

OUVRAGES HYDRAULIQUES

WATERBOUWWERKEN

HYDRAULIC STRUCTURES

Introduction

La situation géographique de la Belgique et l'hydrographie du Nord-Ouest de l'Europe font que le transport par voie d'eau a de tout temps joué dans ce pays un rôle important tant sur le plan national qu'international.

D'importants travaux ont été entrepris au fil des temps pour réaliser une infrastructure, l'adapter au fur et à mesure des nécessités et de l'évolution des techniques (fig. 1).

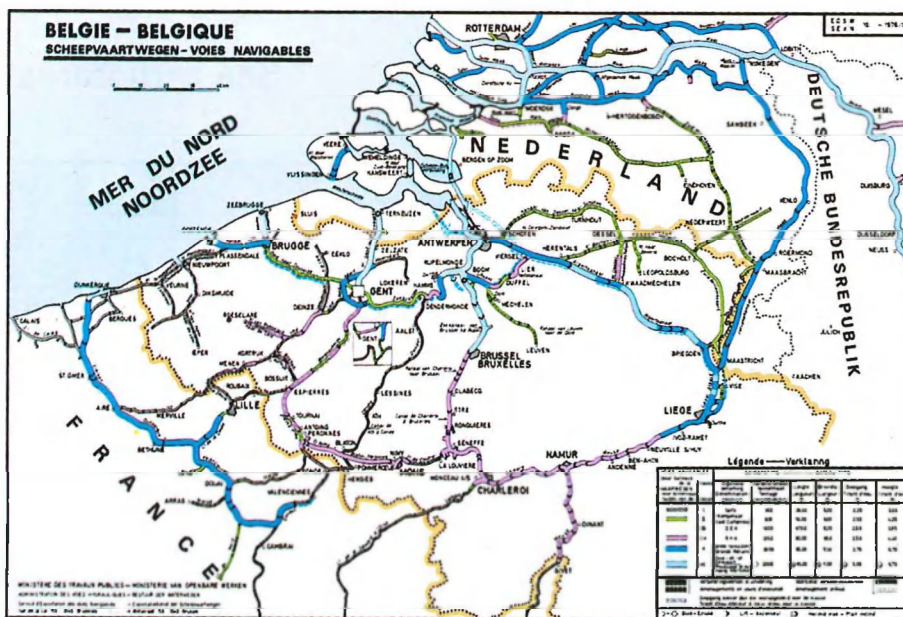
Conjointement s'est organisée la lutte contre les inondations.

Enfin, des ouvrages ont été construits pour répondre à l'augmentation des besoins en eau et lutter contre la pollution.

Cet article donne quelques aperçus forcément incomplets, des travaux d'aménagement dans le domaine des ouvrages maritimes, des voies d'eau intérieures et des réserves d'eau.

Quelques ouvrages schématiquement décrits illustrent ces réalisations. Leur choix s'est effectué en fonction de leur importance ou de leur caractère original.

Fig. 1 Carte des voies navigables belges.
Kaart van de Belgische scheepvaartwegen.
Map of Belgian waterways.



Inleiding

Wegens de geografische situatie van België en de hydrografie van Noord-West-Europa heeft het transport via de waterwegen te allen tijde in dit land een belangrijke rol gespeeld, zowel op nationaal als op internationaal vlak.

In het verleden werden belangrijke werken ondernomen om een infrastructuur te realiseren en naargelang de noodwendigheden en de evolutie van de techniek werd deze aangepast (fig. 1).

Terzelfdertijd werd de strijd tegen de overstromingen aangevat.

Tenslotte werden waterbouwwerken opgericht om te beantwoorden aan de gestegen waterbehoefte en om de waterbevuiling te bestrijden.

Dit artikel geeft slechts een onvolledig overzicht van de werken op gebied van maritieme waterbouwwerken, van de binnenvaartwegen en de watervoorraden.

Deze verwezenlijkingen worden geïllustreerd door enkele schematisch beschreven kunstwerken. De keuze van de kunstwerken werd gemaakt in functie van hun belang of hun uitzonderlijke kenmerken.

Introduction

Because of its geographic situation, the national, as well as international transport by water-ways has always played an important part in Belgium.

Important works have been undertaken, day after day, to realize a substructure and adapt it according to the needs and evolution of techniques (fig. 1).

Jointly, the fight against floods was organized.

Finally, structures were erected to face the increasing needs in water and struggle against pollution.

This article gives some outlines, of course incomplete, of the building works in the field of the sea structures, the inland water-ways and water reserves.

Some structures, schematically described, illustrate these realizations. Their choice was effected in accordance with their importance or original character.

Ouvrages maritimes

Zeehavens

Sea structures

Le port de Zeebrugge

En 1968, une Commission d'étude fut chargée d'examiner la possibilité de construire un nouveau port en haute mer ou au large de la côte belge capable d'accueillir les navires de gros tonnage.

La commission estima qu'il y avait lieu, en principe, de donner la préférence à la création d'un port polyvalent en eau profonde.

En permettant successivement l'accessibilité du port à des navires d'un tirant d'eau de 47 pieds (100.000 t.dw), 52 pieds (150.000 t.dw) et 62 pieds (200.000 t.dw), la proposition comportait donc trois phases conçues de façon à ce qu'une extension demeure possible après chaque phase.

La décision gouvernementale prise le 16 janvier 1970, limitait ce programme à l'équipement du port de Zeebrugge pour l'accès des navires de 125.000 tonnes comprenant la construction d'une écluse maritime, l'amélioration de l'accessibilité à l'avant-port, et l'aménagement d'une zone industrielle.

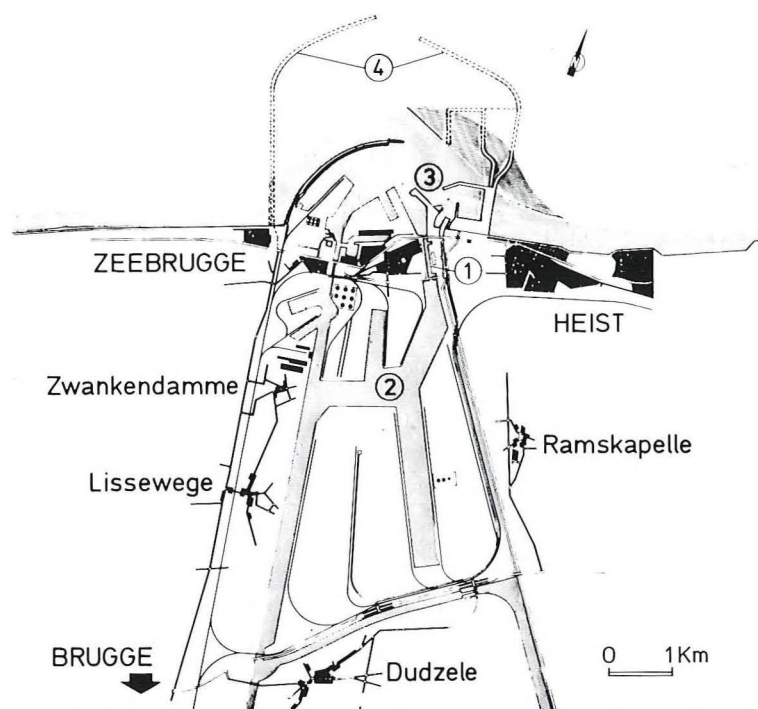


Fig. 2 Zeebrugge – plan de situation.
Situatie.
Key plan.

1. Ecluse en construction
2. Bassins
3. Avant-port réalisé
4. Avant-port projeté

Sluis in aanbouw
Dokken
Gerealiseerde voorhaven
Ontworpen voorhaven

Lock
Docks
Foreport, constructed
Foreport, planned

De haven van Zeebrugge

In 1968 werd een studiec commissie belast met het onderzoek naar de mogelijkheid om een nieuwe haven te bouwen hetzij in volle zee, hetzij langs de Belgische kust. Deze haven moet in staat zijn schepen van grote tonnemaat te ontvangen.

De commissie besloot dat ons land het meeste voordeel zou halen uit de bouw van een polyvalente diepzeehaven.

Het voorstel van de commissie behelsde drie fazen, waarbij de haven toegankelijk zou worden voor schepen met 47 voet diepgang (100.000 ton), 52 voet (150.000 ton) en 62 voet (200.000 ton). Die fazen zijn zo opgevat dat het aanpakken van een volgende fase mogelijk is ná het voleindigen van de vorige.

De regeringsbeslissing van 16 januari 1970 beperkte het programma tot de uitrusting van de haven van Zeebrugge voor schepen van 125.000 ton. Daartoe is de bouw nodig van een zeesluis, de verbetering van de toegankelijkheid tot de voorhaven en het inrichten van de industriële zone.

The Port of Zeebrugge

In 1968, a committee of inquiry was charged to investigate the possibility of building a new port off shore or on the Belgian coast. This port would receive high tonnage ships.

The committee considered it was better, in theory, to build a polyvalent port in deep water.

Enabling successively the access to the port to ships of 47 ft (100,000 t.dw), 52 ft (150,000 t.dw) and 62 ft (200,000 t.dw) draft, the proposal included thus three phases, conceived so that an extension may remain possible after every phase.

The Government's decision was taken on January 16, 1970. It limited the program the equipment of the Port of Zeebrugge to give access to 125,000 t ships, including the building of a sea-lock, the improvement of the accessibility to the outer harbour, and the erection of an industrial area.

L'écluse de Zeebrugge

Caractéristiques

- longueur utile: 500 m entre portes extérieures
- largeur: 57 m
- niveau du radier (– 15,00)
- niveau des têtes (+ 9,00)
- niveau d'eau de l'avant-port (– 1,00) à (+ 7,00)
- niveau d'eau des bassins (+ 3,50).

Généralités

L'écluse, pièce maîtresse du programme donne accès aux bassins (fig. 2, 3 et 4). Elle est équipée de deux portes de flot et de deux portes d'èbe. Deux ponts mobiles à l'amont et à l'aval permettent au trafic routier de la franchir. Des solutions particulières ont été apportées en fonction de la nature du terrain et de l'action de la houle.

Pour limiter les rabattements, le radier a été réalisé sous eau et le système de remplissage et de vidange par aqueducs de contournement des têtes a été éliminé au profit de dispositifs placés dans les portes.

Les portes de flot sont équipées d'un dispositif de guidage qui permet de les manoeuvrer tant que la houle ne dépasse pas 0,70 m.

Les bajoyers du sas sont constitués de mur en béton armé sur fondation haute (pieux et palplanches en béton armé). Au droit des palplanches un écran en mortier argile ciment assure l'étanchéité du sas au sable (fig. 5).

Le radier est constitué de blocs préfabriqués en béton, posés à joints ouverts sur un drain horizontal en gravier.

Les chambres des portes sont conçues comme des cales sèches pour l'entretien et la réparation des portes (fig. 6).

Leur enceinte extérieure est constituée par des murs en béton armé reposant sur des cellules en palplanches métalliques plates. Les chambres sont séparées par un mur type silo en béton armé, et rempli de sable.



Fig. 3 Ecluse et avant-port en construction.
Sluis en voorhaven in aanbouw.
Lock and foreport in course of construction.

Les portes (fig. 7)

- type « brouette »: (appui sur un chariot inférieur et suspension par bielles à un chariot supérieur)
- longueur: 58,60 m (entre cadres verticaux extérieurs)
- hauteur: 24,20 m
- largeur: porte de flot: 10,22 m maximum; porte d'èbe: 10,40 m
- poids total: 2.000 T environ
- manœuvre: par câbles.

Les portes de flot doivent encore pouvoir être manœuvrées lorsque l'amplitude de la houle atteint 0,7 m.

De ce fait elles sont équipées d'un dispositif de guidage et leur rigidité torsionnelle est supérieure à celle des portes d'èbe:

- dispositifs de guidage inférieur: patins en bronze glissant sur des rails en acier inoxydable et manœuvrés par vérins oléohydrauliques;
- dispositifs de guidage supérieur: galets horizontaux manœuvrés par vérins oléohydrauliques.

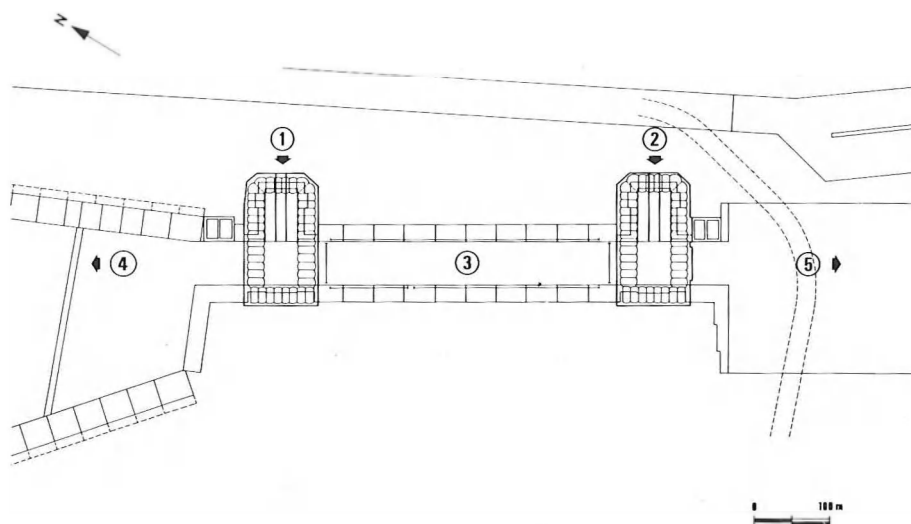


Fig. 4 Écluse.
Sluis.
Lock.

1. Tête aval
2. Tête amont
3. Sas
4. Côté mer
5. Côté bassins

Benedenhoofd
Bovenhoofd
Sas
Kant zee
Kant dokken

Upstream head
Downstream head
Chamber
Sea side
Docks side

De sluis van Zeebrugge

Karakteristieken

- *nuttige lengte: 500 m tussen de buitenste deuren*
- *breedte: 57 m*
- *vloerpeil: (- 15,00)*
- *niveau van de hoofden (+ 9,00)*
- *waterpeilen aan de zeezijde van (- 1,00) tot (+ 7,00)*
- *dokpeil (+ 3,50).*

Algemeenheden

De sluis, spil van het programma, geeft toegang tot de dokken (fig. 2, 3 en 4).

Ze bezit twee deuren aan beide hoofden. Twee beweegbare bruggen aan zee- en landzijde leiden het wegverkeer over de sluis. Bijzonder oplossingen werden gevonden voor de moeilijkheden in verband met de aard van het terrein en met de werking van de golven.

Om het neerslaan van het grondwater te beperken werd de sluisvloer gerealiseerd onder water. Het vullings- en ledigingssysteem door omloopriolen werd niet weerhouden. Het vullen en ledigen gebeurt doorheen de deuren.

De deuren aan de zeezijde werden uitgerust met geleidingsschaatsen die moeten toelaten de deuren te bewegen bij golven, voor zover ze niet hoger zijn dan 70 cm.

De kolkmuuren zijn in gewapend beton op hoge fundering van betonnen palen en damplanken. Ter plaatse van de damplanken werd een scherm in klei-cement-mortel voorzien om de zanddichtheid te verzekeren (fig. 5).

De vloer bestaat uit prefabblokken in beton, geplaatst met open voegen op een horizontaal bed in grind.

De deurkamers werden opgevat als droogdokken, om herstellingen van de deuren toe te laten (fig. 6). De buitenomtrek van de deurkamers is een muur in gewapend beton, rustend op cellendammen in platte metalen damplanken. De beide deurkamers aan elk hoofd zijn gescheiden door een silomuur in gewapend beton, gevuld met zand.

De deuren (fig. 7)

- kruiwagentype (geplaatst op een rolwagen onder aan de ene zijde, en opgehangen aan een bovenrolwagen aan de andere zijde)
- lengte 58,60 m tussen de buitenkaders
- hoogte 24,20 m
- breedte 10,22 m maximum aan de zeezijde — 10,40 m aan de landzijde
- totaal gewicht: ongeveer 2.000 ton
- beweging: door kabels

De zeewaartse deuren moeten nog kunnen bewogen worden wanneer de amplitude van de golven 70 cm bereikt.

Daartoe zijn ze uitgerust met geleidingsschaatsen en is hun wringstijfheid hoger dan die van de landwaartse deuren.

— uitrusting voor geleiding onder: bronzen schaatsen die glijden op rails in roestvrij staal, bewogen door oleohydraulische vijzels;

— uitrusting voor geleiding boven: horizontale loopwielen bewogen door oleohydraulische vijzels.

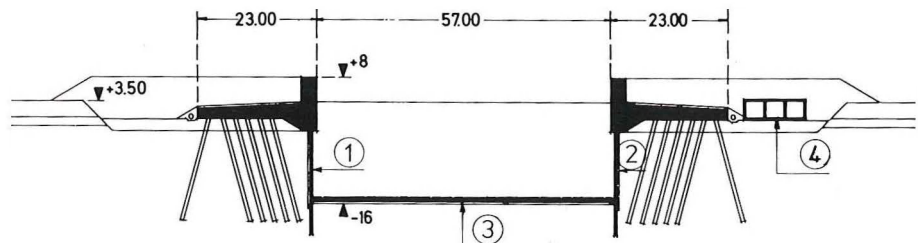


Fig. 5 Coupe transversale dans le sas.
Dwarsdoorsnede in het sas.
Cross section through the lock chamber.

1. Palplanches en béton armé
2. Écran en argile-ciment
3. Drain sous le radier
4. Aqueducs d'alimentation des bassins

Damplanken in gewapend beton
Scherm in klei cement
Drain onder sasvloer
Voedingsriolen der dokken

Reinforced concrete sheet piling
Clay-cement screen
Drain under the raft
Supply aqueducts of the docks.

The Sea-Lock of Zeebrugge

Characteristics

- Useful length: 500 m between outer gates;
- Width: 57 m;
- Lock bottom level: (− 15.00);
- Lock bays level: (+ 9.00);
- Water level of the outer harbour (− 1.00) to (+ 7.00);
- Water level of the docks (+ 3.50).

Generalities

The lock, main part of the programme, gives access to the docks (fig. 2, 3 and 4). It is equipped with two flow gates and two ebb gates. Two movable bridges upstream and downstream enable the road traffic to cross it. Particular solutions were found according to the nature of the ground and the action of the swell.

In order to limit the lowerings of water, the lock-bottom was built under water, and the filling and emptying system by by-pass aqueducts of the lock bays was eliminated by devices placed in the gates.

The flow gates are equipped with a guiding device, that enables working them when the swell does not exceed 0.70 m. The side walls of the lock are made of reinforced concrete on high foundation. (Reinforced concrete piles and pile-planks).

Behind these pile-planks, a screen in clay cement mortar realizes the water-tightness of the lock to the sand (fig. 5).

The lock-bottom is made of prefabricated concrete blocks, placed with open joints on a horizontal drain in gravel.

The chambers of the gates are designed as graving docks for the maintenance and repair of the gates (fig. 6).

Their outer boarding is made of reinforced concrete walls, resting on cellules made of steel sheet piling. The chambers are separated by a wall (silo type) full of sand.

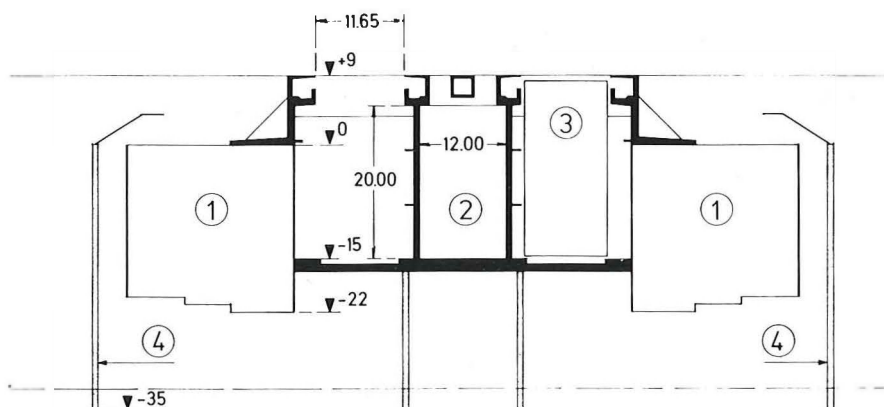


Fig. 6 Coupe transversale dans les chambres des portes.
Dwarssdoorsnede in de deurkamers.
Cross section through the gate chambers.

1. Cellules en palplanches métalliques
2. Mur type silo
3. Porte
4. Écrans

- Cellen in metalen damplanken*
Muur type silo
Deur
Schermen

- Steel sheet piling cells
Wall of the silo type
Gate
Screens.

Gates (fig. 7)

- "Wheel barrow" type (supported by a lower truck and suspended by rods to an upper truck);
- Length: 58.60 m (between outer vertical frames);
- Height: 24.20 m
- Width: Flow gate: 10.22 m maximum;
Ebb gate: 10.40 m;
- Total weight: about 2,000 t.
- Working: by cables.

The flow gates must still be able to work when the swell reaches 0.70 m.

Therefore, they are equipped with a guiding device and their torsional rigidity is superior to that of the ebb gates.

- Lower guiding devices: bronze shoes sliding on stainless steel rails and worked by oleohydraulic jacks;
- Upper guiding devices: horizontal rollers worked by oleohydraulic jacks.

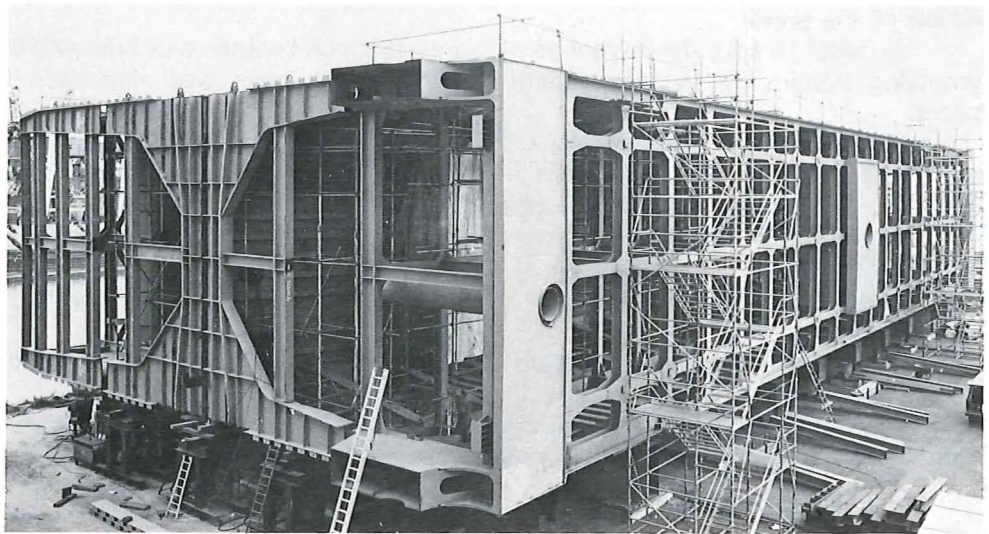


Fig. 7 Porte d'èbe.
Afwaartse deur.
Ebb gate.

Photo DELRO

Extension du port d'Anvers (fig. 8)

Le port industriel anversois a connu un développement important après la deuxième guerre mondiale et tous les emplacements disponibles sur la rive droite ont été occupés en peu de temps. Seule, la rive gauche offrait encore des possibilités d'extension.

L'aménagement de cette rive comporte les travaux d'infrastructure suivants :

- construction d'une écluse maritime à Kallo;
- construction d'un dock-canal avec darses pour relier les écluses de Kallo et Baalhoek;
- aménagement des terrains industriels;
- construction d'une desserte routière et ferroviaire.

Uitbreiding van de haven van Antwerpen (fig. 8)

De Antwerpse haven heeft na de tweede wereldoorlog een belangrijke vlucht genomen. Alle beschikbare plaats op de rechteroever werd op weinig tijd ingenomen. Alleen de linkeroever bood nog mogelijkheid tot uitbreiding.

De inrichting van deze oever behelst volgende infrastructuurwerken :

- *de bouw van een zeesluis te Kallo;*
- *de bouw van een kanaaldok met insteekdokken, voor de verbinding van de sluis van Kallo met deze van Baalhoek;*
- *inrichting van industrieterreinen;*
- *bouwen van spoor- en wegverkeersinfrastructuur.*

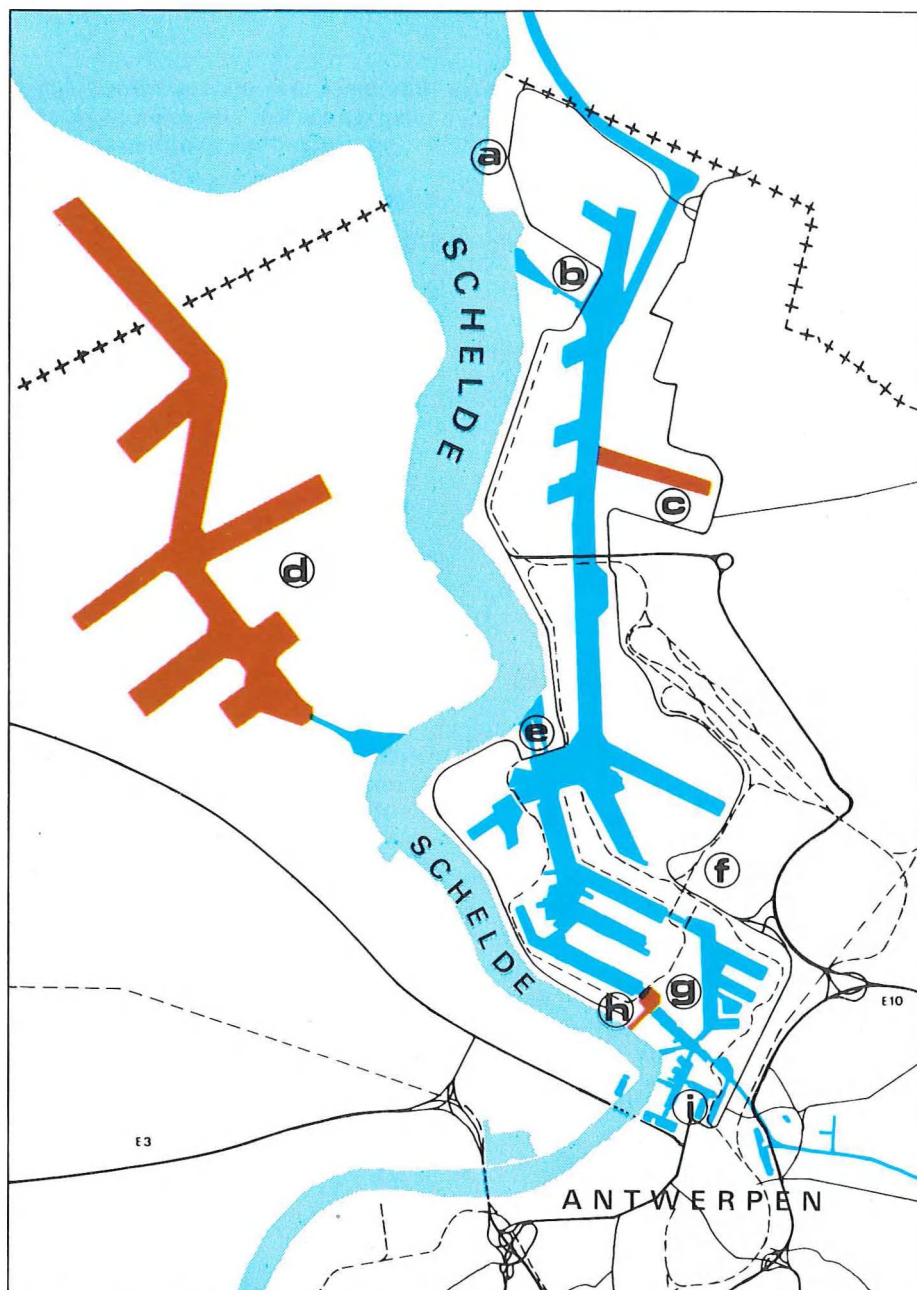


Fig. 8 Plan du port d'Anvers.
Plan van de haven
van Antwerpen.
Map of the port
of Antwerp.

- a. Terminal Ro/Ro au nord de l'écluse de Zandvliet
- b. Nouvelle écluse de Berendrecht
- c. Nouveau dock sur la rive droite
- d. Extension future de la rive gauche
- e. Deuxième pont sur les écluses Van Cauwelaert et Baudouin
- f. Nouveau complexe d'entrepôts
- g. Liaison entre la 5e darse et le bassin Amerika
- h. Écluse « Boerinnensluis »
- i. Nouveau pont de Londres

Terminal Ro/Ro ten noorden van de Zandvliet
Nieuwe Berendrecht
Nieuw dok op de rechteroever
Toekomstige uitbreiding op de linker oever
Tweede brug op de Van Cauwelaert en Boudewijn sluisen
Nieuw complex van stapelplaatsen
Verbinding tussen het 5de havendok en het Amerikadok
Boerinnensluis
Nieuwe Londenbrug

Terminal Ro/Ro, North of the Zandvliet lock
New lock Berendrecht
New dock on the right bank
Future extension of the left bank
Second bridge over the Van Cauwelaert and Baudouin locks
New warehouse complex
Connection between the 5th basin and the America dock
Lock "Boerinnensluis"
New London bridge.

Extension of the Port of Antwerp (fig. 8)

The industrial port of Antwerp has developed in a considerable way since the second World War and every available berth on the right bank were occupied in a short time. Only, the left bank was still offering abilities of extension.

Equipping this bank required the following substructure works:

- erection of a sea-lock at Kallo;
- erection of a dock-canal with berthes to join the locks of Kallo and Baalhoek;
- equipping industrial areas;
- building a road and railway service:

Ecluse de Kallo (fig. 9)

- longueur utile: 360 m entre portes extérieures
- largeur: 50 m
- niveau du radier (– 12,50)
- niveau de la tête amont (+ 8,00)
- niveau de la tête aval (+ 11,00)
- 4 portes types «brouette»
- remplissage et vidange: par aqueducs de contournement des têtes.

Sluis van Kallo (fig. 9)

- *nuttige lengte: 360 m tussen de buitenste deuren*
- *breedte: 50 m*
- *peil van de vloer: (– 12,50)*
- *niveau van het hoofd aan de zeezijde (+ 11,00)*
- *niveau van het hoofd aan de dokzijde (+ 8,00)*
- *vier deuren van het kruiwagentype*
- *vullen en ledigen: door omloopriolen rond de hoofden.*

Lock of Kallo (fig. 9)

- Useful length: 360 m between outer gates;
- Width: 50 m;
- Lock-bottom level: (– 12.50);
- Upstream lock-bay level (+ 8.00);
- Downstream lock-bay level: (+ 11.00);
- 4 "Wheel barrow" type gates;
- Filling and emptying: by by-pass aqueducts of the lock-bays.

Fig. 9 Écluse de Kallo et ses accès en cours d'exécution.
Sluis van Kallo met de toegangen in aanbouw.
Kallo lock with its accesses in course of construction.



Projet d'écluse de Berendrecht à Zandvliet

Une nouvelle écluse est projetée à Zandvliet pour doubler l'écluse existante dont les dimensions utiles sont 50 m × 57 m.

Les caractéristiques de l'écluse projetée sont: — longueur utile: 500 m entre portes extérieures
— largeur: 68 m
— niveau du radier (– 13,50)
— niveau des têtes (+ 9,00).

Ontwerp Berendrecht Sluis te Zandvliet

Een nieuwe sluis is ontworpen te Zandvliet, teneinde de bestaande sluis te ontdebellen; de nuttige afmetingen zijn 50 m × 57 m.

*De karakteristieken van de ontworpen sluis zijn: — nuttige lengte 500 m tussen de buitenste deuren
— breedte 68 m
— peil van de vloer (– 13,50)
— niveau van de hoofden (+ 9,00)*

Design of Berendrecht lock at Zandvliet

A new lock is foreseen at Zandvliet, to double the existing lock.

Characteristics — Useful length: 500 m between outer doors;
— Width: 68 m
— Lock-bottom level: (– 13.50)
— Lock-bays level: (+ 9.00)

Equipements portuaires

L'équipement portuaire, qui constitue un domaine mettant en œuvre du matériel hautement spécialisé, a connu depuis la seconde guerre mondiale un grand développement associé à une véritable révolution technologique.

Aux côtés des grues de types divers, se sont multipliées les techniques modernes de manutentions de marchandises: élévateurs à grains, déchargeurs de minerais, portiques pour containers, terminaux pour car-ferries, etc.

Ci-après, à titre d'exemple, des illustrations de trois engins:

- grue;
- portique pour containers;
- terminal pour car-ferries.

Havenuitrustingen

De havenuitrusting, die een geheel vormt waarbij een zeer hoog gespecialiseerd materiaal gebruikt wordt, heeft sinds de tweede wereldoorlog een zeer grote uitbreiding genomen welk tevens gepaard ging met een werkelijke technologische omwenteling.

Benevens de kranen van diverse types hebben zich moderne technieken van goederenbehandeling ontwikkeld: graanelevatoren, ertslossers, containerkranen, car-ferry terminals enz.

Als voorbeeld gaat hierna de illustratie van drie werktuigen:

- kraan;
- containerkranen;
- car-ferry terminals.

Harbour's equipment

The harbour's equipment needs a very specialized material, and has known, since the second World War, a great development together with a real technological revolution.

Besides the different types of cranes, new techniques of handling goods have been developed: grain elevators, iron or unshipping equipment, gantry cranes for containers, terminals for roll on roll off car ferries, etc.

The following, for example, are illustrations of three machines:

- Crane;
- Gantry crane for containers;
- Terminal for roll on roll off car ferries.



Fig. 10 Grue.
Kraan.
Crane.



Fig. 11 Portique pour containers.
Containerkranen.
Gantry crane for containers.

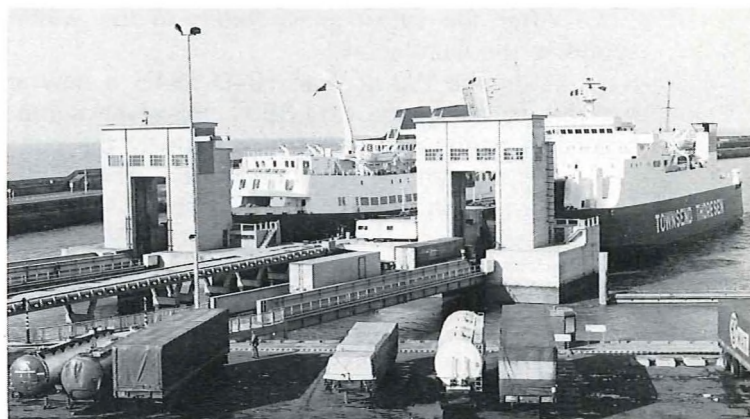


Fig. 12 Terminal pour car-ferries.
Car-ferries terminal.
Terminal for car ferries.

Voies d'eau intérieures Binnenscheepvaartwegen Inland Water-ways

Après les crues catastrophiques de l'hiver 1925-1926, de grands travaux furent entrepris pour supprimer les inondations.

Après la guerre de 1940-1945, un nouveau plan d'aménagement cohérent fut dressé pour adapter le réseau belge au gabarit de 1350 T. Cependant, certaines parties du réseau ont été réexaminées et modernisées en fonction des nouvelles techniques et notamment du poussage.

Mentionnons quelques réalisations et travaux en cours ou en projet :

- l'aménagement de la Basse Sambre;
- le Canal Gent-Terneuzen (gabarit 60.000 T);
- le Ringvaart autour de Gent;
- la modernisation du Canal Charleroi-Bruxelles;
- la liaison Escaut-Rhin;
- le canal maritime de Bruxelles au Rupel;
- la modernisation du Canal Albert (gabarit 9.000 T) (fig. 13 et 14);
- l'aménagement de la Meuse entre Namur et Liège;
- la liaison Sambre-Escaut-Canal du Centre.

Na de katastrofale wassen van de winter 1925-1926 werden grootscheepse werken ondernomen om overstromingen tegen te gaan.

Na de tweede wereldoorlog werd een nieuw coherent plan opgesteld om de Belgische binnenvaartwegen uit te breiden tot een gebariet van 1.350 ton. Daarnaast werden zekere delen verder uitgebreid en gemoderniseerd in functie van nieuwe technieken en in het bijzonder van de duwvaart.

Enkele realisaties en werken in uitvoering of in ontwerpstadium zijn :

- *de inrichting van de beneden Samber;*
- *het kanaal Gent-Terneuzen (gabariet 60.000 ton);*
- *de ringvaart rond Gent;*
- *de modernisering van het kanaal Brussel-Charleroi;*
- *de modernisering van het Albertkanaal (gabariet 9.000 ton) (fig. 13 en 14);*
- *de Schelde-Rijn verbinding;*
- *Zeekanaal Brussel-Rupel;*
- *de inrichting van de Maas tussen Namur en Liège;*
- *de verbinding Samber-Schelde-Centrumkanaal.*

After the catastrophic floods in the winter 1925-1926, important works were undertaken to suppress the inundations.

After the World War 1940-1945, a new and coherent plan was drawn up to adapt the Belgian network to the gauge of 1,350 t. However, some parts of the network were reviewed and modernized according to the new techniques, namely the pushing.

Let us mention some realizations and works under execution or planned:

- Modernization of the Lower Sambre;
- The canal Gent-Terneuzen (gauge 60,000 t);
- The "Ringvaart" round Gent;
- The modernization of the canal Charleroi-Brussels;
- The junction Escaut-Rhin;
- The modernization of the Albert Canal (gauge 9,000 t) (fig. 13 and 14);
- The improvement of the Meuse between Namur and Liège;
- The connection Sambre-Escaut-Canal of the Centre.

Fig. 13 Élargissement de la tranchée de Caster en cours d'exécution et canal de raccordement à la Meuse avec les trois écluses existantes. (deux écluses de 55×7,5 m et une écluse de 136×16 m).
Verbreding van de uitgraving van Caster in uitvoering, en verbindingskanaal met de Maas met de drie bestaande sluizen. (twee sluizen van 55×7,5 m en een sluis van 136×16 m).
 Widening of the Caster trench in course of execution and connection canal with the Meuse River; three existing locks. (two locks of 55×7,5 m and one lock of 136×16 m).



Fig. 14 Écluses d'Herentals. Deux écluses existantes de 136×16 m et nouvelle écluse de 200×24 m.
Sluizen van Herentals. Twee bestaande sluizen van 136×16 m en een nieuwe sluis van 200×24 m.
 Locks at Herentals. Two existing locks of 136×16 m and a new lock of 200×24 m.



Le barrage et centrale hydroélectrique de Lixhe (fig. 15 et 16)

Emplacement

Sur la Meuse à l'aval de Visé.

Objectifs

- remplacer deux vieux barrages à aiguilles;
- mettre la région à l'abri des inondations;
- récupérer l'énergie hydroélectrique.

Terrain de fondation

Phtanite (schiste silicifié) en forte épaisseur reposant sur un calcaire karstique. La phtanite est sujette à érosion et tassements différentiels.

Fig. 15 Le barrage et la centrale hydroélectrique en cours d'exécution.

Stuw en hydroelectrische centrale in uitvoering.
Dam and Hydroelectric power station during erection.



Photo AIRPRINT.

Caractéristiques

6 pertuis de 23,70 m entre parements des piles ou culées.
flottaison amont théorique (54,00).
flottaison aval à l'étiage (46,06).

Fondations

Piles, culées et radiers reposant sur des murs emboués.

Parafouilles

à l'amont, un écran emboué servant également de fondation;
à l'aval, un rideau de palplanches métalliques.

Vannes

En caisson avec hausse pivotante également en caisson articulée à ses deux extrémités.

Manceuvre

Par treuils et câbles.

Centrale hydroélectrique

Groupes bulbes à roues polaires
Débit d'équipement: $360 \text{ m}^3/\text{sec}$
Puissance: $4 \times 5800 \text{ kW}$

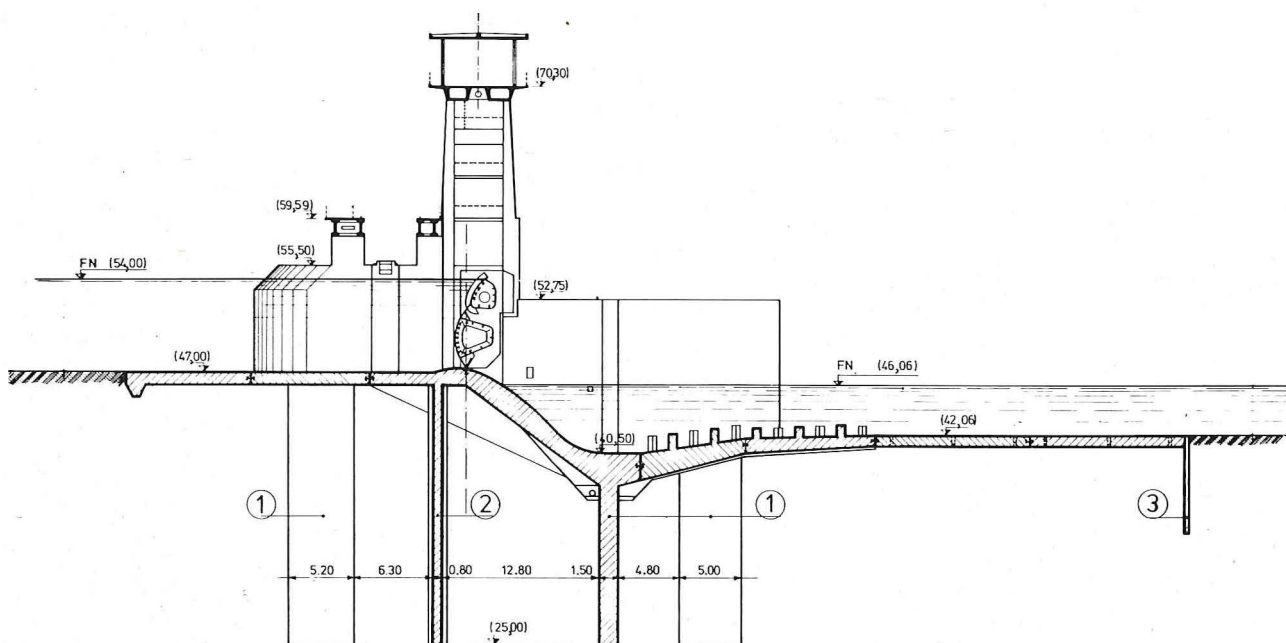


Fig. 16 Coupe dans un pertuis du barrage.
Snede in een doorlaatopening van de stuw.
Section through a sluiceway of the dam.

1. Murs emboués
2. Écran emboué
3. Rideau de palplanches métalliques

Slibwanden
Slibscherm
Scherm van metalen damplanken

Mud walls
Mud screen
Steel sheet piling walling.

De stuw en de waterkrachtcentrale van Lixhe (fig. 15 en 16)

Inplanting

op de Maas, afwaarts Visé.

Doel

- *vervangen van twee oude naaldstuwen*
- *de streek beschutten tegen overstroming*
- *de productie van elektriciteit*

Funderingsgrond

*Ftaniet (kiezelachtige lei) met grote dikte rustend op karstische kalksteen.
De ftaniet is onderhevig aan erosie en differentiële zettingen.*

Karakteristieken

*Zes doorgangen 23.70 m tussen de wanden van de peilers of de landhoofden
Theoretisch bovenpeil (54,00)
Laagste waterstand afwaarts (46,06)*

Funderingen

Peilers, muren en vloeren op slibwanden.

Schermen

Voorname slibwanden.

Schuiven

In caissonvorm met draaiende klep bovenaan, eveneens in caissonvorm, met scharnieren aan beide uiteinden.

Beweging

Met windassen en kabels

Waterkrachtcentrale

*Blokaggregaten met poolrad
Maximum verwerkbaar debiet 360 m³/sec
Vermogen 4 × 5800 kW.*

The barrage and hydroelectric power station of Lixhe (fig. 15 and 16)

Situation

On the River Meuse, downstream Visé.

Aims

- to replace two existing pin weirs;
- to shelter the region from floods;
- to recuperate the hydroelectric power.

Foundation soil

Phtanite (siliceous schist) in thick layers leaning on a karstic limestone. Phtanite is subject to erosion and differential settlements.

Characteristics

6 openings of 23.70 m between faces of piers or abutments.
Theoretical upstream waterline (54.00).
Downstream waterline at lowest water level: (46.06).

Foundations

Piers, abutments and bottom-locks supported by mud walls;

Cut off

Upstream, mud screen;
Downstream, a steel sheet-piling wall.

Water gates

In box with pivoting stop-plank, also in box articulated at both ends.

Working

By winches and cables.

Hydroelectric power station

Group bulbs with pole wheels.
Flow of equipment: $360 \text{ m}^3/\text{sec}$.
Power: $4 \times 5,800 \text{ kW}$.

Le plan incliné de Ronquières (fig. 17 et 18)

Il est en service ininterrompu depuis 1966.

Caractéristiques principales

- Chute maximum: 67,73 m;
- inclinaison des chemins de roulement: 5%;
- longueur entre têtes: 1.432 m;
- deux bacs indépendants équilibrés par des contrepoids;
- dimensions utiles des bacs: $85,50 \text{ m} \times 11,60 \text{ m}$;
- vitesse de translation des bacs: 1,20 m/sec.

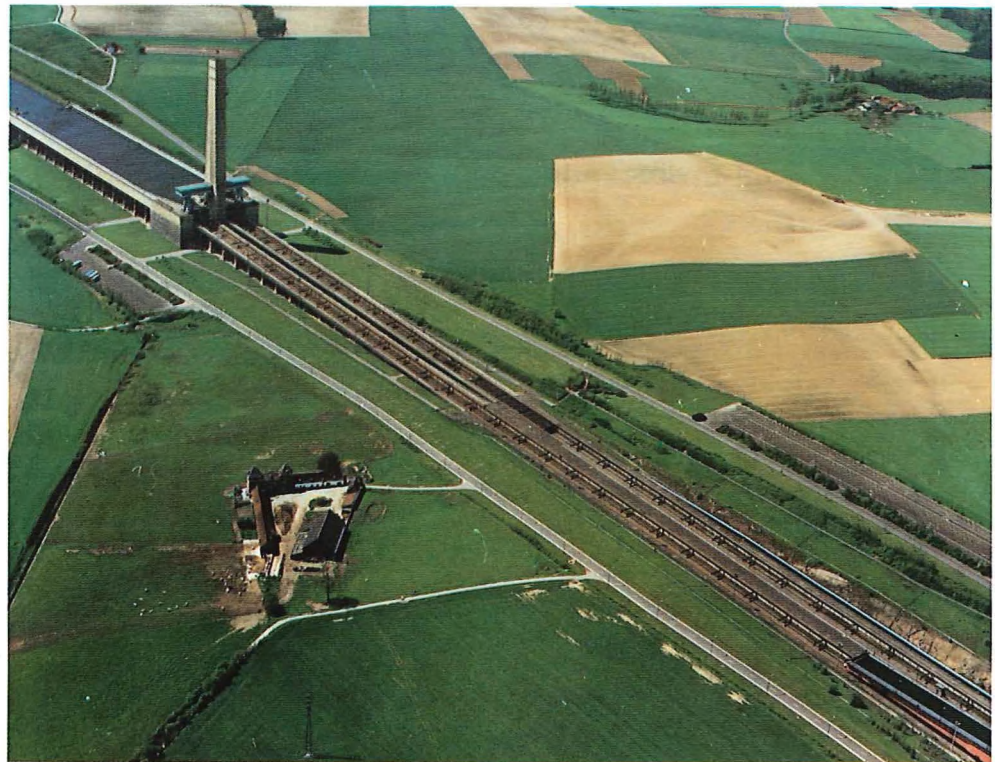


Fig. 17 Pont-canal, tête amont et chemin de roulement des bacs.
Kanaalbrug, bovenhoofd en rolbaan van de bakken.
Canal-bridge, upstream head and roller track of the ferries.

Het hellend vlak van Ronquières (fig. 17 en 18)

*Het hellend vlak is sinds 1966 ononderbroken in gebruik.
Er zijn reeds meerdere publicaties over verschenen.*

Voornaamste karakteristieken

- Maximaal verval: 67,73 m
- Helling van de loopsporen: 5%
- Lengte tussen de hoofden 1.432 m
- Twee van elkaar onafhankelijke bakken, in evenwicht met tegengewichten
- Nuttige afmetingen van de bakken 85,50 m × 11,60 m
- Bewegingssnelheid van de bakken 1,20 m/sec.

The inclined plane of Ronquières (fig. 17 and 18)

It has been in service without interruption since 1966.

Principal characteristics

- Maximum fall: 67.73 m;
- Rake of the races: 5%;
- Length between heads: 1,432 m;
- Two independent tanks counterbalanced;
- Useful dimensions of the tanks: 85.50 m × 11.60 m.
- Translation speed of the tanks: 1.20 m/sec.



Fig. 18 Le bac et
la tête aval.
*De bak en
het benedenhoofd.*
The ferry
and the
downstream head.

Ascenseur de Strépy-Bracquegnies

Un projet d'ascenseur est actuellement à l'étude pour franchir une chute de 73,15 m (fig. 19).

Objectif

Remplacer les quatre vieux ascenseurs actuels au gabarit de 350 T et situés sur le Canal du Centre entre Mons et La Louvière par un ouvrage unique permettant le passage d'un bateau de 2.000 T ou d'une barge de 76,50 m × 11,40 m avec son pousseur.

Solution

Dans une étude comparative préalable, cinq solutions ont été étudiées :

- un plan incliné à 5% ;
- un plan incliné à 10% ;
- deux ascenseurs funiculaires en série ;
- un ascenseur funiculaire unique ;
- une pente d'eau.

L'ascenseur funiculaire unique s'est révélé une solution bien adaptée au terrain et la plus économique.

Pour permettre leur entretien et leurs réparations éventuelles, les bacs sont indépendants et par conséquent équilibrés par contre-poids.

Les ouvrages comprennent notamment :

- un garage amont de 200 m de long sur hauts remblais ;
- un pont canal amont de 150 m environ de long ;
- l'ascenseur proprement dit ;
- un garage aval de 200 m de long en déblai.

Caractéristiques de l'ascenseur

- niveau d'eau du bief supérieur (121,15)
- niveau d'eau du bief inférieur (48,00)
- dimensions utiles des bacs 112 m × 12 m
- vitesse de translation 0,20 m/sec.

La salle de machine se trouve à la partie supérieure et repose sur un encuvement en béton armé par l'intermédiaire de deux tours centrales et de colonnes extérieures. Les bacs sont calés à niveau fixe. Des ballasts situés dans les parois latérales des bacs et un système de pompes et de canalisations permettent de régler le niveau d'eau dans le bac pendant la translation de telle façon qu'il soit le même que celui du bief avec lequel il est mis en communication.

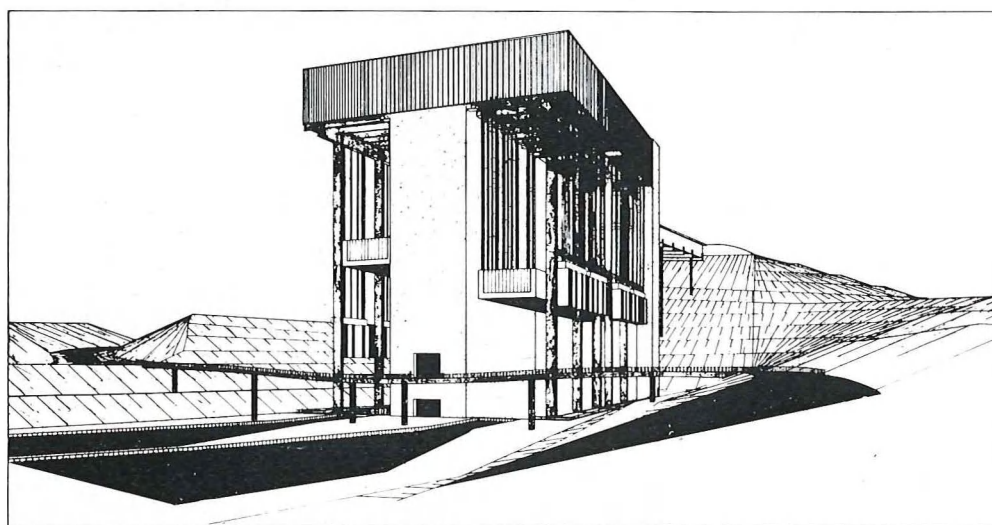


Fig. 19 Perspective aval des ouvrages.
 Afwaarts perspektiefzicht op de werken.
 Downstream perspective of the structures.

Lift van Strépy-Bracquegnies

Op dit ogenblik is een ontwerp voor scheepslift ter studie (fig. 19).

Doel

Vervangen van vier oude scheepsliften met een gabariet van 350 ton, op het Centrumkanaal tussen Mons en La Louvière, door één enkel kunstwerk. De liften zijn voorzien voor schepen van 2.000 ton of voor een duwbak van 76,50 m × 11,40 m met duwer.

Oplossing

Het te overwinnen verval bedraagt ongeveer 73 m. In een voorafgaandelijke vergelijkende studie werden vijf oplossingen bestudeerd.

- een hellend vlak van 5%;*
- een hellend vlak van 10%;*
- twee verticale scheepsliften in serie;*
- één enkele verticale lift;*
- een waterwig.*

Eén enkele verticale lift bleek de meest geschikte oplossing te zijn rekening houdend met het terrein, en ook de voordeligste.

Om redenen van onderhoud en eventuele herstellingen werd geopteerd voor van elkaar onafhankelijke bakken, die met tegengewichten in evenwicht worden gehouden.

De werken omvatten onder andere:

- een wachthaven in het bovenpand, 200 m lang, in grote ophoging;*
- een kanaalbrug aan het bovenpand van ongeveer 150 m lengte;*
- de eigenlijke liften;*
- een wachthaven in het benedenpand, 200 m lang, in uitgraving.*

Karakteristieken van de lift

Waterpeil van het bovenpand (121,15)

Waterpeil van het benedenpand (48,00)

Nuttige afmetingen van de bakken 112 m × 12 m

Snelheid van de translatie 0,20 m/sec.

De machinezaal bevindt zich in het bovenste gedeelte en rust op een keldering van gewapend beton door tussenkomst van twee centrale torens en buitenkolommen. De bakken worden vastgezet op een vast peil. Ballasten geplaatst in de zijwanden van de bakken alsmede een stelsel van pompen en leidingen maken het mogelijk het waterpeil in de bak te regelen gedurende de translatie, zodat het overeenstemt met dit van het pand waarmede hij in verbinding wordt gebracht.

Lifts of Strépy-Bracquegnies (fig. 19)

A project is being studied of lifts to clear a fall of 73.15 m.

Aim

To replace the four existing lifts of 350 t gauge and located on the canal of the Centre between Mons and La Louvière, by only one structure enabling a 2,000 t ship to pass through, or a barge of 76.50 m × 11.40 m with its pusher tug.

Solution

In previous comparative investigations, five solutions were studied:

- an inclined plan of 5%;
- an inclined plan of 10%;
- two funicular lifts in series;
- a single funicular lift;
- a waterfall.

The single funicular lift seemed to be a solution well-adapted for the ground and the most economical.

To allow their maintenance and potential repairs, the tanks are independent and thus counter-balanced.

The structures comprise namely:

- an upstream dock 200 m long on high bankings;
- an upstream canal bridge about 150 m long;
- the lift itself;
- a sunken downstream dock 200 m long.

Characteristics of the lifts

- Water level of the head-bay: (121.15);
- water level of the tail-bay: (48.00);
- useful dimensions of the tanks: 112 m × 12 m;
- translation speed: 0.20 m/sec.

The engine-room is situated at the upper part and rests on a reinforced concrete basement through two central towers and outer columns. The tanks are locked at fixed level. Ballasts in the lateral walls of the tanks and a pumps and ducts system enable to adjust the water level in the tank during the translation, so that it may be the same as the level of the bay it is connected with.

Les réserves d'eau

Waterreserves

Water reserves

Les réserves d'eau à usage domestique et industriel

Les caractéristiques des barrages existants sont reprises au tableau suivant:

Caractéristiques	Gileppe	Vesdre	Ourthe	Ry de Rome
1. Type	Digue en enrochements	Gravité en béton	Barrage-poids déversant en béton	Digue en enrochements
2. Bassin versant	34,30 + 20,88 km ²	105,95 km ²	740 km ²	10,10 km ²
3. Superficie du lac	130 ha	126 ha	47 ha	26,45 ha
4. Capacité du lac	27.000.000 m ³	25.000.000 m ³	3.000.000 m ³	2.600.000 m ³
5. Hauteur du mur	61 m	63 m	21 m	32,50 m
6. Longueur du mur	365 m	410 m	116 m	250 m
7. Volume du mur	1.433.000 m ³	450.000 m ³	22.000 m ³	300.000 m ³

Waterreserves voor huishoudelijk en industrieel gebruik

De volgende tabel groepeert de karakteristieken van de bestaande stuwen:

Karakteristiek	Gileppe	Vesder	Ourthe	Ry de Rome
1. Type	Steenstort-dijk	Betonnen Graviteitsdijk	Gewichtsdijk met beton	Steenstort-dijk
2. Stroombekken	34,30 + 20,88 km ²	105,95 km ²	740 km ²	10,10 km ²
3. Oppervlakte stuwmeer	130 ha	126 ha	47 ha	26,45 ha
4. Capaciteit stuwmeer	27.000.000 m ³	25.000.000 m ³	3.000.000 m ³	2.600.000 m ³
5. Hoogte van de muur	61 m	63 m	21 m	32,50 m
6. Lengte van de muur	365 m	410 m	116 m	250 m
7. Volume van de muur	1.433.000 m ³	450.000 m ³	22.000 m ³	300.000 m ³

Water reserves for domestic and industrial use

The characteristics of the existing barrages are mentioned hereunder:

Characteristics	Gileppe	Vesdre	Ourthe	Ry de Rome
1. Type	Dam coarse rocks	Gravity in concrete	Weight-barrage concrete overflow-shoot	Dam in coarse rocks
2. Water-shed	34.30 + 20.88 km ²	105.95 km ²	740 km ²	10.10 km ²
3. Area of the lake	130 ha	126 ha	47 ha	26.45 ha
4. Capacity of the lake	27,000,000 m ³	25,000,000 m ³	3,000,000 m ³	2,600,000 m ³
5. Height of the wall	61 m	63 m	21 m	32.50 m
6. Length of the wall	365 m	410 m	116 m	250 m
7. Volume of the wall	1,433,000 m ³	450,000 m ³	22,000 m ³	300,000 m ³

Le complexe des barrages de l'Eau d'Heure (fig. 20 et 21)

Ce complexe en voie d'achèvement regroupe deux barrages principaux et trois prébarrages. Il permet la constitution d'une réserve disponible de 50 millions de m³. Il comporte un lac supérieur et un lac inférieur. Un barrage sera équipé d'une importante centrale hydroélectrique qui produira de l'énergie électrique au moment où elle est la plus chère.

Les prébarrages éviteront que lors des fluctuations du lac, l'abaissement du plan d'eau ne découvre, à ses extrémités amont, des plages de boue.

Les objectifs sont :

- soutenir le débit d'étiage de la Sambre en lui assurant un débit de 5 m³/sec;
- soutenir indirectement le débit d'étiage de la Meuse;
- réduire par dilution les effets de la pollution résiduelle subsistant après épuration des eaux industrielles et urbaines.

Par la même occasion la région sera dotée d'un vaste plan d'aménagement de tourisme, de sport et de loisirs.

Het stuwencomplex van de Eau d'Heure (fig. 20 en 21)

Dit bijna voltooid complex groepeert twee hoofdstuwen en drie hulpstuwen. De capaciteit van de stuwmuren bedraagt in totaal 50 miljoen m³.

Er is een hoog- en een laaggelegen stuwmeer gerealiseerd. Eén der stuwen is voorzien van een belangrijke hydro-elektrische centrale met het oog op elektriciteitsproductie tijdens de uren waarop de elektriciteit het duurst is.

Fig. 20 Le barrage de Silenrieux.
De stuwdam van Silenrieux.
The Silenrieux dam.



De hulpstuwen voorkomen dat ingevolge niveauvariaties van het meer aanslibbingen zouden ontstaan (opwaartse kant).

De doelstellingen zijn :

- *het zomerdebiet van de Sambre onderhouden en een afvoer van 5 m³/s garanderen;*
- *indirect het zomerdebiet van de Maas ondersteunen;*
- *door verdunning het effect van resterende vervuiling, die na zuivering van industrieel en stedelijk afvalwater overblijft, verminderen.*

Tegelijkertijd wordt een plan van aanleg voor toerisme, sport en vrije tijd voor de streek uitgebouwd.

Complex of the Barrages of the Eau d'Heure (fig. 20 and 21)

This complex, nearly built, is made of 2 main barrages and three pre-barrages. It allows an available reserve of 50 millions m³. It is made of an upper and a lower lake. A barrage will be equipped with an important hydroelectric power station, that will produce electricity at the time where it is the most expensive.

The pre-barrages will prevent the lowering of the water level from showing mud areas at its upstream end, when the level fluctuates.

The aims are:

- to maintain the flow of 5 m³/sec. of the Sambre, when its rate is at its lowest;
- to maintain indirectly the rate of flow of the Meuse, when at its lowest;
- to reduce by dilution the effects of residual pollution after purifying the used urban and industrial waters.

At the same time, the region will be equipped with wide tourism, sports and leisure areas.

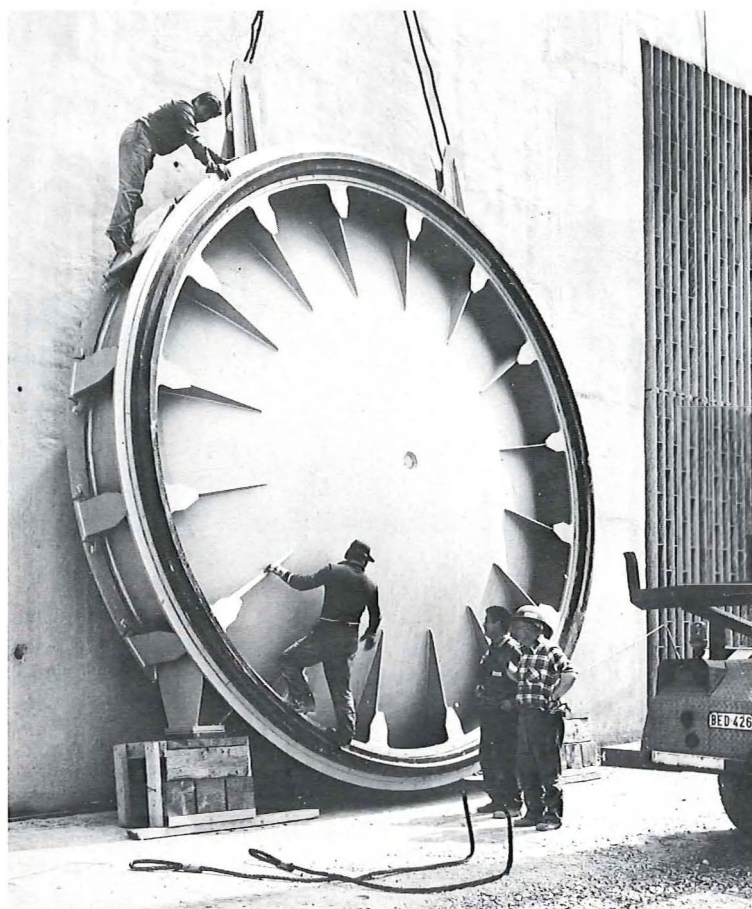


Photo STUDIO D

Fig. 21 Batardeau amont des conduites d'alimentation des turbines.
Opwaartse afsluiter van de voedingsleidingen der turbines.
Upstream cofferdam of supply pipes for turbines.