oosterschelde afsluiting dreigt oorzaak te worden van vertraging en zal de overgangperiode verlengen waarbij het benedenpand zal onderhevig zijn aan getij en zoutbezwaar.