

Veilige Nederlandse dijken dank zij bitumineuze konstrukties

Studiereis georganiseerd door het Inlichtingscentrum van het Bitumen van 18 tot 20 mei 1976.

INLEIDING

Dat Nederland in de loop van de jaren een toonaangevend land is geworden op gebied van dijkbouw is eigenlijk vrij normaal. Sinds mensengeheugen is levert men er reeds een ongelijke strijd tegen de zee in al zijn geweld. De grote overstromingen die het land teisterden in 1953 toonden nogmaals de kracht aan van zee, wind en storm, en legden eens te meer de nadruk op het belang van degelijke en voldoende hoge dijken ter bescherming van het land. Sindsdien is in Nederland reeds ontzettend veel werk geleverd ondermeer in het kader van het groots opgezette DELTA plan. Bitumineuze konstrukties bleken de beste technische kwaliteiten te bezitten en ook financieel boden zij een interessante oplossing. Sindsdien werden heel wat verschillende technieken gebruikt: asfaltbeton, grindzand-asfalt, stortsteen gepenetreerd met gietasfalt, zand-asfalt, steenasfalt, asfaltmatten, bitumineuze membranen, enz... (ref. 1 tot 8).

De overstromingen die begin 1976 bepaalde delen ons land teisterden veroorzaakten in Nederland geen noemenswaardige schade wat zeker als een succes voor de dijkbouwers mag worden bestempeld.

Het leek ons dan ook opportuun eens contact te nemen met deze Nederlandse dijkbouwers.

1. ONTWIKKELINGEN

Een van de eerste toepassingen op grote schaal van bitumen in hydraulische werken en meer bepaald kustverdediging in Nederland geschiedde in 1938 bij de aanleg van een aantal golfbrekers. Sindsdien heeft Nederland een belangrijke rol gespeeld in de ontwikkeling van bitumen in kustversterking en dijkbouw. Deze ontwikkeling is ook voor een stuk gebaseerd op theorieën en praktijkervaring uit de burgerlijke bouwkunde en vooral dan de wegenbouw. Een aantal nagenoeg identieke mengsels worden zowel in de wegenbouw als de waterbouw gebruikt. Omwille van zijn eigenschappen zijn bitumineuze mengsels bijzonder aangewezen als bouw materiaal voor dijkbouw: **flexibiliteit** onder een lange belastingsduur, zodat zettingen kunnen worden gevolgd en **sterkte** en **stijfheid** onder korte belastingstijden zodat weerstand wordt geboden aan de golfslag.

Grâce à leurs structures bitumineuses, les digues hollandaises sont sûres

Voyage d'étude organisé par le Centre d'Information du Bitume du 18 au 20 mai 1976.

INTRODUCTION

Il est normal que les Pays-Bas soient devenus au cours des années un pays qui « donne le ton » dans le domaine de la construction des digues.

De mémoire d'homme on a livré là depuis toujours un inégal combat contre la mer et sa violence. Les grandes inondations qui ravagèrent le pays en 1953 montrèrent à nouveau la force de la mer, du vent et de l'ouragan. Elles mirent à nouveau l'accent sur l'importance de digues solides et suffisamment hautes dans la protection du pays. Depuis lors, un travail très considérable a été fourni, notamment dans le cadre de l'impressionnant Plan DELTA. Il apparut que les constructions bitumineuses possèdent les meilleurs qualités techniques et qu'elles offrent également une solution intéressante sur le plan financier.

Depuis lors il fut fait usage d'assez nombreux procédés: béton asphaltique, enrobés denses, lits de blocs pierreux pénétrés à l'asphalte coulé, sable-bitume, macadam enrobé, nattes bitumineuses préfabriquées, membranes bitumineuses, etc... (réf. 1 à 8).

Les inondations qui affectèrent certaines régions de notre pays début 1976, ne provoquèrent aux Pays-Bas aucuns dégâts notables ce qui, pour les constructeurs de digues, constitue certainement un succès.

Il nous parut donc opportun de rencontrer ces constructeurs néerlandais.

1. EVOLUTION ET DEVELOPPEMENT

Une des premières applications à grande échelle du bitume en travaux hydrauliques et plus particulièrement en travaux de protection de la côte aux Pays-Bas fut réalisée en 1938 lors de la construction de brise-lames. Depuis, la Hollande a joué un rôle important dans le développement de l'utilisation du bitume dans les digues et travaux de renforcement des côtes. Ce développement est basé partiellement sur des théories et des expériences acquises en travaux publics et plus précisément en construction routière. Des mélanges quasi identiques sont utilisés en construction routière et en travaux hydrauliques.

In vergelijking met de wegebouw heeft de toepassing van bitumen in hydraulische werken een eerder trage evolutie gekend ondermeer omwille van de grote konsekventies bij een eventuele mislukking. Stap voor stap, heeft men echter de traditionele bouwwijzen verlaten zodat op heden in Nederland bitumen het bouw materiaal bij uitstek is voor dijkbouw. In die zin hebben wij tijdens onze studiereis verschillende malen uitspraken als "Dijken bouwen zonder asfalt is op dit ogenblik in Nederland ondenkbaar" gehoord.

Bitumineuze dijkbescherming vindt men zowel bij zeevering, bij bescherming van dokken en kanalen als bij het bouwen van spaarbekkens. Het lag dan ook in onze bedoeling een aantal werken en realisaties in deze verschillende domeinen te bezoeken.

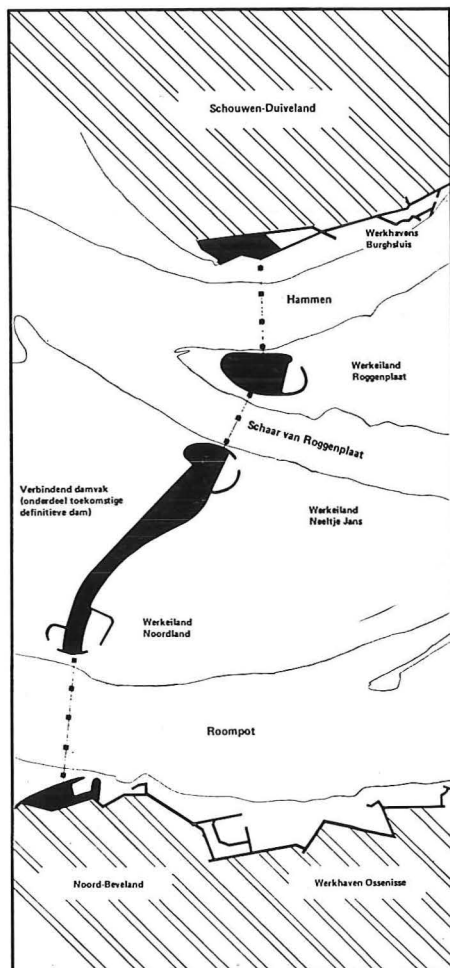
2. STUDIEREIS

Het programma bestond in grote trekken uit 3 delen :

- een bezoek aan de werken van de afsluiting van de Oosterschelde;
- een bezoek aan de haven van Rotterdam;
- een bezoek aan de spaarbekkens van de Biesbosch.

2.1. De afsluiting van de Oosterschelde.

Tijdens een bijzonder aangename ontvangst in het Informatiecentrum van de Rijkswaterstaat te Burghsluis, geeft de heer Ingenieur BIJL van de Rijkswaterstaat een overzicht van de Delta-werken en in het bijzonder de verschillende technieken die reeds werden aangewend bij de werken aan de Oosterschelde (zie



Les mélanges asphaltiques, de par leurs propriétés, sont des matériaux particulièrement adaptés à la construction des digues : **flexibilité** sous charges de longue durée, de sorte qu'ils peuvent suivre les tassements; **rigidité** sous charges de courte durée avec pour conséquence la résistance aux chocs des vagues.

Les applications du bitume aux travaux hydrauliques n'ont évolué que lentement, par comparaison avec la construction routière, notamment par crainte des conséquences importantes en cas d'échec éventuel.

C'est donc pas à pas que l'on a abandonné les procédés traditionnels de construction et aujourd'hui le bitume est par excellence « le » matériau pour la construction des digues. C'est ainsi qu'au cours de ce voyage d'étude nous avons entendu à plusieurs reprises des expressions du genre : « construire actuellement des digues sans bitume est impensable aux Pays-Bas ». On trouve des revêtements bitumineux aussi bien dans les travaux à la côte que dans les protections de berges de canaux ou de bassins d'accumulation d'eau. C'est donc dans ces différents domaines que nous avons choisi de visiter un certain nombre de travaux en cours ou en service.

2. VOYAGE D'ETUDE

Le programme comportait, dans les grandes lignes, trois visites :

- fermeture de l'Escaut Oriental,
- port de Rotterdam,
- bassins d'accumulation du « Biesbosch ».

2.1. Fermeture de l'Escaut Oriental.

Au Centre d'Information du « Rijkswaterstaat » à Burghsluis, où nous fûmes très agréablement reçus, Monsieur BIJL, ing. du « Rijkswaterstaat », nous donna un aperçu du plan Delta et insista plus particulièrement sur les différentes techniques utilisées dans les travaux de l'Escaut Oriental (voir carte). La fermeture de l'embouchure est la dernière grande étape du plan Delta. Le choix du type de fermeture, « totale », « semi-ouverte » ou « ouverte » était encore, lors de ce voyage, en suspens; on attendait avec impatience une décision au niveau « politique ». (Depuis lors, on a opté pour un barrage semi-ouvert.)

On peut se faire une idée de l'envergure de ce travail à l'aide des chiffres suivants (réf. 7) :

BRAS DE MER (DATE DE FERMETURE)	VOL. MOYEN DU FLOT PAR MAREE 10 ⁶ m ³	PROFONDEUR MAX. m
Veerse Gat (1961)	70	14
Brouwerhavense Gat (1972)	350	25
Escaut Oriental	1.100	40

Un des avantages du Plan Delta est d'avoir commencé par la fermeture des plus petits bras de mer. On a pu ainsi éprouver un certain nombre de procédés et de techniques et les comparer aux résul-

kaart). De afsluiting van de Oosterschelde blijft nog zowat de laatste grote etappe in het Delta plan. Of het nu een open, een half-open of een volledige sluiting van de Oosterschelde zou worden was tijdens de reis nog een open vraag. Er werd met spanning gewacht op een "politieke" beslissing. (Ondertussen heeft men geopteerd voor een halfopen pijlerdam.)

Aan de hand van volgende cijfers krijgt men een idee van de omvang van de werken (ref. 7).

ZEE-ARMEN (DATUM VAN SLUITING)	GEMIDDELD VOLUME VAN DOORSTROMING PER GETIJD 10 ⁶ m ³	MAXIMUM DIEPTE VAN DE ZEE-ARM IN m
Veerse Gat (1961)	70	14
Brouwerhavense Gat (1972)	350	25
Oosterschelde	1.100	40

Een van de voordelen van het Delta plan was wel dat men begonnen is met de sluiting van de kleinste zee-armen. Hierbij werden een aantal technieken en procédé's uitgetest en getoetst aan de resultaten van de voorbereidende studies.

Van ieder opgedane ervaring en meting op schaalmodellen, werd dan gebruik gemaakt bij een volgend werk.

De uiteenzettingen in het Informatiecentrum te Burghsluis werden besloten met een prachtige film gerealiseerd door de firma Bitumarin over toepassingen van steenasfalt-fixtone, een speciaal type asfaltmengsel.

In de namiddag werd een bezoek gebracht aan de reeds uitgevoerde werken in het vooruitzicht van de sluiting van de Oosterschelde. Per boot werd een bezoek gebracht aan een werkeiland — Neeltje Jans — gebouwd in de Oosterschelde. Dit kunstmatig eiland situeert zich op een van de meeste ondiepe plaatsen (zandbank).

Bij de bouw van de werkeilanden en de landhoofden, bv. te Schouwen en te Schelphoek, werden een aantal diverse asfaltbouwwijzen gebruikt en uitgetest: asfaltbeton, steenasfalt, gepenetreerde stortsteen, enz...

Het bezoek werd in de late namiddag afgesloten met de bezichtiging van het asfalschip Jan Heymans. Dit laatste werd nu uitgerust om aan boord gefabriceerde steenasfaltmatten van grote afmetingen, door afrollen te kunnen plaatsen, bij middel van een speciale op ophang- en afzinkinstallatie.

2.2. De haven van Rotterdam "Europoort".

Het bezoek aan de haven van Rotterdam gebeurde onder de bijzonder deskundige leiding van Ir. HAFPERT, verbonden aan de dienst havenwerken van de Gemeentewerken Rotterdam.

Reeds tientallen jaren worden aan de haven asfaltbouwwijzen toegepast.

De bezochte werken situeren zich helemaal vooraan in de haven m.a.w. het betreft een groot gebied op de zee gewonnen: 8^e Petroleum Haven, Maasvlakte, Zuiderdam, Splitsingsdam, Noorderdam. De gebruikte technieken zijn met gietasfalt genetreerde stortsteen, steenasfalt, asfaltbeton, zandasfalt.

tats des études préliminaires. L'expérience acquise et les études sur modèles réduits, lors de chaque phase, étaient utilisées dans la phase suivante.

Au Centre d'Information de Burghsluis, la réunion se clôtura par un excellent film, réalisé par l'entreprise Bitumarin, portant sur les applications du procédé Fixtone, un type particulier d'enrobé asphaltique.

L'après-midi, une visite fut consacrée aux travaux déjà réalisés du projet de fermeture de l'Escaut Oriental et notamment à une île artificielle, nommée « Neeltje Jans » construite sur un haut fonds de l'Escaut Oriental. Pour la construction de cette « île de travail » comme pour les jetées, à Schouwen et à Schelphoek par exemple, un certain nombre de matériaux asphaltiques furent utilisés et éprouvés: béton asphaltique, macadam asphaltique(*), pénétration au mastic bitumineux de moëllons de grande taille, etc...

La journée s'acheva sur la visite du bateau « enrobeur-poseur » « Jan Heymans » équipé maintenant d'une installation de fabrication et de pose par déroulement de nattes asphaltiques lestées de grandes dimensions.

2.2. Le port de Rotterdam, « Europoort ».

La visite du port de Rotterdam se fit sous l'expertise direction de Monsieur HAFPERT, ing. attaché au service des travaux portuaires de l'administration des travaux de la ville de Rotterdam. Dans ce port, les matériaux bitumineux sont utilisés depuis des dizaines d'années.

Les travaux visités se situaient tous à l'entrée du port, c'est-à-dire dans une large zone gagnée sur la mer: 8^e darse pétrolière, « Maasvlakte », « Zuiderdam », « Splitsingsdam », « Noorderdam ». Les techniques utilisées sont, ici également, la pénétration de blocs au mastic, le macadam asphaltique(*) (« steenasfalt »), le béton asphaltique, le sable-bitume.

L'après-midi, après un exposé de Monsieur ROOS, ingénieur au Rijkswaterstaat, une visite fut consacrée au nouveau « Noorderdam » à Hoek van Holland où nous retrouvâmes les mêmes techniques à savoir moëllons pénétrés au mastic et sable-bitume.

2.3. Matériaux et techniques utilisés au cours des travaux de l'Escaut Oriental et du port de Rotterdam.

2.3.1. Béton asphaltique.

Il peut être utilisé en protection étanche dans les zones soumises aux flux et au reflux et en revêtement des parties émergentes des digues: berme, couronne, etc...

La maniabilité du mélange joue un grand rôle dans ce type d'applications étant donné que la mise en œuvre se fait parfois à la main, au grader, à la pelleuse ou même à l'aide d'une grue à godet. De même l'aptitude au compactage doit être bonne car il n'est pas toujours possible d'utiliser tous les engins de compactage souhaitables. C'est une des raisons pour laquelle la teneur en bitume est habituellement plus élevée que dans les mélanges routiers

(*) Traduction peu satisfaisante du terme néerlandais « steenasfalt » (note du traducteur).

In de namiddag werd na een uiteenzetting van de heer Ir. ROOS van de Rijkswaterstaat een bezoek gebracht aan de nieuwe Noorderdam in Hoek van Holland. Ook hier vinden wij onze gekende waterbouwkundige asfaltmengsels terug : zandasfalt, gepenetreerde stortsteen.

2.3. Gebruikte materialen en technieken in de Oosterschelde en in de haven van Rotterdam.

2.3.1. Asfaltbeton.

Het kan worden gebruikt voor de waterdichte afsluiting in de eb- en vloedzone en de bekleding van al die delen van de dijkconstructie die boven de waterlijn uitkomen dijkbermen, kruinen, enz...

De verwerkbaarheid van een asfaltbeton speelt een grote rol daar het plaatsen soms met de hand, de grader, de laadschop of de kraan geschied. Ook de verdichtbaarheid moet relatief gemakkelijk zijn, daar niet altijd alle gewenste verdichtingsmaterieel kan worden ingezet. Ondermeer daarom is het bitumengehalte gewoonlijk hoger dan bij mengsels gebruikt in de wegenbouw (6 à 9 % in gew. op 100 % aggregaat). De bovenlimiet van het bitumengehalte wordt gegeven door de weerstand tegen vloeien van het niet-verdichte mengsel onmiddellijk na het spreiden en tevens van die van het voltooide dek bij hoge omgevingstemperaturen.

Een voorbeeld van samenstelling van asfaltbeton gebruikt voor de bekleding van de taluds van de Deltadammen is de volgende :

— Nederlands steenslag 5/15	45 à 50 %
— Gegradeerd zand	45 à 50 %
— Zeer zwakke vulstof	7 %
— Asfaltbitumen 80/100	7,5 %

Ten einde de waterdichtheid te waarborgen ligt het toelaatbaar percentage holle ruimten bij 3 à 4 % en een permeabiliteitscoëfficiënt k van 1×10^{-9} m/sec.

Voor de meeste dijktaaluds is een dikte van 15-20 cm asfaltbeton voldoende.

2.3.2. Gepenetreerde stortsteen met asfaltmestiek.

De penetratie met asfaltmestiek of gietasfalt werd in Nederland reeds in 1937 gebruikt voor de verdediging van de kop van de strandhoofden langs de kust. Het principe is het vastleggen van de stortsteen door de erin aanwezige holle ruimten te vullen met mestiek. Een van de grote voordelen van deze methode is dat op betrekkelijk eenvoudige wijze een zeer duurzame en sterke, flexibele en stabiele bekleding kan worden verkregen. Asfaltmestiek kan zeer goed boven, op en zelfs onder de waterlijn worden verwerkt. De veelvuldige toepassingen van asfaltmestiek hebben dan ook een zeer grote ontwikkeling gegeven aan het systeem. Deze ontwikkeling gebeurde op drie wijzen :

- zowel boven water als tot op grote diepte onder water;
- in de afmeting van de stenen : van steenslag tot zeer grote rotsblokken;
- in de mengselsamenstelling zodat een gecontroleerde vloei tot een bepaalde diepte met een bepaalde dikte kan worden bekomen m.a.w. zodat de penetratie geschiedt volgens een vooropgezet patroon.

Met deze techniek kunnen zowel volledig waterdichte als halfopen bekledingen en dammen worden gebouwd.

(6 - 9 % sur 100 % de granulats). La limite supérieure du pourcentage de bitume est déterminée par la nécessaire résistance au fluage tant du mélange non compacté que du revêtement terminé.

On trouve ci-après un exemple de composition de béton asphaltique utilisée en talus sur les digues du Plan Delta :

— gravier concassé 5/15	45 — 50 %
— sable gradué	45 — 50 %
— filler « très faible »	7 %
— bitume 80/100	7,5 %

L'imperméabilité est garantie par un pourcentage de vide de 3 à 4 et un coefficient de perméabilité k de 1×10^{-9} m/sec.

Dans la majorité des talus de digue une épaisseur de 15-20 cm de béton asphaltique est suffisante.



Dijk met asfaltbeton bekleding op het werkeiland Neeltje Jans in de Oosterschelde.

Digue revêtue de béton asphaltique pour « l'île de travail » Neeltje Jans dans l'Escaut Oriental.

2.3.2. Lits de gros blocs pierreux pénétrés au mastic bitumineux.

La pénétration au mastic ou à l'asphalte coulé fut utilisée dès 1937 aux Pays-Bas pour protéger les têtes de brise-lames. Le but de la pénétration est de fixer et de solidariser les blocs par remplissage des vides. Un des grands avantages de cette méthode est de réaliser d'une manière relativement simple un revêtement très durable, solide, flexible et stable. Le mastic bitumineux peut être mis en œuvre aussi bien sous eau que hors de l'eau.

Les multiples applications du mastic asphaltique ont provoqué une très grande diversification du procédé, notamment dans trois directions :

- hors de l'eau et sous eau jusqu'à des profondeurs importantes;
- dimensions des blocs : depuis la pierraille jusqu'aux blocs de plusieurs centaines de kg et davantage;
- compositions différentes adaptées à la dimension des vides afin de les remplir à la profondeur désirée et de recouvrir les blocs d'une couche d'épaisseur déterminée.

Cette technique permet de réaliser des protections étanches aussi bien que des revêtements ouverts.

De samenstelling van een gietasfaltmengsel is vooral gebaseerd op een goede **viskositeit** in verband met het **penetratievermogen** bij het gieten. De samenstelling is ook afhankelijk van de grootte van de te penetreren stenen. Bij relatief klein steenslag wordt gebruik gemaakt van een echte mastiek bestaande uit zand, vulstof en bitumen. In het geval van grote blokken wordt ook steenslag in de gietspecie toegevoegd.



Zware stortsteenpenetratie op het werkeiland Neeltje Jans in de Oosterschelde (werk Rijkswaterstaat).

Pénétration « lourde » sur l'île de travail Neeltje Jans dans l'Escaut Oriental (Chantier Rijkswaterstaat).

De samenstelling van de asfaltmastiek varieert veelal tussen :

- 60 à 75 % gew. zand;
- 10 à 20 % vulstof (zeer zwak);
- 15 à 20 % bitumen (veelal 80-100).

Bij penetratie van zware stortsteen gaat men tot 30 % steenslag in het mengsel, 2/3 soms 5/20.

Asfaltmastiek wordt eveneens gebruikt als een soort dichte beschermende laag om bv. ontzanding en uitschuring van de bodem tegen te gaan. Het wordt onder water aangebracht in lagen van 5 - 10 of meer cm dik en vormt een flexibel tapijt dat zich aan de vorm van de bodem aanpast en door zijn soortelijk gewicht van rond de 2 kg/dm³ een degelijke bescherming geeft van beddingen, pijlers, sluisdeuren, enz.

2.3.3. Steenasfalt - Procédé Fixtone.

Steenasfalt is een duurzaam open mengsel dat als bekleding van taluds, dijken en kanaalwanden wordt gebruikt. Bij deze methode gaat men uit van een dubbele mengprocedure. In een eerste fase wordt een asfaltmastiek gemaakt bestaande uit bv. :

- 60 à 68 % zand;
- 14 à 18 % vulstof;
- 18 à 22 % bitumen 80/100.

Na menging wordt deze mastiek opgeslagen in een stockagetank met roerelement. Vervolgens wordt de grove steenfractie bv. 20/40 gedroogd, waarna deze steenslag wordt gemengd met de vooraf vervaardigde mastiek in een verhouding van bv. 16 à 20 % gew. gietasfalt en 84 à 80 % gew. steenslag 20/40. Dit geschiedt bij een lagere temperatuur dan het aanmaken van het mastiek. Het eindproduct is een mengsel van steenslag 20/40 omhuld met een dikke, duurzame laag asfaltmastiek. De verwerking van het steenasfalt ge-

Le choix de la composition d'un asphalte coulé (ou d'un mastic) est basé essentiellement sur la **viscosité** qui détermine la **profondeur de pénétration**. La composition dépend également des dimensions des blocs constituant la couche à pénétrer. Pour des granulats de petites dimensions on utilise un vrai mastic constitué de sable, de filler et de bitume. Dans le cas de gros ou très gros blocs, l'asphalte coulé comprend également des pierres.

Le plus souvent la composition du mastic varie dans les limites suivantes :

- 60 à 75 % de sable
- 10 à 20 % de filler «très faible »
- 15 à 20 % de bitume (généralement 80/100).

Pour la pénétration de gros blocs on incorpore jusqu'à 30 % de pierraille de calibre 2/9 et même 5/20.

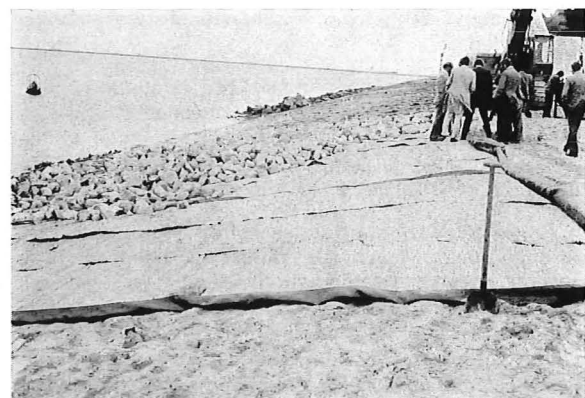
Le mastic bitumineux est utilisé également comme couche imperméable pour empêcher l'affouillement, le désensablement et l'érosion. Il est dans ce cas placé sous eau en couche de 5-10 cm et plus; il forme ainsi un tapis flexible qui s'adapte à la forme du fond et qui par son poids (± 2 kg/dm³) réalise une protection adéquate de cunettes, piles et portes d'écluses.

2.3.3. Macadam asphaltique (« steenasfalt »); procédé Fixtone.

Le « steenasfalt » est un enrobé ouvert durable utilisé en revêtement de berges, de digues, etc... Il s'agit d'un mélange à double enrobage. On fabrique d'abord un mastic composé, par exemple, de :

- 60 à 68 % de sable;
- 14 à 18 % de filler;
- 18 à 22 % de bitume 80/100.

Ce mastic, conservé dans des cuves à malaxeurs, est utilisé pour enrober des pierrailles, 20/40 par exemple, préalablement séchées et chauffées. La proportion de mastic est de l'ordre de 16 à 20 % en poids. Ce second enrobage s'effectue à une température inférieure à celle de la fabrication du mastic. Le mélange final est donc constitué de



Taludbescherming in de haven van Rotterdam.

Op het zandtalud :

- met rietmatten beschermde polypropyleenmat;
- steenslag.

Protection de berge dans le port de Rotterdam.

Pierraille et natte en polypropylène protégée par des canisses.



Taludbescherming in de haven van Rotterdam.
Gietasfaltpenetratie met kubel (stortbak).
Protection de berge dans le port de Rotterdam.
Pénétration à l'asphalte coulé avec bac verseur.

schiedt veelal binnen het temperatuursbereik van 110°C - 150°C. Steenasfalt laat zich gemakkelijk met de hand, met de kraan, enz... aanbrengen en hoeft niet verdicht te worden.

Dit procédé werd in het begin van de zestiger jaren ontwikkeld door de firma BITUMARIN. Steenasfalt wordt ook gebruikt onder de vorm van **matten**. Hierbij is het steenasfalt aangebracht op een zanddicht filterdoek. Deze waterdoorlatende matten kunnen ondermeer worden gebruikt als bitumineuze bodem- en taludbedekking.

2.3.4. Zandasfalt - Grindzandasfalt.

Zandasfalt is een warm asfaltmengsel dat de laatste jaren in steeds grotere mate wordt gebruikt in de waterbouw. Het bestaat uit lokaal zand gebonden met 3 à 4 % gew. bitumen veelal 80/100. De verwerkingstemperatuur van het mengsel boven water geschiedt meestal in het temperatuurbereik van 100 - 180°C. Bij het aanwenden onder water mag de temperatuur niet hoger zijn dan 110°C.

De eerste toepassingen op grote schaal ervan geschieden in "perskaden" onder water. Zowel in de Oosterschelde als in de haven van Rotterdam werd het gebruikt, als filterlaag, in een laagdikte van 10 à 25 cm als laag tussen het steenasfalt en het zandtalud.

Soms wordt in zandasfalt een gedeelte van het zand door grind vervangen ten einde een grotere stabiliteit te bekomen.

Alhoewel een materiaal met een hoog percentage holle ruimten en slechts matige mechanische karakteristieken is het toch tijdelijk bestand tegen matige golfaanval, en dus een uiterst interessant materiaal tijdens de konstruktie van golfbrekers, dijken, enz...

Bij de bouw van de Noorderdam in Hoek van Holland werd gebruik gemaakt van zandasfalt als damlichaam en als werkvloer. Het werd in een dik pak met een bulldozer uitgereden over grote stortstenen. Daarop werden dan geprefabriceerde caissons geplaatst die nadien volgestort werden. Deze laatste werden zijdelings gesteund met zware stortsteen gepenetreerd met gietasfalt.

2.4. De Spaarbekkens van de Biesbosch.

Na een fijn verzorgde ontvangst in de burelen van de N.V. Waterwinningsbedrijf Brabantse Biesbosch volgen een paar goed gestoffeerde voordrachten die zowel

pierrailles 20/40 enrobées d'une couche épaisse et durable de mastic. La mise en œuvre se fait le plus souvent, entre 110 et 150°C, à la main, à la grue à godet, etc.; il n'est pas nécessaire de compacter.

Le procédé fut mis au point au début des années soixante par la société BITUMARIN. Le « steenasfalt » est employé également sous forme de nattes comportant un support filtrant imperméable au sable. Ces nattes perméables peuvent, notamment, être utilisées comme protection, sous-eau, des fonds et berges.

2.3.4. Sable-bitume — Gravier-bitume.

Le sable-bitume, enrobé à chaud, est de plus en plus utilisé ces dernières années en travaux hydrauliques. Il se compose de sable local et de 3 à 4 % de bitume, 80/100 le plus souvent. Hors de l'eau la mise en œuvre se fait généralement entre 100 et 180°C; sous-eau, la température ne peut dépasser 110°C.

Les premières utilisations à grande échelle apparurent lors de la construction de digues de retenue, sous-eau. Aussi bien dans les travaux de l'Escaut Oriental que dans ceux du port de Rotterdam on a réalisé des couches de 10 à 25 cm entre talus en sable et revêtement en « steenasfalt »; le sable-bitume joue ici le rôle de filtre.



Mastiek penetratie in de haven van Rotterdam.
Pénétration au mastic dans le port de Rotterdam.

Il arrive qu'une partie du sable soit remplacé dans l'enrobé par du gravier en vue d'obtenir une meilleure stabilité.

Un mélange à pourcentage de vide élevé n'a que des propriétés mécaniques moyennes; néanmoins il peut résister pendant un certain temps aux attaques de vagues moyennes. C'est donc un matériau très intéressant pour les phases intermédiaires de construction de brise-lames, digues, etc... Ainsi par exemple lors de la construction de la digue nord (Noorderdam) à Hoek van Holland on a utilisé du sable-bitume pour réaliser le noyau de l'ouvrage et le « revêtement de travail » (werkvloer). L'enrobé fut mis en œuvre en couches épaisses répandues par un bulldozer sur un gros enrochement. Vinrent alors des caissons préfabriqués qui furent remplis par la suite. Ces caissons sont maintenus latéralement par de gros blocs pierreux pénétrés à l'asphalte coulé.

de Biesbosch, de drinkwaterproblemen in Nederland, als de technische aspecten van de bouw van de spaarbekkenen beslaan. In een film die volgt op de uiteenzettingen, krijgen wij een overzicht van de ganse bouw van een spaarbekken.

Vervolgens wordt een bezoek gebracht aan het spaarbekken "Petrusplaat" dat reeds in bedrijf is en tevens aan een deel van het zuiveringsstation.

Tot slot nemen wij een kijkje in het fabriek waar de bitumineuze membranen, gebruikt voor de afdichting van de spaarbekkenen, werden vervaardigd.

De bouw van de spaarbekkenen van de Biesbosch (ref. 9 tot 14) is direkt verbonden met het beleid inzake drinkwater van de Gemeente Rotterdam. Reeds in 1874 werd, in tegenstelling met vrijwel alle andere watermaatschappijen in Nederland, reeds gestart met de winning van rivierwater, in de tijd van uitstekende kwaliteit, ja zelfs beter dan vele grondwatersoorten. De industriële ontwikkeling, de grote bevolkingstoename, de havenaanleg en de verdieping van de haven, hebben het water bij Rotterdam stelselmatig verslechterd. Wat eens een zeer goede grondstof was, werd spijs van de zorgen aan de produktie besteed, steeds slechter van kwaliteit.

Als gevolg van buitengewone omstandigheden, kende men in Nederland in januari 1963 de "zoutinvasie"; een bijzonder diep indringen in het land van zeeewater.

De verslechtering van het rivierwater en de "zoutinvasie" waren de aanleiding tot de oprichting van een kommissie die in 1965 in een rapport ondermeer tot volgende aanbevelingen en konklusies kwam :

- de drinkwatervoorziening van Rotterdam en omgeving is blijvend aangewezen op oppervlaktewater;
- gezien de fluktuaties in de afvoer en/of de verontreiniging van de rivieren kan het water niet permanent direkt daaraan worden onttrokken, zodat gebruik moet worden gemaakt van bergingsmiddelen;
- de situering van de spaarbekkenen in de Brabantse Biesbosch biedt een goede oplossing.

Het water kan worden onttrokken zowel aan de Maas als aan de Rijn. Vooral het Maaswater is bij grote regenval van relatief goede kwaliteit zodat het opslaan ervan erg interessant is.

In 1969 werd met de bouw aangevat van de kleinste twee bekkens (Petrusplaat en Honderd en Dertig), die in april 1973 in gebruik werden genomen.

Het derde spaarbekken "De Gijster" nadert zijn voltooiing en het vierde en laatste spaarbekken — de Zuiderklip — is gepland.

2.4.1. Dijkbekleding

Voor de bekleding van de ringdijken om de spaarbekkenen is een samengestelde konstruktie ontworpen. Men moest rekening houden met het feit dat door onttrekking van water aan de bekkens (die immers als "spaarpot" worden gebruikt om daar in tijd van nood het nodige uit te halen) de grondwaterstand in het dijklichaam zich niet onmiddellijk aanpast aan dit van het vrije water in het reservoir. Er kan dan vanuit dit zandlichaam een opwaartse druk op de gesloten bekleding van het binnentalud worden uitgeoefend. Door een tegenconstructie moest deze worden weerstaan. Na veel studies kwam als de meest economische

2.4. Les bassins d'accumulation du Biesbosch.

Au cours d'une visite des installations de la Société « Waterwinningsbedrijf Brabantse Biesbosch » on entendit d'excellents exposés traitant du site du Biesbosch et du problème de l'eau potable aux Pays-Bas ainsi que des aspects techniques de la construction des bassins d'accumulation d'eau. Un film qui suivit présenta une vue d'ensemble de la réalisation d'un bassin. Pour terminer on visita le bassin « Petrusplaat » déjà en service, une partie de la station d'épuration et finalement l'atelier où furent fabriquées les membranes bitumineuses utilisées pour assurer l'étanchéité des bassins.

La construction des bassins d'accumulation du Biesbosch (réf. 9 à 14) est liée directement au problème de l'eau potable de la commune de Rotterdam. En 1874 déjà, et cela en contradiction avec presque toutes les sociétés distributrices d'eau, on commença à utiliser l'eau de rivière, d'excellente qualité à cette époque, supérieure même à celle de nombreux captages. Graduellement l'eau de Rotterdam devint de plus en plus mauvaise par suite du développement industriel, de l'accroissement de la population, de l'extension et de l'approfondissement du port, etc... Cette matière première de qualité s'altéra continuellement malgré les soins apportés à sa production. En janvier 1963 les Pays-Bas connurent « l'invasion par le sel », c'est-à-dire, par suite de circonstances exceptionnelles, une pénétration particulièrement profonde d'eau de mer à l'intérieur des terres.

Dégradation de la qualité de l'eau de rivière et invasion du sel provoquèrent la constitution d'une commission qui dans son rapport de 1965 arriva, entre autre, aux conclusions et recommandations suivantes :

- l'approvisionnement en eau potable de Rotterdam et de ses environs doit rester axé sur l'eau de surface.
- étant donné les fluctuations de débit et/ou de pollution des rivières il n'est pas possible d'en pomper l'eau directement et en permanence; il convient donc d'utiliser des bassins de stockage.
- la localisation des bassins d'accumulation dans la Biesbosch brabançon offre une solution adéquate.



Mastiek penetratie van de Noorderdam in Hoek van Holland.
Pénétration au mastic de la « Digue Nord » à Hoek van Holland.



Voor de delikate teen konstruktie van de dijk werd gebruik gemaakt van steenasfalt met een groter percentage mastiek, vandaar de grote flexibiliteit.

La construction délicate du pied de digue a nécessité l'emploi de mastic asphaltique à haut pourcentage de mastic d'où sa grande flexibilité.

oplossing een asfaltbekleding voor het bovenste deel en een constructie van een met zand geballaste membraan voor het lagere deel naar voren. Als membraan werd een met nylonweefsel gewapende bitumineuze mat gekozen, die met zand werd verzwaaard. Om te zorgen, dat het ballastzand niet zou wegspoelen werd op de zandlaag een zanddicht weefsel gelegd waarop steen werd gestort. Deze constructie loop door tot op een diepte van 2 meter onder N.A.P. (Nieuw Amsterdams Peil).

Het daar onder liggende talud kreeg een helling van één op zeven en werd door cutterszuigers in de natte uitgevoerd. Het is afgedekt door een weinig waterdoorlatende sli blaag met een dikte van gemiddeld 50 cm.

De opbouw van het bitumineus membraan is als volgt :

- kraftpapier
- laag geblazen bitumen
- nylonweefsel
- laag geblazen bitumen
- polyester folie
- laag geblazen bitumen met grof zand afgedekt.

L'eau peut être prélevée aussi bien dans la Meuse que dans le Rhin. L'eau de Meuse surtout est de qualité relativement bonne en cas de pluie importante de sorte que sa mise en stock est très intéressante.

La construction des deux plus petits bassins (« Petrusplaat » et « Cent-trente ») débuta en 1969 et leur mise en service se fit en avril 1973.

Le troisième bassin (« De Gijster ») est quasi terminé tandis que l'on planifie la construction du quatrième et dernier (« Zuiderklip »).

2.4.1. Revêtement des berges.

En ce qui concerne le revêtement des digues formant les bassins on a mis au point un type de construction composite. On devait en effet tenir compte du fait que lors des prélèvements d'eau dans les bassins — utilisés comme réserve en cas de pénurie — le niveau d'eau dans le corps des digues ne s'aligne pas immédiatement sur celui de l'eau libre dans les réservoirs. Il peut s'ensuivre dans ce massif sableux l'apparition d'une pression hydraulique, dirigée vers le haut et tendant à repousser le revêtement étanche. Il convient de contrebalancer cet effet par une contre-pression. A la suite d'études approfondies il apparut que la solution la plus économique consistait en un revêtement asphaltique pour le haut de la digue et en une membrane lestée pour le bas.

Comme membrane on choisit une structure bitumineuse composite armée d'un tissu de nylon et lestée par une couche de sable. Pour éviter l'affouillement de ce ballast on le protégea par un tissu-filtre maintenu par une couche de pierrailles. Cette structure descend jusqu'à une profondeur de 2 m en dessous du N.A.P. (Nieuw Amsterdams Peil ou Nouveau Niveau d'Amsterdam).

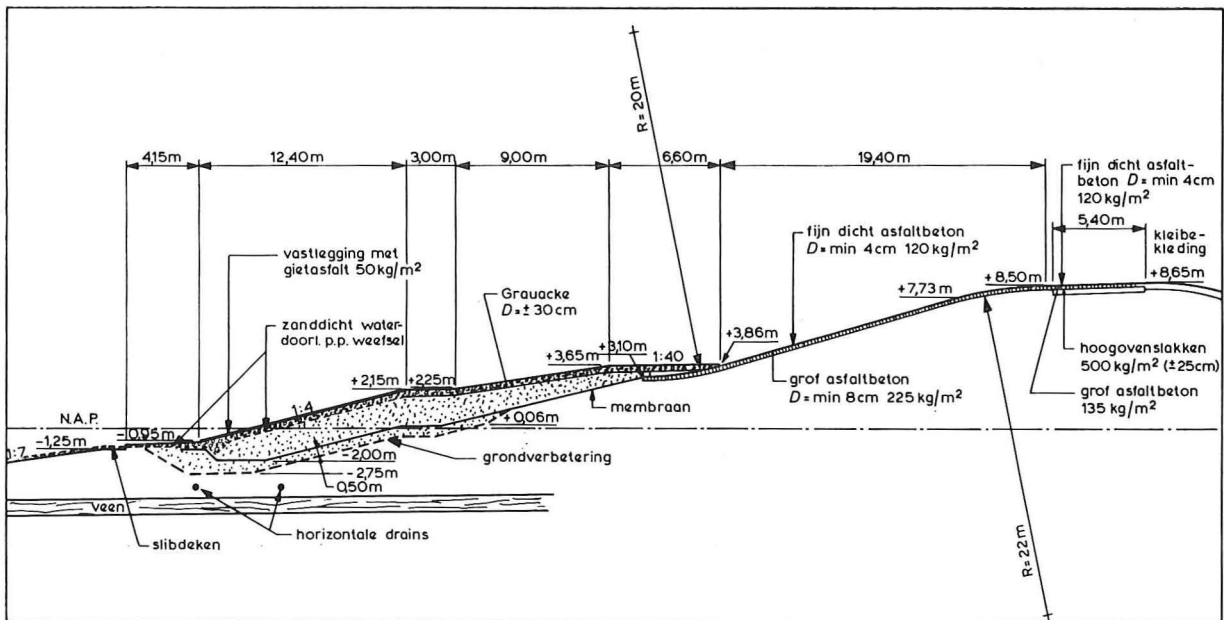
Le talus en sable, de pente 1/7 fut réalisé par remblayage hydraulique et couvert d'une couche argileuse, peu perméable, d'environ 50 cm d'épaisseur.

La composition de la membrane bitumineuse est la suivante :

- papier kraft,
- bitume oxydé,
- nylon,
- bitume oxydé,
- feuille de polyester,
- bitume oxydé surfacé au gros sable.



Steenasfalt op het werkeiland Neeltje Jans in de Oosterschelde. Macadam asphaltique mis en œuvre sur « l'île de travail » Neeltje Jans dans l'Escaut Oriental.



Opbouw dijkbekleding.
Structure du revêtement de digue.

De totale dikte is 5 mm, de baanbreedte 5 m en de baanlengte 29 m.

In dit membraan geven de lagen geblazen bitumen de waterdichtheid, geeft het nylonweefsel de mechanische sterkte vooral tegen trek en belet de polyesterfolie de doorgroei van planten.

Om te eindigen enkele gegevens en cijfers in verband met het grootse projekt van de spaarbekken in de Biesbosch.

Zuiderklip (aanleg in toekomst)

oppervlakte spaarbekken	ca 400 ha
nuttige inhoud	60.000.000 m ³
bodemdiepte	N.A.P. - 13 à 15 m
dijkhoogte	N.A.P. + 8,50 m
omtrek bekken	8,9 km

De Gijster (in uitvoering)

oppervlakte spaarbekken	320 ha
nuttige inhoud	36.000.000 m ³
bodemdiepte	N.A.P. - 10,00 m
dijkhoogte	N.A.P. + 8,50 m
omtrek bekken	8,6 km

Honderd en Dertig

oppervlakte spaarbekken	219 ha
max. inhoud	32.000.000 m ³
bodemdiepte	N.A.P. - 6 à 20 m
dijkhoogte	N.A.P. + 8,50 m
omtrek bekken	6,4 km

Petrusplaat

oppervlakte spaarbekken	105 ha
max. inhoud	13.000.000 m ³
bodemdiepte	N.A.P. - 9,00 m
dijkhoogte	N.A.P. + 8,50 m
omtrek bekken	4,3 km

max. niveau in bekkens N.A.P. + 6,50 m.

totaal leveringsvermogen : 500 miljoen m³ ruw water per jaar.

L'épaisseur totale est de 5 mm; la largeur est de 5 m et la longueur de 29 m.

Dans cette structure le bitume oxydé assure l'étanchéité et le tissu de nylon la résistance mécanique, particulièrement en traction, tandis que la feuille de polyester empêche la perforation par les plantes.

Terminons par quelques chiffres relatifs à ce gigantesque projet des bassins d'épargne du Biesbosch :

Zuiderklip (construction dans le futur)

surface du bassin d'épargne	environ 400 ha
volume utile	60.000.000 m ³
profondeur	N.A.P. — 13 à 15 m
hauteur de digue	N.A.P. + 8,50 m
contour	8,9 km

De gijster (en construction)

surface du bassin d'épargne	320 ha
volume utile	36.000.000 m ³
profondeur	N.A.P. — 10,00 m
hauteur de digue	N.A.P. + 8,50 m
contour	8,6 km

130

surface du bassin d'épargne	219 ha
volume max.	32.000.000 m ³
profondeur	N.A.P. — 6 à 20 m
hauteur de digue	N.A.P. + 8,50 m
contour	6,4 km

Petrusplaat

surface du bassin d'épargne	105 ha
volume max.	13.000.000 m ³
profondeur	N.A.P. — 9,00 m
hauteur de digue	N.A.P. + 8,50 m
contour	4,3 km

niveau max. des bassins d'épargne N.A.P. + 6,50 m.

fourniture totale possible : 500 millions de m³ d'eau « brute » par an.

3. SLOTBEMERKING.

Wij houden eraan zeer speciaal allen te danken die hebben meegewerkt aan het tot stand komen van deze studiereis, die door de deelnemers als interessant is ervaren, en in het bijzonder de heer Ir. JOUSTRA van de firma Bitumarin en zijn medewerkers voor de vele interessante gegevens en de daadwerkelijke hulp, de heer Ir. BIJL van Rijkswaterstaat voor het prachtige bezoek aan de werken in de Oosterschelde, de heer Ir. ROOS van Rijkswaterstaat voor het bezoek van de Noorderdam, de heer Ir. HAFFERT van de Gemeentedienst Rotterdam voor het bezoek aan de haven van Rotterdam en de heer Ir. KNOPPERT en zijn staf voor het bezoek aan het waterwinningsbedrijf Brabantse Biesbosch en alle bereidwillige aannemingsbedrijven.

3. REMERCIEMENTS.

Nous tenons à remercier tous ceux qui ont collaboré à la réalisation de ce voyage d'étude qui fut très apprécié des participants. Nous citerons plus particulièrement Monsieur JOUSTRA, Ing. de la firme Bitumarin et ses collaborateurs pour leurs informations aussi nombreuses qu'intéressantes et pour leur aide efficace, Monsieur BIJL, Ing. du Rijkswaterstaat pour la magnifique visite des travaux de l'Escaut Oriental, Monsieur ROOS, Ing. du Rijkswaterstaat également, qui guida la visite du « Noorderdam », Monsieur HAFFERT, Ing. du Service Communal de Rotterdam qui nous pilota à travers le port, Monsieur KNOPPERT, Ing. et son équipe, pour l'excellente visite des installations de la « Waterwinningsbedrijf Brabantse Biesbosch » et enfin toutes les Entreprises pour leur concours.

Referenties - Références

1. Coast protection with bitumen. W. VISSER, Shell Bitumen Reprint 20.
2. Asphalt rules the Dutch waves. W. VISSER, A.I.M. CLAESSEN, Paper presented to the 1975 National Asphalt Pavement Convention, New-York, February 3-6, 1975.
3. Bitumen for dams and reservoirs. W. VISSER, Dr. E. SCHONIAN, Shell Construction Service.
4. Bitumarin publikaties.
5. Warm asfalt, waterdicht of doorlatend. W. VISSER, Asfalt, 1/1976.
6. Asfalt in wegen- en waterbouw, Vereniging voor Bitumineuze Werken.
7. Netherlands Delta schema. Closure of Oosterschelde estuary. Shell Bitumen Review n° 51.
8. Nieuwe havenmond voor Rotterdam. Voorlichting Verkeer en Waterstaat.
9. Spaarbekkens in de Brabantse Biesbosch. Ir. P.L. KNOPPERT, Noord-Brabant n° 3/1970.
10. De werken van de N.V. Waterwinningsbedrijf Brabantse Biesbosch. V. Wuijckhuijse, Land + Water n° 5/1972.
11. Spaarbekkens in de Biesbosch : uitgaven N.V. Waterwinningsbedrijf Brabantse Biesbosch, heer Bokelweg, 25, Rotterdam 3001.
12. Spaarbekkens in de Brabantse Biesbosch. Ing. J. VAN DER BILT en De Dijkbekledingen van de spaarbekkens in de Brabantse Biesbosch, Ing. K. DE GRAAF - Polytechnisch Tijdschrift, editie Bouwkunde, Wegen- en Waterbouw, n° 26/1974 en n° 2/1975.
13. Wasserbau mit Flexibelen Nylon/Asphalt-Membranen Hypofors. Enka Glanzstoff Publikation.
14. Membranes in civil engineering : een Breedbaan publikatie.



95 RUE DE MOORSLEDESTRAAT 95
1020 BRUSSEL — 1020 BRUXELLES
TEL. (02) 425.41.13

stelt U voor :

HET MATERIEEL " AMMANN "

voor het fabriceren en plaatsen van asfalt-
produkten

- plants 50 tot 300 ton/h
- walsen
- afwerkmaschine
- spreiders
- klein gereedschap
- gewaarborgde dienst na-verkoop

vous présente :

LE MATERIEL " AMMANN "

pour la fabrication et la pose des produits
asphaltiques

- plants 50 à 300 tonnes/h
- rouleaux compresseurs
- finisseuse
- épanduses
- petit outillage
- service après-vente garanti