

REVUE MENSUELLE - MAANDBLAD

Excavator

...A RONQUIÈRES

600FELX

(3)

REDACTIE — BEHEER
Agra - Molièrelaan 225
Brussel 6 - Tel. 45.19.30

REDACTION — ADMINISTRATION
Agra - 225, avenue Molière
Brusselles 6 — Téléphone 45.19.30

JANVIER 1964
JANUARI

quelle flotte

..sur les chantiers



!....

SOGETRA



8 PAYHAULERS

Type 95 • 375 HP • Charge utile 27 T.



10 PAYLOADERS

Type H 120 • 300 HP
godet 4.200 lit.



84 Poids Lourds

Tous terrains à gabarit routier
250 HP • Charge utile 19 T (tous terrains)

RAY
BER



Plan incliné de Ronquières • Autoroute Bruxelles/Paris entre Ville-sur-Haine et Strépy • Autoroutes Bruxelles/Aix-la-Chapelle et Liège/Maastricht (tranchée de Cheratte) • Autoroute Mons/Liège construction de la jonction avec l'autoroute Bruxelles/Aix-la-Chapelle à Loncin et Awans.

Compagnie **DECAUVILLE** de Matériels Industriels

50-54, RUE DU PRINTEMPS - BRUXELLES 5 - TEL. (02) 48.65.20

Le complexe de Ronquières

Le canal Charleroi-Bruxelles au gabarit de 70 Tonnes comprenait 55 écluses pour une longueur de ± 73 km. Lorsqu'il fut porté au gabarit de 300 Tonnes, il comportait encore 38 écluses. Le nouveau canal au gabarit de 1350 Tonnes n'en comptera plus que 10, auxquelles il faut ajouter le Plan Incliné de Ronquières.

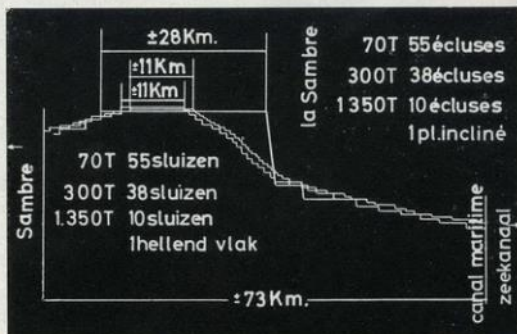
La chute entre Seneffe et Ronquières étant de 67,48 mètres, le rachat de celle-ci, étudié dès 1955, permettait d'envisager plusieurs solutions :

- Une échelle d'écluses (au moins 4)
- Un ou des ascenseurs verticaux hydrauliques
- Un ou des funiculaires
- Un plan incliné du type transversal
- Un plan incliné du type longitudinal.

Suite à la prise en considération des conditions topographiques et géologiques locales, de l'étude de la consommation et de l'approvisionnement en eau, de l'analyse détaillée et précise des moyens techniques, des temps de parcours, des capitaux à investir, des frais d'exploitation, etc..., le plan incliné du type longitudinal s'est avéré la solution la plus intéressante.



PROFILS EN LONG COMPARES



LANGSPROFIELEN NAAST ELKAAR

SUR PRATIQUEMENT TOUS LES GRANDS CHANTIERS (comme ici, à Ronquières*) LE "SERVICE PNEUS" EST ASSURE PAR HAVE LANGE



*Où s'érige, sur le Canal de Charleroi, le plan incliné le plus important du monde.

★★★

Depuis les scrapers jusqu'aux niveleuses, les centaines d'engins sur pneus affectés à ce très gros terrassement, ont roulé avec le minimum d'immobilisation grâce au "SERVICE PNEU" exceptionnelle-
ment efficace et économique
d'Havelange.

★★★

SERVICE IMMEDIAT A VOTRE
DISPOSITION PARTOUT.



Division Genie Civil
Natoye
Tel.: 083 - 223 48 (3 lignes)

Le principe et la raison du Plan Incliné

Son principe est, en résumé, le suivant :

Le Plan Incliné comporte essentiellement deux bacs pleins d'eau de 91 m. de longueur (87 m. utiles) sur 12 m. de largeur, dont la profondeur d'eau varie de 3 à 3,70 m., selon la flottaison du bief amont et dont le poids total (bateau, eau et galets de roulement) varie de 4500 à 5200 Tonnes. Ces bacs sont constitués de bordages métalliques raidis par des poutres en T. Ils roulent dans le sens de leur longueur, par l'intermédiaire de trains de galets (236 par bac, diam. 70 cm.), sur des chemins de roulement ayant une pente de 5 % et une longueur de 1440 m.

Chaque bac est pourvu d'un contrepoids roulant consistant en deux châssis métalliques indépendants, lestés de béton lourd et de fonte, pesant 4600 Tonnes.

Chaque contrepoids s'appuie sur 192 galets identiques à ceux du bac. Afin de réduire les frottements, les galets ne sont pas pourvus de bourrelets. Chaque bac et chaque contrepoids sont guidés à leurs extrémités par des groupes de 6 galets latéraux montés sur ressorts. Les rails de roulement et

de guidage latéraux sont du type chemin de fer (52 kg/m.) et leur longueur totale est de 35 km.

Afin d'assurer des démarrages, des accélérations, des décélérations et des arrêts sans à-coups, les 6 moteurs électriques de chaque treuil de traction sont alimentés par 6 groupes Ward-Leonard et par un groupe d'excitation. La puissance installée est de 960 kW par treuil.

Chaque bac est tiré par huit câbles clos de 55 mm. de diamètre.

L'entraînement se fait par deux tambours à adhérence, du type « Koepe » de 5,50 m. de diamètre, soit un tambour par groupe de 4 câbles. A leur entrée et à leur sortie de la salle des mécanismes, les câbles sont déviés vers les tambours d'entraînement au moyen de molettes de 5,50 m. de diamètre.

La longueur totale des câbles est de 24.000 mètres.

Les vitesses de translation des bacs sont les suivantes :

- démarrage avec accélération variable de 0 à 10 mm/sec²
- arrêt avec décélération variable de 10 mm/sec² à 0.

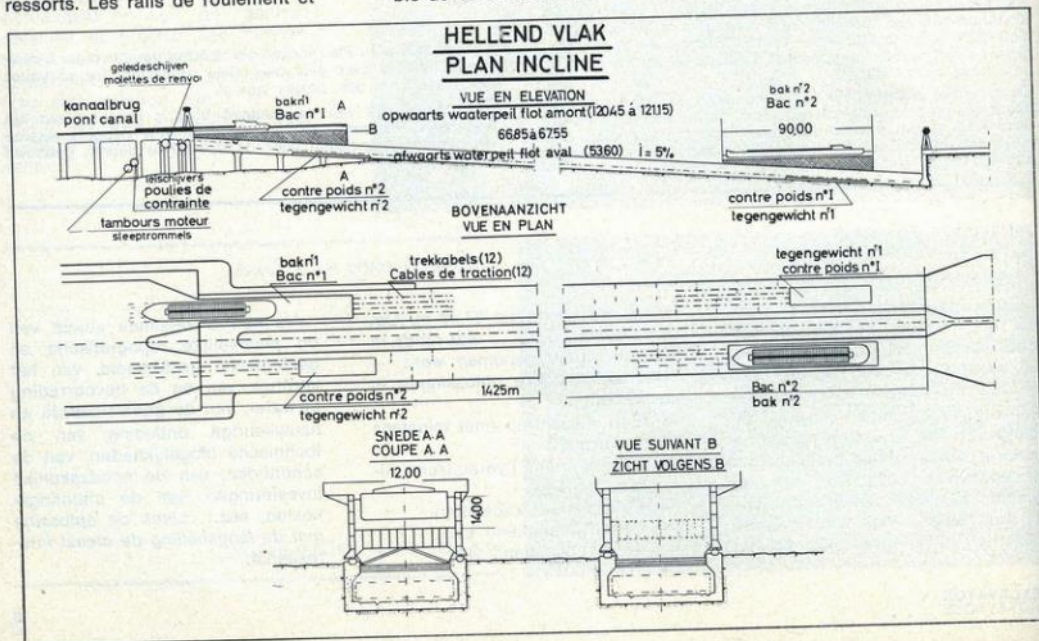
- période de mouvement uniforme 1,20 m. à la seconde.

Le fonctionnement de chacun des bacs est indépendant de celui de l'autre, afin d'assurer, en toutes circonstances, le transit de la navigation avec un seul des deux bacs. Chaque bac pourra transporter soit une péniche de 1350 Tonnes, soit 4 péniches de 350 Tonnes.

Les bateaux passent des biefs dans les bacs et vice-versa, par la manœuvre de portes levantes doubles obturant les extrémités des bacs ; ainsi, les bacs peuvent être mis en communication avec un des biefs ou en être isolés.

A l'amont comme à l'aval du Plan Incliné, le bac sera verrouillé aux massifs de la tête correspondante, notamment pour résister à l'effort de déséquilibre — variant de 60 à 80 Tonnes — qui le sollicite au moment où la communication entre bac et bief s'établit.

Les verrous montés sur excéntriques actionnés par vérins hydrauliques, maintiennent le bac en position de fin de course et compriment les garnitures d'étanchéité.



Het Hellend Vlak : principie en reden van uitvoering

Het principie kan als volgt worden samengevat :

Het Hellend Vlak telt in hoofdzaak twee met water gevulde bakken van 91 m. lang (waarvan 87 m. nuttig te gebruiken) bij 12 m. breedte en een vaarwaterdiepte variërend tussen 3 tot 3,70 m, afhankelijk van de waterstand van het stroomopwaarts kanaalpand. Het totaal gewicht (schip, water en looprollen) kan van 4500 tot 5200 Ton bedragen. Deze bakken hebben metalen wanden, welke door stalen balken met T-profiel zijn verstijfd. Zij verrijden in de langsrichting middels looprolstellen (236 per bak, 70 cm diameter) over rolbanen met een lengte van 1.440 m. en een helling van 5 %.

Voor elke bak is een 4600 Ton wegend, rijdend tegengewicht voorzien, gevormd door twee onderscheiden metalen geraamtes, welke met zwaar beton en gietijzer werden geballast.

Elk tegengewicht rust op 192 looprollen, welke identiek zijn aan deze der bakken. Om de wrijvingsweerstand te verminderen zijn de looprollen niet voorzien van leikragen. Elke balk en elk tegengewicht worden voor en achter door 6 zijrollen gestuurd, welke op veren

zijn bevestigd. De rolbanen en de geleidingen aan de zijde zijn rails van het spoorwegtype (52 kg/m) met een totale lengte van 35 km.

Teneinde het vertrekken, het versnellen, het vertragen en het stoppen schokvrij te laten verlopen, werden voor de stroomvoeding van 6 elektrische motoren van de hijslieren evenveel Ward-Leonard aggregaten met een bekrachtigingsaggregaat voorzien. Het geïnstalleerde vermogen bedraagt 960 kW per lier.

Iedere bak wordt getrokken door 8 staaldraadkabels van 55 mm. dik.

Het inhalen gebeurt door twee sleeptrommels van het « Koepe » type met een diameter van 5,50 m, hetzij een trommel per groep van 4 staaldraden. De staaldraadkabels worden in en uit de machinezaal over leischijven van 5,50 m. diameter naar de sleeptrommels geleid.

In totaal zijn 24.000 m staaldraadkabel nodig.

De rijsnelheden van de bakken liggen als volgt :

- a) vertrekken met een versnelling schommelend tussen 0 en 10 mm/sek²,

- b) vertragen met een vertraging schommelend tussen 10 en 100 mm/sek²,

- c) verrijden aan een eenparige snelheid van 1,20 m/sek.

Iedere bak kan onafhankelijk van de andere werken, om onder alle omstandigheden, desgevallend met een enkele bak, het doorlaten van het scheepvaartverkeer mogelijk te maken. Elke bak kan een lichter van 1350 Ton of vier binnenschepen van elk 350 Ton overbrengen.

De schepen komen uit het kanaal in de bakken of vice-versa via de dubbele hefdeuren, waarmee de bakken vóór en achter zijn afgesloten ; de bakken kunnen zodoende met het kanaal in verbinding worden gesteld of ervan afgezonderd.

Zowel beneden als boven het Hellend Vlak kan de bak worden verankerd met het aanlegblok van het betrokken hoofd, om aan de toestand van onevenwicht — welke 60 tot 80 Ton kan bedragen en die zich voordoet op het ogenblik dat bak en kanaal met elkaar in verbinding gesteld worden — het hoofd te bieden.

Bétonnage du radier d'une des deux trémies de chemin de roulement (pente 5%).

Betonneren van de vloer van één der twee putten van de rolweg (helling 5%).



L'amarrage des bateaux dans les bacs est assuré au moyen d'un dispositif aussi ingénieux que simple à manœuvrer ayant pour but de limiter automatiquement l'effort sur les amarres des bateaux à 1/1000^e du poids des bateaux et, en cas de déplacement des bateaux, pour les ramener à leur position initiale.

Le complexe du Plan Incliné comprend également une centrale hydro-électrique prévue à la tête aval pour récupérer l'énergie de chute (sur une hauteur de 68 m.) de l'eau d'alimentation de l'ensemble du canal passant de l'amont en aval.

L'équipement comprend 2 groupes turbo-alternateurs de 1500 kVA.

L'Administration escompte que la solution avec centrale fera réaliser une économie annuelle des

frais de consommation de l'ordre de 9.000.000 de F, les frais d'investissement supplémentaires étant amortis en 5 ans.

Le poste de commande est situé à la tête amont de l'ouvrage. A partir de ce poste, le préposé exécutera toutes les manœuvres normales du Plan Incliné. Des postes de télévision lui permettront de se rendre compte, à tout moment, de la situation des bateaux.

Tous les organes importants de l'ouvrage sont, bien entendu, prévus pour être actionnés indépendamment.

La durée des cycles de manœuvres est estimée comme suit :

- En cas de navigation équilibrée : 50 minutes (y compris entrée et sortie des bateaux).
- En cas de navigation à sens unique : 40 minutes.

Grâce à l'ensemble des travaux de modernisation du canal Charleroi-Bruxelles en général, et au Plan Incliné de Ronquières en particulier, des unités de 1350 T. pourront joindre Charleroi à Anvers en 26 heures de navigation, là où des bateaux de 300 T mettaient actuellement jusqu'à 52 heures pour effectuer ce même voyage.

Notre Administration n'a pas perdu de vue l'importance économique primordiale d'un réseau de voies navigables moderne et bien outillé. Il semble que les pays qui ont négligé la modernisation et l'adaptation aux exigences actuelles de leur réseau de voies navigables internes se rendent compte maintenant de l'importance de ce moyen de transport qui, à l'âge de la route et du « jet », est loin d'appartenir au passé.

CHAPITRE II

Description des travaux

Le complexe de Ronquières proprement dit s'étend sur une longueur de 6 km. Ce travail a fait l'objet d'études et des mises en adjudication suivantes :

TRAVAUX DE GENIE CIVIL

Les documents d'adjudication ont été établis par l'Administration.

L'adjudication de ces travaux a eu lieu le 5 décembre 1961. Le montant des travaux de génie civil est de 1.033.000.000 F.

La firme adjudicataire est « l'Association Momentanée Ronquières » constituée par :

- C.F.E. s.a. — Compagnie Belge de Chemins de Fer et d'Entreprises (Société gérante)
- SOGETRA s.a. — Société Générale de Travaux

- S.B.B. s.a. — Société Belge des Bétons
- SATERCO s.a. — Société de Terrassements et de Constructions
- SOGEPAR s.a. — Société de Gestion et de Participation
- SOCOL, s.a. — Société de Constructions et d'Entreprises Générales.

LES BACS

Les documents d'adjudication ont été établis par l'Administration. L'adjudication pour les bacs a eu lieu le 14 décembre 1961. Le montant de cette fourniture s'élève à 57.000.000 F.

La firme adjudicataire : La Bruegeise & Nivelles, s.a.

L'EQUIPEMENT ELECTRO-MECANIQUE

Les documents d'adjudication ont été établis en collaboration par l'Administration et une association de bureaux d'études privés. Cette adjudication a eu lieu le 28 septembre 1961. Le montant de cet équipement est de 805.000.000 francs.

La firme adjudicataire est une association momentanée constituée par :

- A.C.E.C. s.a.
- Cockerill-Ougrée s.a.
- Les Ateliers du Thiriau s.a.
- Auxeltra s.a.
- L'Electro-Navale & Industrielle s.a.
- Fabricom s.a.

Les travaux dont nous donnons ci-après la description sommaire ont été entamés le 15 mars 1962.

la 3^{me}
de de

dimension | dimensie
du Plan | van het
Incliné | Hellend
de | Vlak van
RONQUIERES



§ 1. — Travaux de génie civil.

a) *Les terrassements* : l'entreprise comporte :

1) L'extraction de 2.500.000 m³ de déblais rocheux sains et de 1.700.000 m³ de déblais meubles et semi-meubles.

2) La mise en remblais dans les hautes digues à l'amont de l'ouvrage de 2.500.000 m³ de déblais rocheux et de 1.100.000 m³ de déblais meubles.

3) La mise en dépôt de 600.000 m³ de remblais meubles.

Aux hautes digues, la mise en place des remblais extérieurs implique en plus la remise en œuvre de 700.000 m³ de matériaux meubles et celle du corroi d'étanchéité environ 500.000 m³ de limon.

Le total des mouvements de terre s'élève donc à environ 5.400.000 m³.

En ce moment, depuis mai 1962, 4.000.000 de m³ ont déjà été exécutés. Si l'on tient compte de la nature très hétéroclite du sol, de l'hiver long et rigoureux de 1962 à 1963, du fait que tous les produits extraits de la fouille doivent être remontés de l'aval vers l'amont, du mauvais temps dont nous avons été gratifiés en 1963, des profils à réaliser, des problèmes de la main-d'œuvre et des problèmes techniques inhérents à tout matériel, on peut en conclure que les réalisations dans ce secteur de cette vaste entreprise sont dignes de louanges. En effet, il ne faut pas perdre de vue le nombre de travaux connexes à ces terrassements tels que : amenées de produits drainants, stockage et mise en œuvre, pose de drains, canalisations, découpes pour implantations d'ouvrages d'art, création de nouvelles routes, etc...

b) *La tête aval du Plan Incliné* : Il s'agit d'un ouvrage de composition architecturale simple qui comprend essentiellement un mur séparant l'aval du Plan Incliné proprement dit, du bief correspondant et supportant le portique de manœuvre des portes.

c) *Les trémies du Plan Incliné* : Le Plan Incliné comporte deux trémies en béton armé de 1431 m. de long, dans lesquelles sont scellés

les rails de roulement et de guidage des bacs et de leur contrepoids d'équilibrage (4 rails de roulement et 2 rails de guidage) par bac et par contrepoids.

Dans la partie aval du Plan Incliné, les fondations des trémies reposent directement sur le rocher sain mis à nu dans la phase du terrassement.

Ces trémies sont constituées de murs de soutènement solidaires du radier, l'ensemble posant sur la roche par l'intermédiaire d'un massif drainant. Dans la *partie amont*, le Plan Incliné devient aérien et les trémies constituent des poutres continues de 20 m. de portée à sections transversales en U. Les appuis de l'ouvrage aérien sont des portiques simples en béton armé dont chaque colonne pose sur un puits de grand diamètre.

d) *La tête amont du Plan Incliné* : Vaste ossature en béton armé, la tête amont assure la jonction entre le Plan Incliné et le bief amont du canal, dirigé vers Charleroi. Elle repose sur 54 puits de 12 m. de longueur en moyenne et de 2 ou 3 m. de diamètre intérieur. IL S'AGIT ICI DU CŒUR DE L'OUVRAGE.

En effet, la tête amont contient tout l'équipement électro-mécanique de commande et de contrôle des mouvements des bacs, les installations d'entretien et de réparation de cet équipement, les installations de dispatching du canal Bruxelles-Charleroi. Au-dessus du niveau de la flottaison, elle comporte les portiques de manœuvre des portes des bacs et du bief ; de plus, 2 portes de garde, à baisser en cas de danger ou d'avarie aux portes du bief, sont situées à 2,50 m. en amont de ces dernières.

C'est ici que se dresse déjà à l'heure actuelle une tour de 160 m. de haut, dont nous traiterons exclusivement dans le titre II du présent article.

e) *Pont canal* : Celui-ci est situé en amont du Plan Incliné et constitue le port d'attente du Plan Incliné, côté Charleroi. De ce fait, ses dimensions sont largement conçues en vue de faciliter les manœuvres des bateaux. Sa longueur est de 290 m. et sa largeur est de 59 mètres.

Son ossature comporte une poutre caisson en béton armé appuyée tous les 20 m. sur des rangées de 5 colonnes circulaires de 2 m. de diamètre et de près de 20 m. de haut.

Ces colonnes posent chacune sur un puits de 2700 Tonnes de charge utile, prenant appui dans le rocher sain.

Le périmètre mouillé du canal est revêtu d'une chape d'étanchéité composée d'un mortier à base de résine EPOXY.

De nombreuses mesures ont été prises pour pallier les conséquences du gel.

f) *Les hauts remblais* (25 à 30 m. de haut). Leur conception est fonction de la nature des déblais extraits au droit du Plan Incliné et de la nature du sol de fondation. En effet, ce sol est composé d'une épaisse couche de limon, contenant une nappe aquifère très proche de la surface du sol.

La partie supérieure de cette couche, de qualité extrêmement médiocre, a été enlevée aux scrapers tractés et à la dragline, préalablement à la constitution des digues.

Une coupe transversale des hauts remblais révèle essentiellement à partir du niveau des fondations :

- un drain inférieur empêchant la remontée des éléments fins du terrain en place dans les remblais tout en assurant sa fonction principale d'assèchement,
- un corps en enrochement compactés,
- un drain supérieur posé sur les enrochements compactés,
- les collecteurs latéraux des eaux de drainage,
- le corroi assurant l'étanchéité de la cunette constitué à partir des limons trouvés parmi les déblais meubles et posé sur le drain supérieur,
- les revêtements des berges,
- les revêtements en terre arable des talus extérieurs des enrochements,
- tout un système visitable d'évacuation des eaux d'infiltration recueillies par les drains.

THEW LORAIN

ROBUSTESSE RENDEMENT RAPIDITÉ

La machine américaine la plus vendue en Belgique



Nouvelle Moto Crane LORAIN MC325 fournie en octobre 1963 à l'« ASSOCIATION MOMENTANEE RONQUIERES »
et travaillant au Plan Incliné de Ronquières.

PELLES MECANQUES et GRUES LORAIN sur chenilles et sur pneus - 350 l à 2 m³ - 7 à 100 Tons



ALMACOA

SOCIÉTÉ ANONYME

717^A, chaussée de Waterloo

Tél. 43.25.15

- BRUXELLES -

Tél. 43.23.45

§ 2. — Autres travaux.

En décrivant le principe de fonctionnement du Plan Incliné, nous avons mentionné ces autres travaux. Bien que tout aussi importants dans l'ensemble que les travaux de génie civil, nous devons

nous limiter ici à les récapituler pour mémoire.

Il s'agit donc :

1°) Des bacs, des contrepoids et des chemins de roulement.

2°) Des équipements mécaniques :

- traction,
- treuils,
- verrouillage des bacs,
- amarrage des bateaux dans les bacs,
- centrale hydro-électrique.
- 3°) Des équipements électriques.

TITRE II

La Tour de Ronquières son but dans le complexe - sa description

S. A. R. le Prince Albert visitant les chantiers en compagnie de M. Georges Bohy, Ministre des Travaux Publics, du Secrétaire Général du Ministère des Travaux Publics et de différentes personnalités de l'Administration et de « l'Association Ronquières ».

(photo Coolens)

Z. K. H. Prins Albert bezoekt de werven in gezelschap van de Heer G. Bohy, Minister van Openbare Werken, van de Secretaris-Generaal bij het Ministerie van Openbare Werken en van verschillende personnalités van de Administratie en de « Association Ronquières ».

(foto Coolens)



RUSTON-BUCYRUS 19 RB 22 RB



les plus appréciées

Dans le monde entier, les RUSTON-BUCYRUS 19 R-B et 22 R-B sont les plus utilisées dans leur classe.

Elles dominent incontestablement le marché :

- le prix de production qu'elles assurent est le plus réduit.
- elles sont nées d'une expérience longue et fructueuse.
- leur robuste construction mécanique est de conception moderne et sans complication inutile.
- elles battent tous les records de longévité.
- leur conduite est souple et précise.
- chaque équipement particulier est exactement approprié à la tâche à accomplir.

Ce n'est pas sans raison qu'en Belgique et dans le Grand-Duché de Luxembourg des centaines d'industriels et d'entrepreneurs adoptent



TRECO
TRACTOR & EQUIPMENT COMPANY S.A.

OFFRE, DANS SA SPÉCIALITÉ,
LE MEILLEUR SERVICE DU PAYS.
ch. de Bruxelles, OVERIJSE - tél.: 02/57.76.10

But et description de la Tour

De ce qui précède, le lecteur peut apprécier que le Plan Incliné de Ronquières est une des entreprises actuellement en cours dans le monde qui intéresse au plus haut point, aussi bien les spécialistes en matière de transport qu'en matière de génie civil, et ce, pour les différentes branches d'activités que nous avons décrites.

Ceci est tellement vrai que depuis le mois de mai 1962, on a enregistré officiellement à Ronquières le passage de personnalités administratives et d'ingénieurs spécialisés venant de 48 pays différents.

Plus de 4000 personnes, professeurs d'universités, étudiants, financiers, géologues, entrepreneurs, transporteurs, etc... sont passés par la salle de conférences prévue par l'Administration sur le chantier même de Ronquières.

Des milliers d'autres personnes sont déjà venues « se promener » pour « voir ».

Alors que les travaux sont encore loin d'être terminés, Ronquières est déjà devenu, à juste titre, un but de déplacement.

Si l'on s'intéresse déjà maintenant à voir Ronquières, on aimera surtout — plus tard — observer le Plan Incliné en fonctionnement.

Le complexe s'étend sur 6 kilomètres. Il n'y a à cet endroit aucun point de vue.

En se mettant au niveau des ouvrages, il est impossible de voir l'ensemble du Plan Incliné et de se faire une idée de son fonctionnement.

Très heureusement, les auteurs du projet ont songé à créer une tour dans la tête amont, d'où le visiteur pourra embrasser du regard un panorama portant, par temps clair, sur des dizaines de kilomètres. Un ascenseur rapide amènera les visiteurs à la plateforme d'observation.

Un ouvrage pareil attirera des milliers de visiteurs par an. Ronquières deviendra un but d'excursion, exactement comme aux Etats-Unis, par exemple, où l'on va visiter le Hoover Dam. Là, tout est prévu pour les visiteurs : ascenseurs, points de vue, visites guidées, etc...

Le Plan Incliné contribuera certainement, en plus de son intérêt économique propre, à accroître l'intérêt touristique de toute une région.

La Tour de Ronquières qui part à la cote ($\pm 87,50$), mesure 160 m. à partir de sa fondation (très exactement 159,10 m.). Sur ces 160 m., 150 m. sont situés au-dessus du niveau du sol. La hauteur au-dessus du plan de flottaison du pont canal est de 125 m.

La paroi nord de la Tour (côté Bruxelles) est verticale. La paroi sud est partiellement oblique. Les dimensions en plan sont :

- pour la partie inférieure prismatique : 20 m. $\times$ 10 m., et ceci, sur une hauteur de 35,40 m. ;
- au sommet de la Tour, la section est de 10 m. $\times$ 10 m.

Elle a le grand avantage de conférer au complexe de Ronquières le caractère architectural et l'envergure qui s'imposent. La Tour donne une troisième dimension à l'ouvrage et le dégage de la nature environnante.

La Tour abrite jusqu'au niveau du poste de commande, soit sur près du tiers de sa hauteur, le cerveau du Plan Incliné, et, il n'est pas exclu qu'en dehors de son but touristique, elle vienne bien à point pour les télécommunications, télévision, radio-phares, météorologie, relais, etc...

Les faces extérieures de la tête amont, sous le niveau du plafond du pont canal, sont revêtues de plaques de petit granit de la région sauf celles de la Tour qui sont en béton soigneusement lissé.

RONQUIERES • DRAGLINE MOD. 655



P&H

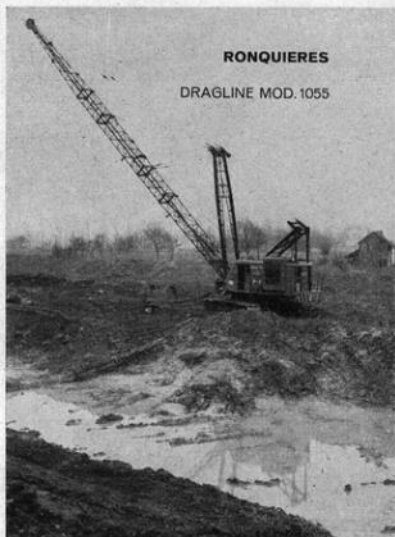
- EXCAVATRICES SUR CHENILLES :
400 à 7.000 LITRES
- GRUES SUR CAMION :
10 à 90 TONNES
- EQUIPEMENT :
GRUE, GRAPPIN, DRAGLINE, RETRO,
PELLE EN BUTTE



matermaco

Chaussée de Louvain, 710-714, BRUXELLES 3 — Tél. (02) 33.97.80

RONQUIERES
DRAGLINE MOD. 1055



Les fondations de la Tour

Avant de décrire en détails la méthode choisie pour la construction de la Tour proprement dite et la raison du choix de cette méthode, nous croyons utile de résumer dans les paragraphes qui suivent :

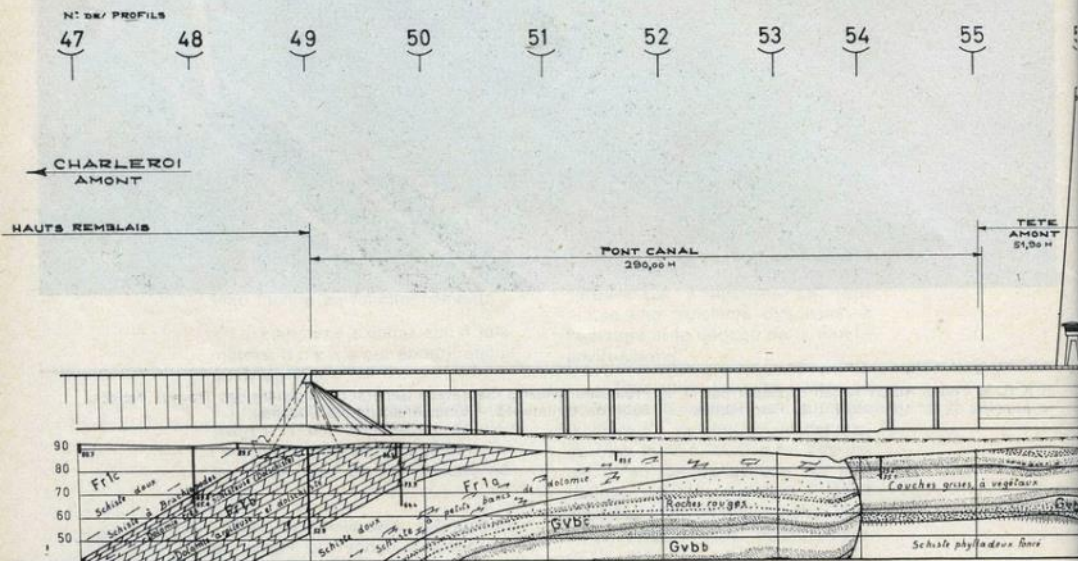
- 1°) Les caractéristiques du sol.
- 2°) Les terrassements et l'excavation.
- 3°) L'implantation des puits dans la tête amont.
- 4°) La construction de la semelle de la Tour.

§ 1. — Les caractéristiques du sol.

Pour certains ouvrages, le maître de l'œuvre peut choisir leur emplacement. Quand il s'agit par contre de la rectification du tracé d'un canal au gabarit de 1350 Tonnes, il n'y a pas grand choix quant à l'emplacement de l'implantation.

Le sol et le sous-sol des vallées de la Samme, de la Sennette et de la Senne et de leurs contreforts entre Seneffe et Clabecq, que le tracé de l'ancien canal de 300 Tonnes suivait plus ou moins, est hétéroclite.

L'auscultation détaillée du sous-sol au droit de la tête amont, dont fait partie la Tour, met en lumière l'existence dans le massif rocheux de zones locales décomposées, disséminées tant en plan qu'en profondeur. Il ne pouvait plus être question de fondations directes et on eut recours à des puits de grand diamètre. La coupe géologique prise dans l'axe du Plan Incliné montre que l'on se trouve au sommet d'un anticlinal au droit de la tête amont et que la roche définitivement saine, le schiste silurien, se trouve à très grande profondeur.



Amont - Opwaarts — Hauts remblais - Ophogingen — Pont canal - Kanaalbrug — Tête amont - Bovenhoofd — Schiste doux - Zachte leisteen — Schistes à brachiopodes - Schelpachtige leisteen — Dolomie très schisteuse - Leichtgedolomiet — Schiste à petits bancs de dolomie - Leisteen met onbelangrijke dolomie-afzettingen — Roches rouges - Vuursteen — Couches grises à végétaux - Grijze teelgrond — Schiste phylladeux foncé - Donkere dakleiste.

De funderingen van de Toren

Vooraleer in detail de methode te beschrijven, welke voor de constructie van de Toren werd aangenomen, en de reden te verklaren waarom deze werd gekozen, menen wij goed te doen in de volgende paragrafen in het kort het volgende aan te halen :

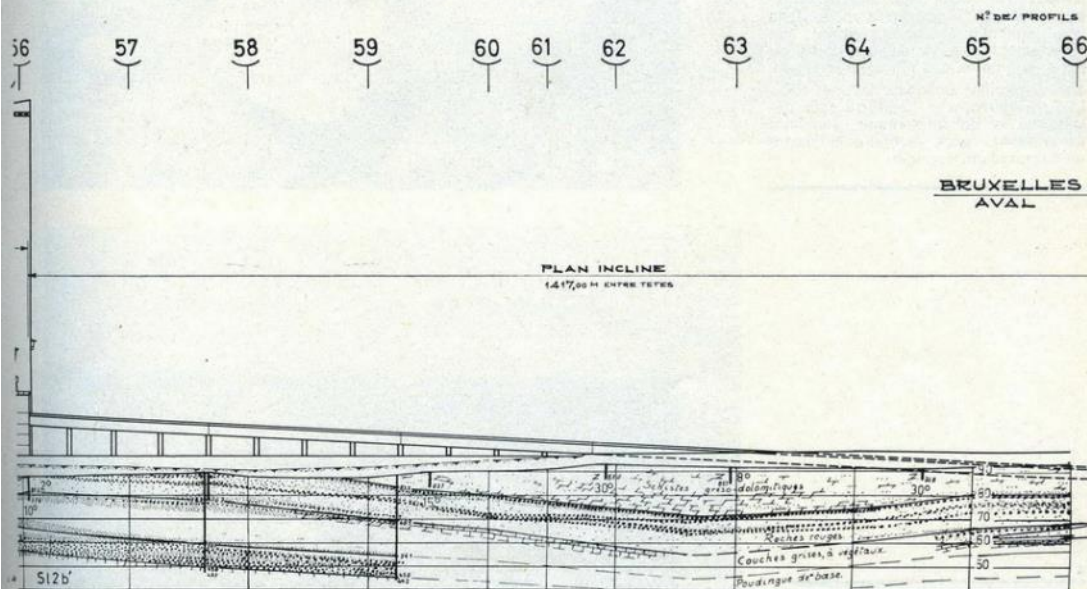
- 1°) De kenmerken van de grond.
- 2°) De grondwerken en het uitgraven.
- 3°) De schikking der funderingsputten in het bovenhoofd.
- 4°) De constructie van de grondplaat voor de Toren.

§ 1. — De kenmerken van de grond.

Voor bepaalde kunstwerken kan de bouwmeester vrij de plaats kiezen. Als het nochtans gaat om het rechtekken van een gedeelte van een kanaal, bevaarbaar door schepen van 1350 Ton, is de keus zeer beperkt voor wat de plaats van het oprichten betreft.

Tussen Seneffe en Clabecq volgde het vroegere kanaal voor 300 Ton min of meer de valleien van de Samme, de Sennette en de Zenne met bijriviertjes ; de grond en de ondergrond is er echter heterocliet.

Een nauwkeurig onderzoek van de ondergrond rechteop het bovenhoofd, waarvan de toren deel uitmaakt, deed de aanwezigheid blijken in het rotsmassief van plaatselijke ontaarde zones, zowel in de diepte als in de breedte verspreid. Er kon derhalve niet langer sprake zijn van directe fundering en men nam zijn toevlucht tot funderingsputten van grote diameter. Het aardkundig profiel genomen in de as van het Hellend Vlak toont dat men zich hier op de top van een anticlinale, rechteop het bovenhoofd, bevindt en dat de volstrekt vaste rots, silurische leisteen, slechts op zeer grote diepte aangetroffen wordt.



Aval - Afwaarts — Plan Incliné - Hellend Vlak — Schistes gresio-dolomitiques - Schilferachtige zandsteen en dolomiet — Roches rouges - Vuursteen — Couches grises à végétaux - Grijze teelgrond - Poudingue de base - Onderste poddingsteen.

§ 2. — Les terrassements. L'excavation.

L'excavation de la tête amont, à l'exclusion des puits dont nous parlerons plus loin, s'élève à 30.000 m³. La nature hétéroclite du sol a exigé l'emploi d'engins de terrassement différents.

Un Bulldozer Caterpillar D9 avec ripper lourd Kelley (voir photo n° 3) a morcelé les bancs rocheux, soit directement, soit après tir d'ébranlement préalable. Les déblais ainsi scarifiés ainsi que les déblais meubles ont été chargés par Traxcavators, draglines et grues à grappin, assistés par un Bulldozer D6 (voir photos n°s 4 et 5).

En mars 1963, les parois de la fondation furent gunitées (voir photo n° 6) afin de se prémunir contre les éboulements possibles.

3

Un bulldozer Caterpillar D9 avec ripper géant KELLEY a scarifié la roche dans les fondations de la tête amont, soit directement pour la majeure partie du cube, soit après des tirs d'ébranlement. Een Caterpillar Bulldozer D9 met KELLEY reuzeopbreker heeft de rots gescheurd in de funderingen voor het bovenhoofd, hetzij rechtstreeks, hetzij na voorafgaand springen.



4

Un Traxcavator 955H occupé aux travaux de terrassement dans le secteur de la tête amont.

Een Traxcavator 955H ingezet bij de grondwerken in de zone van het bovenhoofd.



§ 2. — De grondwerken. Het uitgraven.

Het volume dat voor het bovenhoofd, met uitsluiting van de funderingsputten, waarover wij verder spreken, moet worden uitgegraven bedraagt 30.000 m³. Wegens de heterocliete aard van de grond

moesten diverse grondverzetmachines worden ingezet.

Een Caterpillar D9 traktor met zware opbrekertand (zie foto 3) scheurde de rotsbedden, hetzij rechtstreeks, hetzij na voorafgaand springen. Het opgebroken materiaal met de losse grond werd door

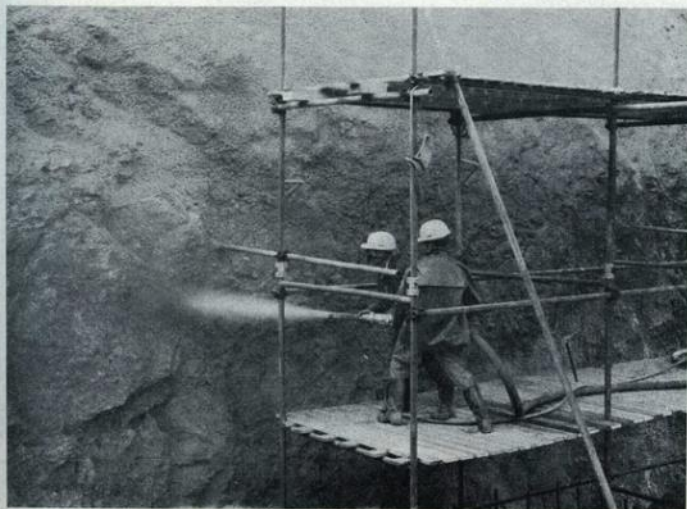
Traxcavators, draglines of grijperkranen, bijgestaan door een D6 traktor (zie foto's 4 en 5), opgeladen.

In maart 1963 werden de wanden van de fundatiesleuf guncementeerd (zie foto 6) om eventuele verzakkingen te voorkomen.

5

Grue à grappin 22-RB dans la fondation de la tête amont. Notez le trafic de scrapers et de camions sur la piste allant de la fouille (tête aval) vers les hauts remblais situés au sud de la tête amont. Cette piste est située à l'Est de la tête amont.

Een 22-RB grijperkraan in de funderingsput van het bovenhoofd. Bemerkt het verkeer van scrapers en vrachtwagens op de rijweg vanaf de bouwput (benedenhoofd) naar de ophogingen te'n zuiden van het bovenhoofd. Deze rijweg ligt oostwaarts van het bovenhoofd.



6

Gunitage des parois de la fondation de la tête amont.

Guncementeren van de fundatiemuren van het bovenhoofd.

§ 3. — Les puits.

A) Caractéristiques des puits.

Au § 1 ci-dessus, nous avons vu qu'il était impossible d'appuyer la tête amont et partant de là, la Tour sur un radier en fondation directe.

Il a donc fallu chercher la roche saine là où elle se trouvait. Pour ce faire, 54 puits furent creusés sous la tête amont, qui couvre une surface de 71,80 m. × 51,90 m. :

- 32 de ces puits sont creusés à l'aide de cintres métalliques de 2 m. de diamètre intérieur ;
- les 22 autres le sont avec des cintres de 2,75 m. de diamètre.

Leur charge utile atteint respectivement 1900 Tonnes et 4000 Tonnes.

Les puits sont arasés à la cote (+ 85) et reliés à ce niveau par une poutraison extrêmement puissante qui répartit entre les puits les efforts horizontaux très importants auxquels la tête amont est soumise.

Après une campagne très fouillée de reconnaissance géologique, les essais quantitatifs de résistance du sous-sol et la détermination du niveau d'assise des puits de fondation ont été faits par M. l'Ingénieur Conseil Ménard de Paris, à l'aide du PRESSIOMETRE, appareil de mesure in-situ dont il est l'inventeur (voir photo n° 7).

La Tour porte sur 8 puits de grand diamètre d'environ 17 m. de profondeur, dont la section est dimensionnée pour une charge utile de 4000 Tonnes.

Ces puits ont nécessité la mise en œuvre de $\pm 1400 \text{ m}^3$ de béton.

B) Exécution des puits:

1) Creusement des puits.

Les 54 puits furent creusés à la main, avec l'aide d'outils pneumatiques et parfois d'explosifs. Les déblais étaient chargés dans des bennes, remontées à la surface au moyen de petits derricks.

Sur la photo n° 8 on voit 6 de ces petites grues en action, remontant à la surface les déblais. Ceux-ci, comme on le voit sur cette même photo, sont versés sur le terre-plein de la fondation et évacués au moyen d'un Traxcavator chargeant sur camions de 5 à 6 Tonnes.

Suivant leur nature, ces matériaux vont en dépôt ou sont mis en œuvre en remblais utiles.

Pour apprécier, dans le temps, le rythme d'avancement des travaux, signalons au passage que cette photo fut prise durant la première quinzaine du mois de juin 1963.



Tout le terrain situé sous la tête amont a fait l'objet d'une prospection minutieuse ayant pour but de déterminer les caractéristiques à donner aux puits des supports en béton. Le programme d'inspection prévoit la perforation d'environ 300 trous, chacun de 40 mètres de profondeur. Ces perforations sont faites au moyen d'un appareil de perforation Atlas Copco type OD avec perforatrice BBE 51 à rotation renforcée. On voit sur la photo un des membres de l'équipe française de prospecteurs lisant les résultats d'un essai de pression au sol au moyen du pressiometer MENARD.

7

Heel het terrein beneden het opwaartse hoofd was het voorwerp van een zorgvuldig bodemonderzoek met het oog op het bepalen der eigenschappen vereist voor de funderingsputten in beton. Het onderzoeksprogramma voorziet het boren van ongeveer 300 gaten, elk 40 m diep. Deze boringen worden uitgevoerd met een boortoestel Atlas Copco type OD met boor BBE 51 aan verhoogde draaisnelheid. Op de foto ziet men een der leden van de Franse groep onderzoekers de resultaten opnemen van een drukkingsproef op de grond bij middel van de pressiometer MENARD.

§ 3. — De funderingsputten.

A) Kenmerken der putten.

In § 1 hiervóór hebben wij gezien dat het onmogelijk was het bovenhoofd, en derhalve ook de toren, rechtstreeks op te trekken op het fundatieblok.

Men moest de vaste rots zoeken waar ze te vinden was. Hiertoe werden 54 funderingsputten gegraven onder het bovenhoofd over een oppervlakte van 71,80 m × 51,90 m :

- 32 hiervan werden gegraven met metalen bogen van 2 m inwendige diameter ;
- de 22 andere werden gegraven met bogen van 2,75 m.

Hun nuttige draagkracht is respectievelijk 1900 Ton en 4000 Ton.

De putten zijn aangebracht op peil (+ 85) en onderling door een

uiterst sterk balkvakwerk verbonden, dat de zeer belangrijke horizontale krachten, welke op het bovenhoofd aangrijpen, over de verschillende putten verdeelt.

Na een zeer grondige geologische verkenning werden de kwantitatieve bepalingen van de weerstand van de ondergrond en het vastleggen van het peil voor het grondvlak van de funderingsputten gedaan door de heer Ingenieur Menard, raadgevend ingenieur te Parijs met behulp van de PRESSIOMETER, een meetinstrument voor navorsing ter plaatse, dat hijzelf heeft uitgevonden (zie foto 7).

De Toren rust op 8 putten van grote diameter, ongeveer 17 m diep, en waarvan de doorsnede berekend is op een nuttig draagvermogen van 4000 Ton.

De bouw van deze putten vergde ongeveer 1400 m³ beton.

B) De uitvoering der putten.

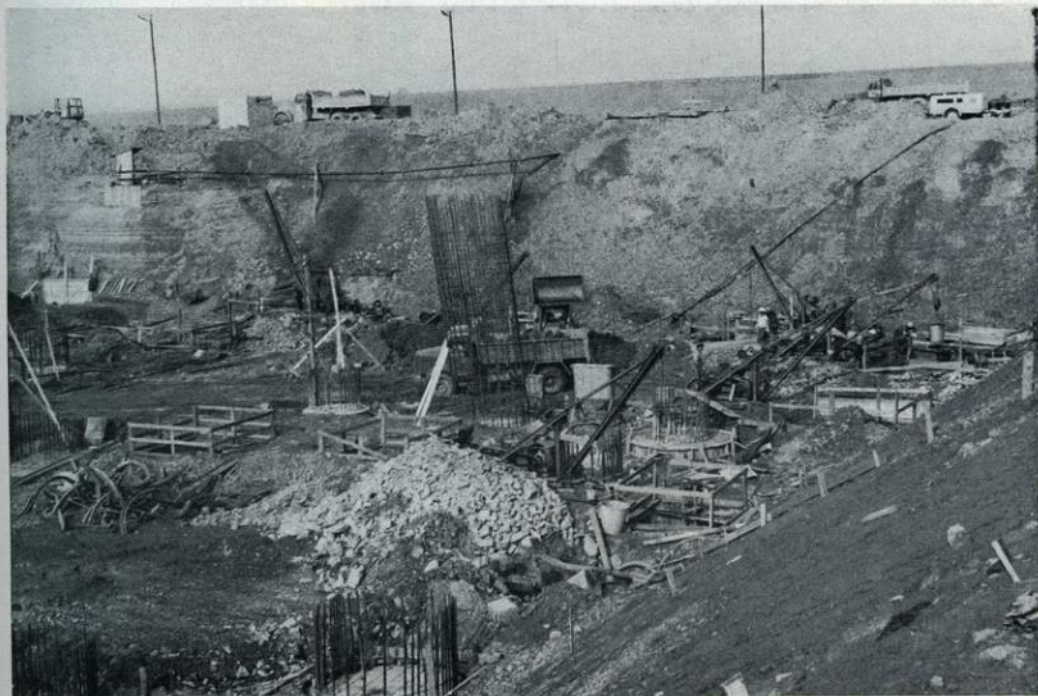
1) Het graven.

De 54 putten werden met de hand met behulp van pneumatisch materieel gegraven, soms werden ook springstoffen aangewend. Het puin werd in kleine bakken geladen en met behulp van kleine derrick's aan de oppervlakte gebracht.

Op foto 8 bemerkt men 6 van deze kleine kranen, welke graafmateriaal naar boven brengen. Zoals men op dezelfde foto kan bemerken wordt dit puin op de volle grond van de fundering gestort en met een Traxcavator op vrachtwagens van 5 à 6 Ton geladen en weggebracht.

Naargelang hun eigenschappen worden deze materialen ergens opgeslagen ofwel opnieuw aangewend als aanvulmateriaal.

Om naderhand een beter begrip te hebben van het vorderingstempo kunnen wij terloops vermelden dat deze foto genomen werd in de eerste helft van juni 1963.



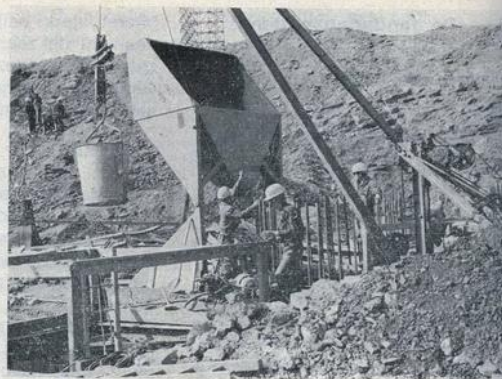
Fondation de la tête amont : Creusement des puits.

Fundering van het bovenhoofd : het graven der putten.



9

Bétonnage des puits. - Remplissage d'une benne Hydro-Kuli. Het betonneren der funderingsputten. - Een Hydro-Kuli bak wordt gevuld.



1

Benne Hydro-Kuli en position de déversement. De Hydro-Kuli bak in stortstand.

2) Bétonnage des puits.

11

Le creusement des puits blindés terminé, ils sont remplis de béton en déblindant progressivement de façon à assurer un contact parfait du béton à la roche.

La base des puits ne comprend pas d'armatures. Seule la partie supérieure est armée en fonction des sollicitations.

Le béton est préparé à la centrale située tout près de l'ouvrage et est amené par camions avec benne de $\pm 3 \text{ m}^3$. Du camion, le béton est déversé dans la benne d'un HYDRO-KULI que l'on voit à la photo n° 9.

Des vérins hydrauliques soulèvent cette benne et le béton passe alors dans la trémie incorporée qui, au cours du relevage, est elle-même passée dans la position verticale. Sur la photo n° 10 on aperçoit l'Hydro-Kuli en position basculée. Un bétonneur s'apprête à ouvrir la porte de la trémie. Le béton coule alors dans le puits au travers d'une goulotte que l'on voit sur la photo n° 11. L'homme dans le fond, oriente le flot de béton qui sera vibré et remonté au niveau (+ 85).

Les puits une fois terminés, les alentours sont soigneusement nettoyés comme l'illustre la photo n° 12, prise au cours de la première semaine de juillet 1963.

Une vue de détail du niveau supérieur des puits fait l'objet de la photo n° 13.



Mise en œuvre du béton dans un puits.

Het storten van beton in een funderingsput.

sur chenilles larges (520 mm. !)
ou sur pneus
stabilité inégalée...



Puissantes au travail
grâce à leur double
circuit hydraulique *
2 pompes commandées
par engrenages *
3 mouvements simultanés *
possibles *

Grappins qui « mordent »
dans le sol pierreux *
Retros qui « arrachent »
dans le schiste...
sont un aperçu des
multiples outils de
travail que peuvent
recevoir les LIEBHERR,
grues et pelles excavatrices
Universelles



Extra-Longue Portée
Étonnante Profondeur
utile
Vitesse et Robustesse...
tels sont les Avantages
record de votre prochaine
pelle hydraulique
une LIEBHERR !

Sommet de quatre des huit puits de la semelle de la Tour.
Bovendeel van vier van de acht funderingsputten voor de grondplaat van de Toren.

§ 4. — La semelle de la Tour.

Celle-ci, de forme rectangulaire, repose sur les huit puits dont question au § 3.

Les puits sont répartis en deux files parallèles écartées de 12,50 m. L'entredistance des puits d'une file est de l'ordre de 5,20 m. Une file de puits est visible sur la photo n° 14.

Le coffrage préfabriqué de la semelle, fut rapidement monté, une fois le béton de propreté coulé entre les têtes des puits. La mise en place des éléments de ce coffrage — partiellement au moyen d'une grue tour — fait l'objet de la photo n° 15. Les photos n° 16 et 17 prises à peu de jours d'intervalle, au courant du mois de juin 1963, permettent de se rendre compte de l'importance de l'armature de la semelle de la Tour (143 Tonnes d'acier) et du rythme rapide d'avancement de ce travail, dont une vue de détail est donnée à la photo n° 18.

La semelle a une épaisseur de 2,50 m. [c.à.d. du niveau (+ 85,00) au niveau (+ 87,50)] et a nécessité 968 m³ de béton mis en place par la grue tour mobile opérant depuis le fond de la tranchée de fondation.

Mise en place des éléments de coffrage de la semelle au moyen d'une grue tour.

Plaatsen van bekistingselementen voor de grondplaat met een torenkraan.



Construction de la Tour proprement dite

L'exécution de la Tour de Ronquière peut, sans aucune exagération, être considérée comme une des grandes étapes dans l'histoire du progrès en matière de génie civil en Belgique.

Ce fait vaut d'être acté et décrit.

En effet, il n'a fallu que 33 jours de bétonnage pour dresser une tour de 159,10 m., dont une face est oblique sur une partie de sa hauteur et dont l'épaisseur des parois décroît au fur et à mesure qu'elle s'élève en hauteur.

Ce résultat est dû :

- 1) à la méthode de travail adoptée,
- 2) à l'organisation du chantier,
- 3) à l'esprit de l'Administration qui a admis la méthode de travail et les adaptations du projet de base qu'elle nécessitait.

§ 1. — Le système de coffrage glissant adopté à Ronquière.

Un ouvrage en béton armé de l'importance de la Tour de Ronquière devait se faire au moyen de coffrages glissants. Cependant, avant tout démarrage, l'Association à qui sont confiés les travaux du Plan Incliné, a voulu s'assurer que le système choisi permettrait de résoudre parfaitement les problèmes suivants :

1°) *Forme de la Tour. — Epaisseur des parois.*

La face Nord de la Tour est verticale du bas jusqu'au sommet. La face Sud est verticale jusqu'à ± 35 m. A partir de ce niveau jusqu'au sommet, elle est inclinée. Par conséquent, les parois Est et Ouest vont en diminuant de largeur au fur et à mesure que l'on se rapproche du sommet. Jusqu'à 80 m., les parois ont 49 cm. d'épaisseur. De 80 à 118 m., elles ont 40 cm. d'épaisseur. De 118 m. au sommet, elles ont 31 cm. d'épaisseur.

Le choix a porté sur le système permettant de réaliser, sans complications, les modifications à apporter aux coffrages par suite de l'épaisseur décroissante des parois et de l'obliquité de la face Sud de la Tour.

2°) *Montage progressif des escaliers.*

L'accès de la main-d'œuvre aux plates-formes de travail du coffrage glissant aurait posé un problème très délicat, quand on considère la hauteur de la Tour. Le choix a

porté sur le système disposant d'une plate-forme permettant le montage immédiat et définitif des escaliers et, de ce fait, l'accès de la main-d'œuvre aux plates-formes de travail.

3°) *Acheminement des matériaux.*

Etant donné que le centre de la Tour peut rester creux ou partiellement creux pendant les travaux, il semble plus logique et plus sûr d'acheminer les matériaux par le centre plutôt que par l'extérieur.

Il faut, en tout cas, aménager le moins possible d'épaves dans le béton extérieur, éviter de griffer ou de salir les parois extérieures dont l'aspect lisse, après talochage est une des conditions du cahier des charges.

Le choix a porté sur le système disposant d'une plate-forme permettant d'adapter les dispositifs de levage pour le béton et les armatures.

4°) *Les planchers intermédiaires à l'intérieur de la Tour.*

Il y a 15 planchers, en paliers, qui servent également comme raidisseurs de la Tour.

Le choix a porté sur le système permettant de supporter et de manœuvrer les coffrages utilisés à la fabrication de ces paliers.

5°) *Sécurité du personnel. — Facilité pour le placement des armatures et la coulée du béton. — Verticalité de l'opération de glissement. — Simplicité de marche.*

Tous les éléments pouvant contribuer à répondre aux impératifs ci-dessus jouent un grand rôle.

Le choix a porté sur le système donnant le maximum de garanties à ce sujet et limitant au minimum les périodes de chômage.

En prenant en considération toutes les exigences auxquelles le système de coffrage glissant devait répondre, l'Association a opté pour le système SIEMCRETE « IN ».

§ 2. — Les parois de la Tour et de la cage d'ascenseur.

C'est en 1958 que la « SIEMENS-BAU UNION » mit au point le SIEMCRETE « IN » (*) pour la réalisation d'ouvrages en béton armé ou non, présentant des épaisseurs de murs comprises entre 12 cm. et 50 cm.

Dans ce paragraphe, nous traitons :

- des tubes d'ascension,
- des mandrins pour les tubes d'ascension,
- des dispositifs de levage,
- du système hydraulique de levage-Pompe,
- des étriers métalliques,
- des plates-formes mobiles de travail,
- du béton,
- des variations d'épaisseur des parois et de l'obliquité de la paroi Sud,
- des modifications de coffrage
- du détail de l'avancement du bétonnage de la Tour,
- de l'amenée à pied d'œuvre du béton et des aciers.

N.B. (*) Par opposition au SIEMCRETE « EX » caractérisé par des éléments porteurs extérieurs au mur construit, ancrés temporairement dans ce mur.

**Schéma du coffrage glissant
SIEMCRETE « IN ».**

Dispositifs pour
l'amenée du béton.

**Schema van de SIEMCRETE « IN »
glijdende bekisting.**

Inrichting voor
aanvoeren van beton.

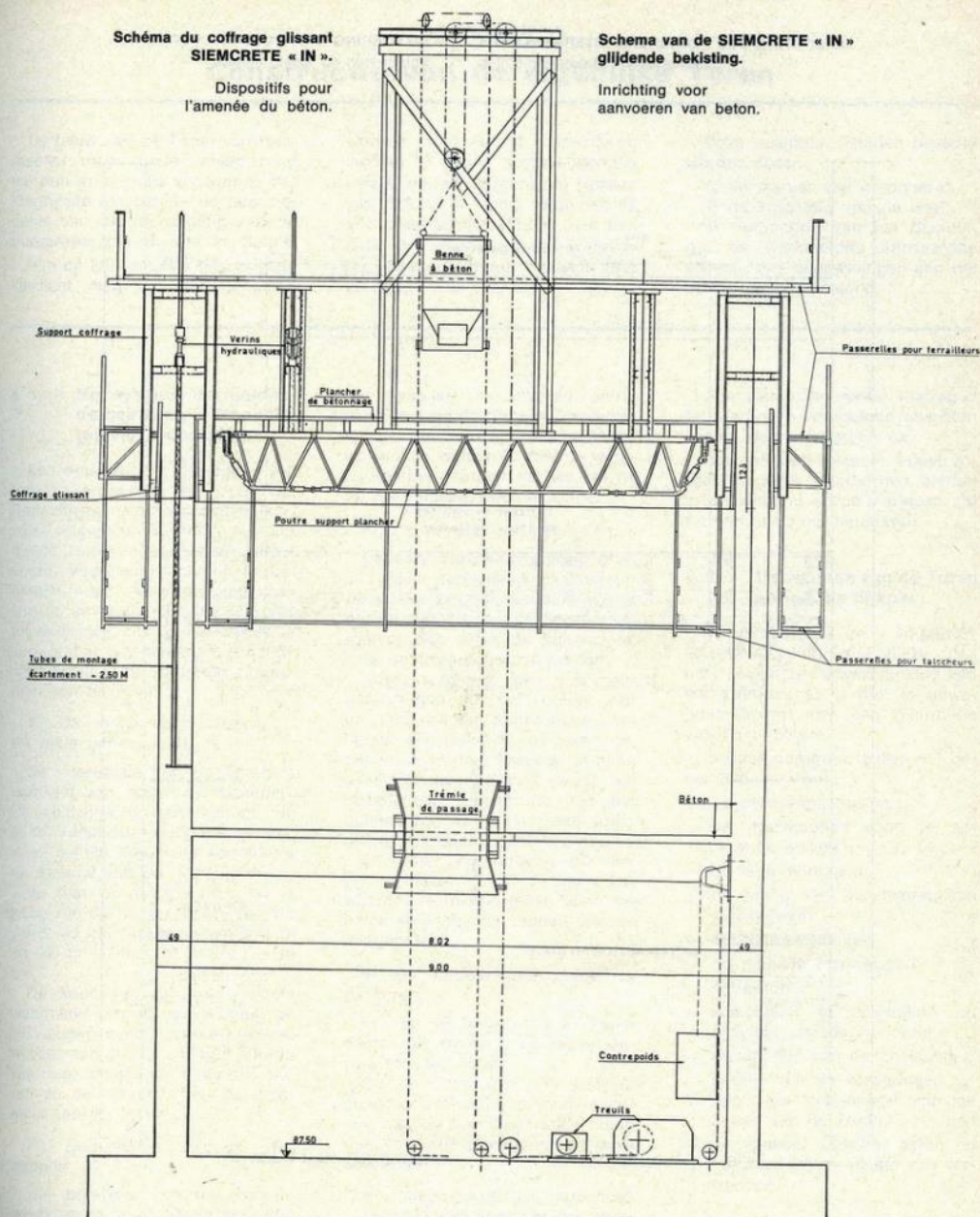


FIG. I. — (voir texte page 40).

FIG. I. — (zie tekst blz. 40).

Benne à béton - Betonbak — Support coffrage - Stempel van bekisting — Vérins hydrauliques - Hydraulische vizels — Plancher de bétonnage - Betoneervloer — Passerelles pour ferrailleurs - Steigers voor ijzervlechters — Coffrage glissant - Glijdende bekisting — Poutre support plancher - Draagbalk van vloer — Tubes de montage écartement 2,50 m - Montagebuizen, onderlinge afstand, 2,50 m — Passerelles pour talochers - Steigers voor het strijken — Trémie de passage - Doorgangtrechter — Béton - Beton — Contrepoids - Tegengewicht — Treuils - Lieren.

EXECUTION DES PLANCHERS INTERMEDIAIRES.

Bétonnage sur plateaux mobiles.

UITVOERING VAN TUSSENVLOEREN.

Betonneren op losse bladen.

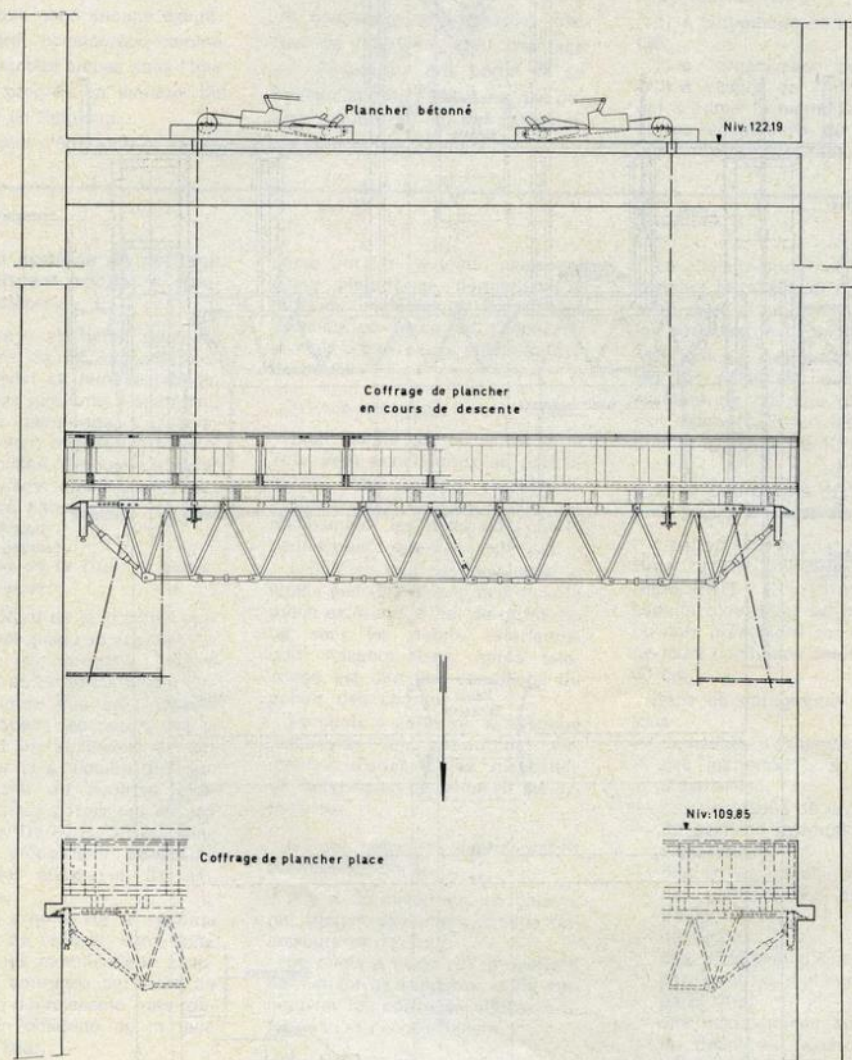


FIG. II (voir texte page 46)

FIG. II (zie tekst bladz. 46).

Plancher bétonné - Vloer in beton — Coffrage de plancher en cours de descente - Dalende vloerbekisting — Coffrage de plancher placé - Geplaatste vloerbekisting — Niveau - Peil.

- Ce système de coffrage glissant utilise comme supports de vérins, des tubes d'ascension de grand diamètre (48,25 mm.) placés dans la masse du mur.

- Des mandrins glissant avec le coffrage forment dans la paroi du mur des conduits verticaux cylindriques où se situent les tubes d'ascension. Les mandrins protègent les tubes d'ascension du contact avec le béton frais.

Ainsi donc, les tubes d'ascension sont toujours récupérables. Ces tubes sont constitués d'éléments de différentes longueurs, assemblés par vis coniques, assurant des joints sans relief.

Lorsque l'ouvrage est élevé, ce qui est le cas de la Tour de Ronquières, on limite la longueur des tubes d'ascension à 15 ou 20 m. et souvent à moins et on les remonte alternativement à des périodes déterminées par l'avancement. Les tubes d'ascension prennent appui sur des plaques d'acier glissées provisoirement dans l'épaisseur du mur aux niveaux voulus.

On peut, à volonté, introduire ces plaques dans la paroi ou les en retirer.

Les conduits cylindriques laissés dans l'épaisseur du mur par les mandrins ont un diamètre d'environ 6 cm.

Ils peuvent être remplis de béton ou laissés ouverts et servir ainsi à loger les câbles de précontrainte ou des conduits divers (électricité, antenne, prise de terre, descente de paratonnerre, etc...).

- Les dispositifs de levage : Chaque dispositif de levage se compose de deux têtes d'accrochage (une inférieure et une supérieure) et de deux vérins que l'on voit bien détaillés à la photo n° 19 et munis de leurs tuyauteries haute et basse pression et d'une vanne de fermeture.

Les têtes d'accrochage sont traversées par les tubes d'ascension. Il y a donc autant de dispositifs de levage qu'il y a de tubes d'ascension. La vue n° 20 est prise du haut vers le bas. On voit comment le tube d'ascension traverse les têtes d'accrochage. On distingue nettement sur ce cliché l'étrier métallique fixé à la tête d'accrochage inférieure et chevauchant le coffrage. Il a pour effet

de raidir tout le système et de guider la verticalité du tube par le fourreau et la bague supérieure. Chaque tête coulisse librement sur le tube d'ascension et ce vers le haut ; toutefois chaque tête comporte 3 bagues obliques en métal dur disposées de manière à permettre la montée de la tête mais en interdisant tout mouvement de descente, car les bagues se bloquent sur le tube (la résistance à la rupture est de 12 Tonnes c.à.d. un coefficient de 300 % dans les cas extrêmes). Les deux vérins hydrauliques à double effet sont fixés aux têtes d'accrochage. Lorsqu'ils s'appuient sur la tête inférieure, leur poussée a pour effet de remonter la tête supérieure et lorsqu'ils s'appuient sur la tête supérieure, leur traction a pour effet de remonter tout l'ensemble du coffrage de 6,5 à 7 cm à la fois. C'est cette dernière opération qu'illustrent les photos n°s 19 et 20. De là l'expression coffrage GLISSANT.

En pratique, chaque poste peut lever sans difficulté une charge de 3 à 4 Tonnes.

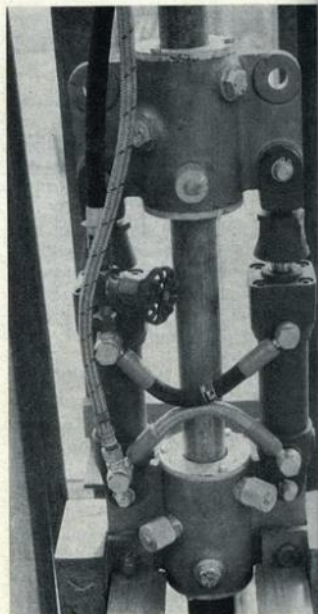
Deux remarques importantes s'imposent ici :

1°) Nous avons parlé des 3 bagues obliques incorporées dans chaque tête d'accrochage et interdisant tout mouvement de descente du dispositif de levage. Toutefois, grâce à des poussoirs à vis, on peut provisoirement supprimer l'obliquité des bagues en question.

Dans cette position, les bagues ne mordent plus sur le tube d'ascension et la tête d'accrochage coulisse librement dans les deux sens. Ceci est très important car on peut alors, sans interrompre le fonctionnement des autres postes de levage, remonter les tubes d'ascension d'un poste de levage.

2°) Il est bien entendu indispensable de s'assurer à tout moment de la progression correcte de l'ensemble et de corriger, à tout moment et rapidement, toute progression fautive. Pour ce faire, la longueur de la course des pistons des vérins peut être réglée simplement par la manœuvre d'un écrou. Etant donné l'obliquité de la paroi Sud de la Tour, bétonnée de cette façon, on se rend compte de l'importance de cette caractéristique.

Une tête d'accrochage du coffrage glissant SIEMCRETE « IN ».



19

Een klauwblok van de glijdende bekisting SIEMCRETE « IN ».

• **La pompe :** Les vérins sont commandés par une pompe unique distribuant la pression à l'ensemble des postes de levage. La pompe unique est actionnée par un moteur de 2,5 HP, 220/380 Volts, donnant jusqu'à 400 kg/cm². Un manomètre indique la pression atteinte. Dès que la pression désirée est obtenue, la pompe arrête automatiquement et tout l'ensemble du coffrage glissant est arrêté à la hauteur voulue.

La partie inférieure de la Tour de Ronquières a nécessité 28 postes de levage c.à.d. 56 vérins.

La partie supérieure a nécessité 16 postes de levage c'est-à-dire 32 vérins.

L'espacement entre chaque tube d'ascension varie entre 2,40 et 2,50 m.

La pompe unique ou autrement dit le poste central hydraulique débite :

a) Des basses pressions : 20 AT ou 20 kg/cm².

La basse pression est utilisée pour soulever la tête d'accrochage supérieure en fixant la tête d'accrochage inférieure. (Les pistons des vérins travaillent en poussée.)

b) Des hautes pressions : 180 AT ou 180 kg/cm².

La haute pression est utilisée pour remonter les vérins, par conséquent, toute la plate-forme mobile c.à.d. les coffrages, les passerelles et tous les équipements montés sur le dispositif mobile. Lors de ce travail en traction, la tête d'accrochage supérieure est fixée et c'est à elle que la charge est alors suspendue.

Chaque vérin a une force de 2 Tonnes, ce qui représente 4 Tonnes par poste de levage. Rappelons que les montées se font par 7 cm. à la fois.

• **L'étrier métallique :** la tête d'accrochage inférieure sert de support à un double étrier en profilés métalliques qui supporte le coffrage glissant ainsi que toute la charpente des plates-formes de travail.

Rappelons que ce double étrier a pour effet de raidir tout le système et de guider la verticalité du tube d'ascension d'une part par le mandrin au fourreau et d'autre part par la bague située au-dessus de la tête d'accrochage supérieure.

La photo n° 21 illustre trois de ces étriers doubles. On aperçoit clairement les 3 postes de levage situés dans chacun de ces étriers, les 3 tubes d'ascension correspondants ainsi que le coffrage extérieur.

Le double étrier normal du système SIEMCRETE « IN » est réglable et convient pour des murs d'épaisseur variable jusqu'à 50 cm. Pour des épaisseurs plus grandes, on utilisera des traverses horizontales plus longues et pour des épaisseurs exceptionnelles on mettra en œuvre deux postes de levage sur un même double étrier.

• **Les plates-formes de travail :**

Etant donné que c'est sur les plates-formes que travailleront les ferrailleurs et les bétonneurs, celles-ci jouent donc un rôle très important, d'autant plus que dans le système adopté à Ronquières, les plates-formes supportent divers dispositifs de levage, aussi bien

pour les aciers et le béton que pour les coffrages des paliers et la mise en place des escaliers comme nous le verrons plus loin.

On utilise donc deux étages de plates-formes de travail.

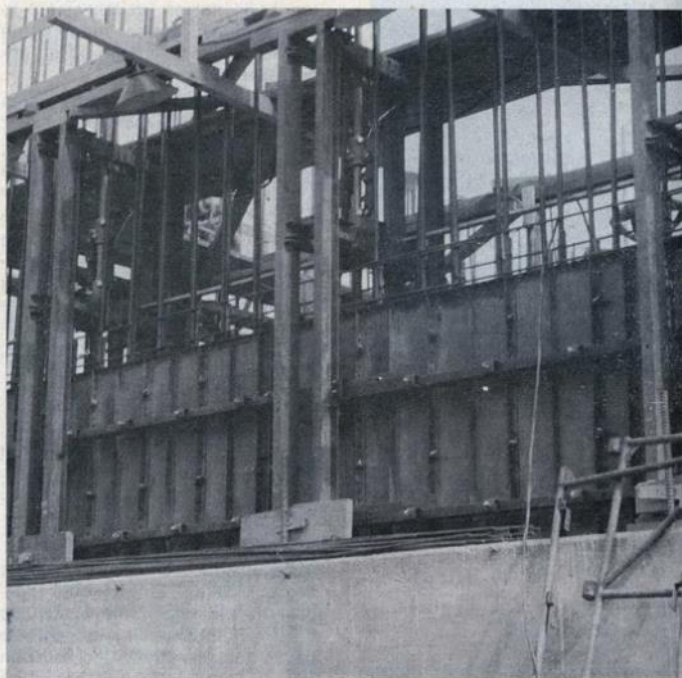
Ces deux plates-formes constituent avec la charpente triangulée de l'ensemble un tout rigide et indéformable qui évite le vrillage et assure une parfaite verticalité de l'ouvrage en cours de montée.

Nous voyons sur la photo n° 22 le montage à blanc du coffrage glissant. Les monteurs sont en train de disposer les étriers.

La double plate-forme représente un avantage du point de vue de l'organisation du travail.

La plate-forme inférieure sert à la mise en place du béton et des armatures horizontales, la plate-forme supérieure est utilisée pour le stockage de certains matériaux et la pose des armatures verticales et dans certains cas pour la distribution du béton.

21



Vue de 3 étriers doubles.

Zicht op 3 dubbele beugels

La photo n° 23 illustre le coffrage glissant mis en place sur la semelle de la Tour de Ronquières.

On distingue clairement les deux étages de la plate-forme. Notez en passant le dispositif d'éclairage pour le travail nocturne.

Une vue de la plate-forme inférieure fait l'objet de la photo n° 24. On aperçoit les tuyaux haute et basse pression allant aux différents postes de levage.

A Ronquières, la plate-forme supérieure a servi presque exclusivement aux ferrailleurs. Il convient de revenir sur la mise en place des armatures horizontales en commentant spécialement la photo n° 25. On voit nettement sur cette photo la hauteur restant libre entre le béton frais, au niveau du plancher de travail de la plate-forme inférieure et la première traverse du double étrier à l'endroit de la tête d'accrochage inférieure d'un poste de levage.

Cette hauteur est de 70 cm. Elle est suffisante pour permettre aux ferrailleurs de travailler dans une position normale et d'effectuer ainsi leur tâche dans de bonnes conditions. Grâce à cette caractéristique, il est possible de mettre en place, et à l'avance, plusieurs barres d'armatures horizontales.

Ceci a pour résultat que les équipes de ferrailage et de bétonnage travaillent sans se gêner, ce qui a joué un rôle important quand on considère que dans les parois seules de la Tour, il y a 298 Tonnes d'acier.

Le béton est mis en place et vibré sans difficultés, tous les emplacements à bétonner et à vibrer étant parfaitement accessibles.

A Ronquières, une fois que le coffrage glissant s'est élevé d'une hauteur suffisante, disons entre 8 et 10 m., on y a suspendu les passerelles de service et de talochage et, à l'intérieur comme nous le décrirons plus loin en parlant des escaliers, une cage d'accès avec échelles incorporées.

La photo n° 26, prise le 22 juillet c.à.d. après 5 jours de bétonnage, montre le coffrage glissant au complet. On y voit :

- la plate-forme inférieure,
- la plate-forme supérieure,
- la passerelle de service et la passerelle de talochage.

Notez également le portique destiné à supporter les poulies du dispositif d'amenée du béton.

La photo n° 27 montre deux ouvriers procédant au talochage au moyen de palettes en POLYSTYRENE EXPANSE, depuis la passerelle suspendue à l'extérieur du coffrage glissant.

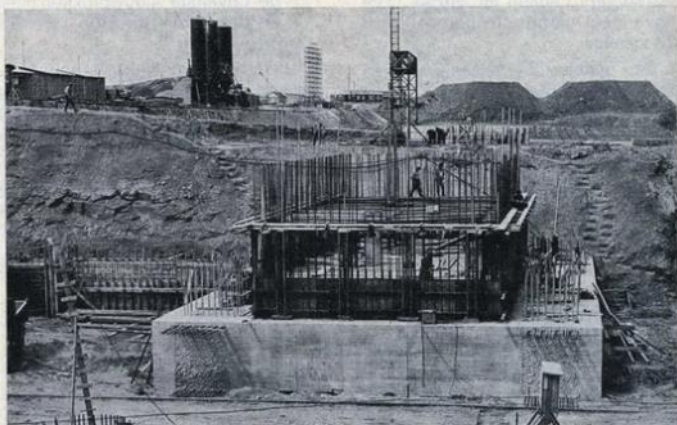
Les bâches en matière plastique à l'extérieur du coffrage glissant ont pour but :

1°) de protéger le béton frais contre l'insolation. N'oublions pas qu'il y a eu quand même quelques

très belles journées en juillet et en août 1963 ;

2°) de protéger le béton contre les poussières. En effet, pendant que l'on construit la Tour, les travaux de terrassements continuent. Les vents venant du Nord amènent les poussières du déblai en aval (rippers, foreuses, tirs, camions, scrapers) et les vents du Sud, les poussières des remblais en amont ;

3°) de protéger les hommes contre le vertige, le soleil, la pluie et le vent.



Mise en place du coffrage glissant sur la semelle de la Tour. 23 Het plaatsen van de glijdende bekisting op de grondplaat van de Toren.



Vue de la plate-forme de bétonnage (plate-forme inférieure) du coffrage 24 van beton (het onderste platform) van de glijdende bekisting.

Foto 23 toont de glijdende bekisting opgesteld op de grondplaat van de Toren van Ronquières. Men ziet duidelijk de twee verdiepen van de mobiele vloer. Noteer terloops de verlichtingsinstallatie voor het werk bij nacht.

Foto 24 betreft de onderste vloer. Men bemerkt de hoge en lage drukleidingen naar de diverse hefgroepen.

Wij komen thans terug op het plaatsen der horizontale wapening met speciaal commentaar op foto 25. Op deze foto ziet men duidelijk de vrije ruimte welke overblijft tussen het nieuwe beton, ter hoogte van de onderste werkvloer en de eerste dwarsstang van de dubbele beugel ter hoogte van het onderste klauwblok van een hefgroep.

Deze vrije hoogte is 70 cm. Zij volstaat om aan de ijzervlechters toe te laten hun werk in een normale houding, en derhalve in goede voorwaarden, uit te voeren. Hierdoor kunnen met goed gevolg verschillende horizontale wapeningsstaven vooraf worden aangebracht.

Dit heeft weer voor gevolg dat de vlechtploegen en de betonwerklui kunnen werken zonder elkaar te hinderen, wat zeker van belang is als men overweegt dat in de muren van de Toren alleen meer dan 298 Ton staal verwerkt is.

Het beton kan gemakkelijk worden geplaatst en getrild, alle plaatsen waar moet gebetonneerd en getrild worden zijn gemakkelijk toegankelijk.

Le coffrage glissant ou complet, avec la passerelle de service et de talochage. Notez les bâches en matière plastique.

De glijdende bekisting compleet met de dienstloopbrug en steiger voor het strijken. Bemerk de dekzeilen in plastic.

26

27

Opération de talochage effectuée depuis la passerelle extérieure suspendue au coffrage glissant.

De bezetwerken vanaf de steiger aan de buitenkant opgehangen aan de glijdende bekisting.



Notez sur cette photo la position de travail normale des maçons. De plus, la distance entre le plancher et le poste de levage étant de 70 cm, le ferrailage horizontal peut se faire dans de bonnes conditions.

Bemerk op deze foto de normale werkhouding van de metsers. Daarenboven is de afstand tussen vloer en hefgroep 70 cm zodat het aanbrengen van de horizontale wapeningsstaven in gunstige werkomstandigheden geschiedt.

Te Ronquières werden eenmaal dat de glijdende bekisting een voldoende hoogte, hetzij tussen 8 tot 10 m, bereikte, de dienstloopbruggen of strijkstijgers opgehangen; zoals wij verder zullen zien werden dan aan de binnenzijde een toegangskoker met ingebouwde ladders aangebracht.

Foto 26, genomen op 22 juli, hetzij 5 dagen na het betonneren, toont de volledige glijdende bekisting. Men bemerkt:

— de onderste werkvloer,

— de bovenste werkvloer,

— de dienstloopgang en de steiger voor het strijken.

Bemerk ook het portiek dat voor het bevestigen van het schijfblok van de hijsinrichting van het beton werd gebruikt.

Op foto 27 ziet men twee werklieden bezig met het strijken middels strijkplanken in geëxpandeerde POLYSTYRENE, vanaf de stelling welke buiten aan de glijdende bekisting is opgehangen.

26



27



• **Le béton :** Pour réaliser cet ouvrage dans les conditions que nous décrivons, il faut un béton ni trop sec, ni trop humide et qui, après vibration, permet d'obtenir des durcissements assez rapides tout en ne bloquant pas les coffrages.

La stabilité des charpentes du coffrage glissant joue un rôle primordial car elle empêche la déformation des banches.

Le béton obtenu est autoportant lorsqu'il est dégagé, malgré un rythme de montée du coffrage de l'ordre de 4 à 6 mètres par 24 heures. Grâce à la pervibration, on obtient une liaison intime des couches de béton mises en place successivement.

Cet aspect du béton aux reprises est à soigner particulièrement dans le cas d'un ouvrage architectural comme la Tour de Ronquières.

La rigidité des tubes d'ascension évite que les efforts dus aux charges soient transmis aux couches supérieures du béton. Ces efforts ne sont transmis qu'à des couches sensiblement plus basses qui ont déjà achevé leur prise.

Les parois de la Tour représentent à elles seules 3.345 m³ de béton ayant la composition ci-après :

Concassés calcaires 2/8	420 kg
8/22	1004 kg
Sable de carrière	500 kg
Ciment P.A.N.	275 kg
Pozzolith 5	730 g
Eau	175 l

(y compris teneur en eau des gravier, sable et dissolution préalable de l'adjuvant)

pour un mélange théorique de 1 m³ de béton vibré en place.

Le début et la fin de prise réguliers du béton sont obtenus grâce au choix du ciment dont la totalité nécessaire à été gardée en silo à l'usine et dont la constance de la qualité a été spécialement soignée et de l'adjuvant. La composition de ce béton permet d'en talocher facilement les surfaces. Cette opération est illustrée à la photo n° 27.

Afin de combattre une dessiccation de surface du béton et les mi-

crofissures qui en sont la conséquence, des dispositions spéciales ont été prises pour garder au béton la quantité d'eau voulue :

1°) Une application au pistolet d'une couche de CURING-COMPOUND qui empêche un séchage trop rapide. Les taches que l'on voit sur la Tour sont des concentrations de Curing Compound, qui se délave du reste après quelques mois.

2°) La mise en place de bâches en plastique dont nous avons parlé plus haut.

• **Variations d'épaisseur des parois. — Obliquité de la paroi Sud.**

Nous avons vu que :

1°) l'épaisseur des parois va en diminuant en 3 étapes ;

2°) l'obliquité de la face Sud de la Tour commence à partir du niveau 35 m. (34,69 m. exactement).

La face Nord étant parfaitement droite sur toute sa hauteur, il en résulte que les faces Ouest et Est vont en diminuant de largeur au fur et à mesure que s'élève la Tour.

Ces caractéristiques de l'ouvrage ont eu pour conséquence que le bétonnage a dû se faire en quatre étapes de glissement différentes. (Voir page 35.)

La photo n° 28 illustre le coffrage au moment de la modification pour l'inclinaison de la face Sud à la cote 122,19 (c.à.d. à 34,69 m.) et la pose de la console d'appui de la face inclinée (entre le 25-7 et le 22-8-1963).

28



De dekzeilen in plasticmateriaal aan de buitenkant van de glijdende bekisting hebben tot doel :

1°) het nieuw geplaatste beton tegen de zonnestralen te beschermen ; niettegenstaande alles scheen de zon toch enkele dagen in juli en augustus 1963 ;

2°) het beton van stof te weren. De grondwerken gaan immers voort terwijl de Toren wordt opgetrokken ; de noordenwind voert stof aan vanaf de afwaartse graafwerken (opbrekers, boortorens, afschietingen, vrachtwagens, scrapers) en de zuidenwind vanaf de opwaartse ophogingen ;

3°) om de werklui te beschutten tegen duizeligheid, de zon, de regen en de wind.

• *Het beton* : Om het bouwwerk te kunnen voltrekken in de vermelde voorwaarden moet het beton niet te droog en niet te nat zijn en na het trillen snel verhard zonder nochtans aan de bekisting te hechten.

De stabiliteit van de stempeling van de glijdende bekisting is van hoofdzakelijk belang voor wat betreft het vermijden van vervorming.

Het beton draagt zodra de bekisting wordt verplaatst en dit gebeurt aan een tempo van 4 tot 6 meter per 24 uur. Door de intense trilling bekomt men een degelijke vasthechting tussen de opeenvolgende lagen beton.

Het uitzicht van het betonwerk rond de voegen moet uitzonderlijk goed verzorgd worden als het om

een kunstbouwwerk gaat zoals de Toren van Ronquières.

De stijfheid der opstaande buizen belet dat de krachten te wijten aan de belasting worden overgedragen aan de hogere betonlagen. Deze krachten grijpen uitsluitend aan op beduidend lagerliggende lagen welke reeds volledig verhard zijn.

Voor de muren van de Toren alleen werden reeds 3.345 m³ beton verwerkt met volgende samenstelling :

Kalksteenslag 2/8	420 kg.
8/22	1004 kg.
Gedolven zand	500 kg.
Cement P.A.N.	275 kg.
Pozzolithe 5	730 g.
Water	175 l.

(inclusief het gehalte aan water van het grind, het zand en de additief oplossing)

voor het theoretisch volume van 1 m³ geplaatst en getrild beton.

Het begin en het einde van het normale verhardingsproces van het beton bleef onder controle wegens de keus van het cement, waarvan de totale hoeveelheid door de cementfabriek in silo's was opgeslagen en de kwaliteit zorgvuldig werd verzorgd, en van het additief. De samenstelling van het beton laat het gemakkelijk bestrijken van de oppervlakte toe. Men ziet deze bewerking op foto 27.

Om het uitdrogen van het betonoppervlak, met de daarmee gepaard gaande kleine scheurtjes, te voorkomen werden speciale maat-

regelen getroffen om in het beton de gepaste hoeveelheid water te bewaren :

1°) Met het pneumatisch sproei-toestel werd een laag CURING-COMPOUND aangebracht, waardoor een te snel opdrogen belet wordt. De vlekken welke men op de Toren bemerkt zijn te wijten aan concentraties van Curing-Compound ; deze worden na enkele maanden gemakkelijk afgewassen.

2°) Het aanbrengen van plasticen dekzeilen waarvan reeds hoger sprake.

• *Wijziging in de dikte der muren.*
— *Schuine van de zuidmuur.*

Wij zagen reeds dat :

1°) de dikte van de muren drie-maal verminderd wordt ;

2°) de zuidzijde van de Toren schuin wordt vanaf hoogte 35 m (34,69 m. om precies te zijn).

Gezien de noordmuur volstrekt recht blijft over de hele hoogte, volgt hieruit dat de oost- en de westmuur versmallen naargelang de Toren hoger wordt.

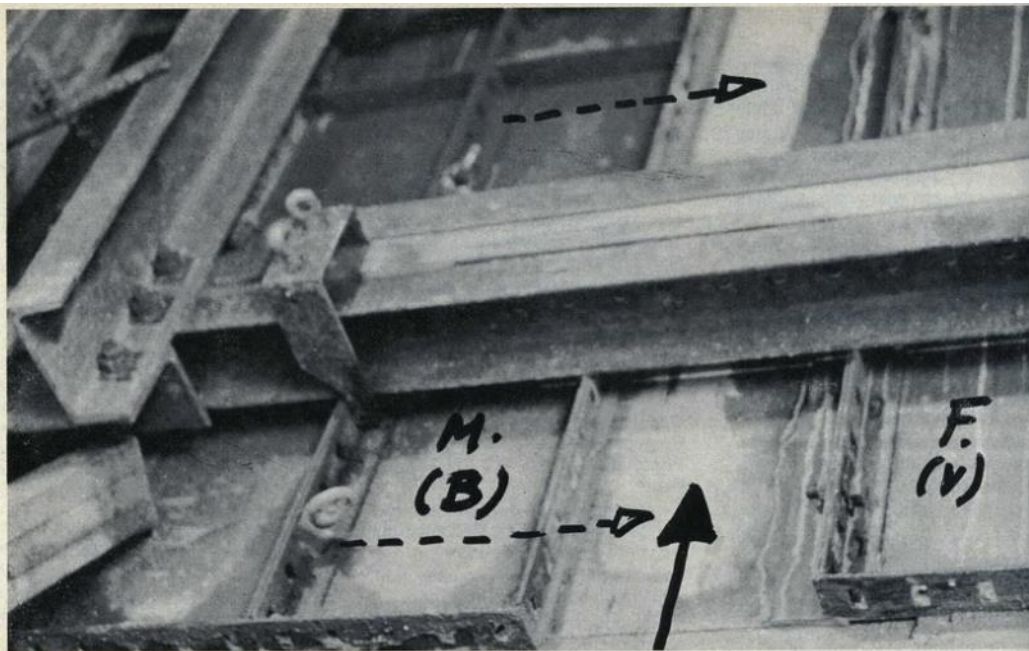
Dit alles heeft tot gevolg dat het betonneren van de Toren in vier verschillende glif-fasen moest gebeuren. (Zie hieronder.)

Foto 28 toont de bekisting op het ogenblik dat deze omgevormd wordt met het oog op de schuine kant van de zuidmuur op peil + 122,19 (d.w.z. 34,69 m hoog) en het leggen van de steunkonsool voor de schuine muur (tussen 25-7 en 22-8-63).

Etape	Cote		Hauteur en m.		Epaisseur des parois	L × I	
Faze	Peil		Hoogte in m.		Dikte van de muur	L. × Br.	
1	+	87,50	122,19	0.-- m.	34,69 m.	49 cm.	20 m. × 10 m.
2	+	122,19	168,17	34,69 m.	80,67 m.	49 cm.	20 m. × 10 m.
3	+	168,17	205,61	80,67 m.	118,11 m.	40 cm.	variables/diverse × 10 m.
4	+	205,61	246,60	118,11 m.	159,10 m.	31 cm.	10 m. × 10 m.

Première modification du coffrage pour entamer le bétonnage de la paroi inclinée (Sud) et pour amener le béton et les aciers, non plus à la grue tour, mais au moyen d'une benne et d'un panier évoluant dans le vide intérieur de la Tour.
 < Mise en place de la console d'appui de la face inclinée (hauteur 34,69 m). Notez l'ouverture aménagée dans la paroi Ouest de la Tour pour permettre le passage des bennes à béton. La grue tour est une PINGON-P60 (2 Tonnes à 30 m) en position fixe et haubannée.

Eerste wijziging van de bekisting met het oog op het betonneren van de schuine muur (zuidzijde) en het aanbrengen van het beton en wapeningsijzer, niet langer met de torenkraan, doch middels een korf opgehaald in het ledige inwendige van de Toren. Op de plaats brengen van de steunkonsool voor de schuine muur (hoogte 34,69 m). Merk de opening aangebracht in de muur aan de westzijde van de Toren om de bakken beton binnen te brengen. De torenkraan is een PINGON-P60 (2 Ton op 30 m) in vaste plaats verankerd.



Panneaux ACROW. Solution adoptée pour réduire la longueur du coffrage intérieur. Entre la partie Fixe (F) à droite et la partie Mobile (M) à gauche, la tôle rigide indiquée d'une flèche.

ACROW panelen. Deze oplossing werd aangenomen om de lengte van de binnenpanelen der bekisting te verminderen. Tussen het vaste gedeelte (V) en het mobiele gedeelte (M) links ziet men de stijve plaat met een pijltje aangeduid.

Après la première étape, le système d'amenée du béton et des aciers a été modifié.

Du niveau de la semelle de fondation (+ 87,50) (hauteur Tour = 0 m.) jusqu'au niveau (+ 122,19) (hauteur Tour = 34,69 m.) où la Tour émergera du bâtiment de la tête amont, l'amenée du béton et des aciers s'est faite au moyen de la grue tour PINGON-P60 (2 T. à 30 m.) haubannée, à poste fixe et d'emblée mise à 42 m. sous crochet (voir photo n° 28).

Cette grue était alimentée directement à la bétonnière qui déversait dans une benne de 800 l. Cette benne levée à la grue tour était amenée sur le plancher de travail du coffrage glissant et le béton versé dans des berlines sur pneus de 200 litres. Les berlines étaient à leur tour déversées dans les coffrages.

Depuis le niveau 122,19 le circuit d'amenée du béton et des aciers a été modifié comme nous le verrons dans le paragraphe consacré spécialement à la manutention des matériaux.

La période d'arrêt entre la première et la deuxième étape de glissement a donc été exploitée non seulement pour modifier les coffrages, mais aussi pour installer le matériel de levage des matériaux.

• *Modification des coffrages :* Ceux-ci sont en panneaux métalliques ACROW standard, de 0,10 à 0,50 m. × 1,25 m. intérieur × 1,50 m. extérieur.

Les parois extérieures ont 25 cm. de plus en hauteur afin d'éviter les débordements de béton vers l'extérieur.

La photo n° 29 illustre la solution adoptée pour réduire la longueur du coffrage intérieur, au fur et à mesure du rétrécissement des deux parois latérales (Est et Ouest).

Le coffrage intérieur de chaque paroi latérale était constitué de deux parties :

— une partie fixe (à droite sur la photo qui incorpore l'élément côté incliné) ;

— une partie mobile (à gauche sur la photo).

La partie mobile pouvait être rapprochée de la partie fixe en faisant coulisser sur une tôle rigide de soudée à la partie fixe et comblant ainsi l'ouverture laissée entre les deux panneaux ACROW.

Au fur et à mesure du rétrécissement des parois Est et Ouest de la Tour, la partie mobile du coffrage était rapprochée de la partie fixe, jusqu'au moment où les deux parties du coffrage étaient l'une contre l'autre. A ce moment, il suffisait simplement de démonter un élément de panneau de la partie glissant verticalement, recouvrant alors l'espace protégé par la tôle rigide.

Des tendeurs montés de part et d'autre de la paroi oblique permettaient d'assurer le rappel progressif de cette paroi en respectant la pente à réaliser.

Le contrôle se faisait à l'aide de jauges comme illustré à la photo n° 30.



En service à RONQUIÈRES

NCK
RAPIER

305

EXCAVATEUR
SUR
CHENILLES

USAGES MULTIPLES

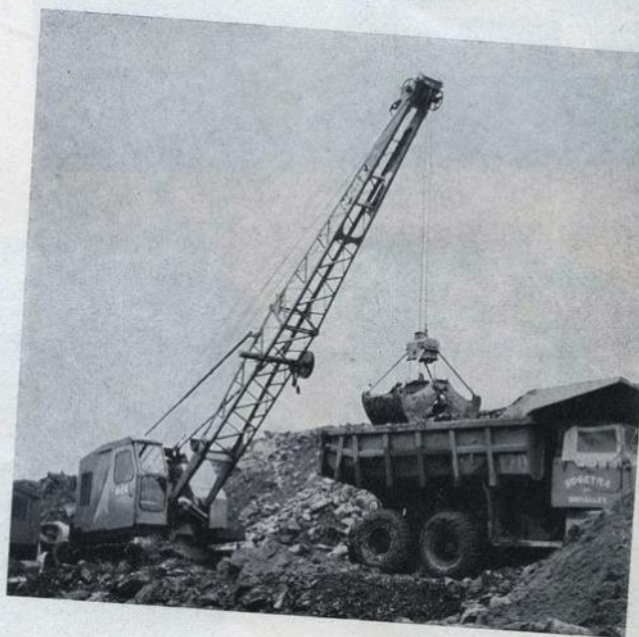
- grue de levage (17 T 5)
- dragline (800 l)
- grappin (800 l)
- pelle-butte (700 l)
- pelle-rétro (600 l)

Chenilles extra-longues
extra-larges
patins : 0,76 m

Centre de gravité surbaissé

Commandes assistées et
contrôle de manœuvres
par pression d'air

Puissance et vitesse de travail
accrues pour
un entretien réduit



SOCIÉTÉ D'ÉTUDES
ET D'APPLICATIONS MÉCANIQUES

NILENS

S. E. T. A. M. E.
SOCIÉTÉ ANONYME

11, AVENUE DE LA JOYEUSE ENTREE — BRUXELLES 4 — Téléphone 02/33.27.16

Au fur et à mesure du rétrécissement de la Tour, il fallait bien entendu réduire la surface du plancher de la plate-forme du coffrage glissant.

Le plancher est constitué de madriers reposant sur des fermes PEINER.

Sur ces madriers sont simplement posés les planchers constituant la plate-forme (voir photo n° 31). Le couvre-joint dans le plancher est constitué par une tôle métallique.

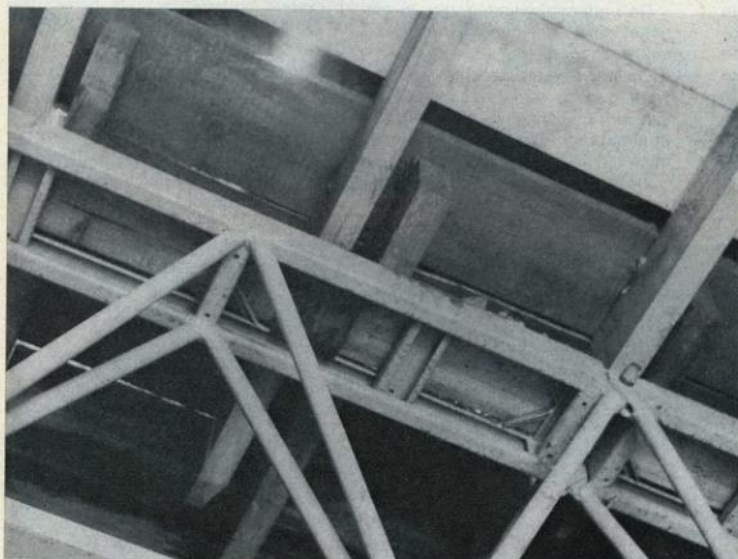
Pendant toute une période de glissement, il suffit de coulisser la

partie du plancher côté face inclinée vers la partie du plancher côté face verticale. Pour cela, on enlève simplement le nombre de planches devenant excédentaires et on repose les tôles (genre couvre-joints utilisés dans la construction des ponts). Lorsque le coulisser est à bout de course, c.à.d. lorsque deux fermes Peiner se touchent, on démontera la première ferme du côté de la face verticale et, en même temps, les étriers de support des têtes d'accrochage correspondant à cette section.

Les madriers coulissants vont alors prendre appui sur la deuxième ferme située du côté de la paroi verticale et le processus recommence chaque fois que c'est nécessaire.

Le nombre d'étriers est resté toujours le même sur la face Nord et la face Sud. Il diminuait uniquement sur les faces Est et Ouest, en fonction du rétrécissement progressif de ces parois.

La modification des coffrages pour réduire l'épaisseur des parois se fait très facilement et ne pose aucun problème.



Plancher rétractable de la plate-forme du coffrage glissant. Madriers coulissant sur les fermes PEINER.

31

Opvouwbare vloer van het platform van de glijdende bekisting. Balken welke over de PEINER gebinten schuiven.

Naarmate nu de Toren versmalde moest vanzelfsprekend de oppervlakte van de werkvloer van de glijdende bekisting verminderd worden.

Deze vloer bestond uit balken welke op PEINER gebinten rustten.

Op deze balken werden eenvoudig de vloeren gelegd waaruit de mobiele vloer is gebouwd (zoals te zien op foto 31).

Gedurende een ganse glijperiode kan men gewoon de vloer kant

schuine zijde naar de vloer kant verticale zijde opschuiven door de overtollige planken weg te nemen en de bodemplaten (zoals voegplaten bij de constructie van bruggen) over elkaar te leggen. Als men niet verder meer kan schuiven d.w.z. als de twee PEINER gebinten tegen elkaar aanlopen, bouwt men het eerste langs de verticale zijde uit en terzelfdertijd de steunbeugels voor het klauwblok, dat met deze sectie overeenstemt.

De schuivende balken worden daarna op het tweede gebint van de verticale wand gelegd en alles herbegint zoveel als nodig.

Het aantal beugels bleef steeds gelijk aan noord- en zuidzijde. Het verminderde enkel langs de oost- en westkant in functie van het geleidelijk versmallen van deze muren.

Het wijzigen der bekistingen om de dikte van de muren te verminderen gebeurt heel gemakkelijk en stelt niet het minste probleem.

DETAIL DE L'AVANCEMENT DU BETONNAGE DES PAROIS DE LA TOUR DE RONQUIERES
Y COMPRIS LA CAGE D'ASCENSEUR

DETAIL VAN HET VORDEREN VAN HET BETONNEREN DER MUREN VAN DE TOREN VAN RONQUIERES.
INCLUSIEF DE LIFTKOKER

Etapas Fazes	Jour de bétonnage (24 heures) Dag van het betonneren (24 uren)	Date Datum	Avancement du bétonnage au pourtour de la Tour, hauteurs cumulées Vorderen van het betonneren over de omtrek van de Toren, samengetelde hoogten	Hauteur corresp. de la Tour Overeen- komende hoogte van de Toren	M³ de béton (parois) M³ beton (muren)	Cote Peil
1 ^{re} Etape	1 ^e	18.7.63	3,82 m.		105	Départ
Face Sud	2 ^e	19.7.63	8,175 m.		106	Begin + 87,50
verticale	3 ^e	20.7.63	12,855 m.		110	
1 ^{ste} Faze	4 ^e	21.7.63	17,08 m.		122	
Rechte	5 ^e	22.7.63	21,00 m.		112	
zuidmuur	6 ^e	23.7.63	25,60 m.		127	
	7 ^e	24.7.63	30,45 m.		136	Arrivée
	8 ^e	25.7.63	34,69 m.	34,69	123	Einde + 122,19
2 ^{me} Etape	1 ^e	22.8.63	3,22 m.		86	Départ
Départ	2 ^e	23.8.63	8,04 m.		140	Begin + 122,19
de l'obliquité	3 ^e	24.8.63	13,35 m.		151	
face Sud	4 ^e	25.8.63	17,82 m.		106	
2 ^e Faze	5 ^e	26.8.63	22,55 m.		106	
Begin van de	6 ^e	27.8.63	27,74 m.		123	
schuine	7 ^e	28.8.63	33,06 m.		136	
zuidkant	8 ^e	29.8.63	38,50 m.		143	
	9 ^e	30.8.63	43,60 m.		132	Arrivée
	10 ^e	31.8.63	45,98 m.	80,67	64	Einde + 168,17
3 ^{me} Etape	1 ^e	10.9.63	5,19 m.		108	Départ
3 ^e Faze	2 ^e	11.9.63	11,50 m.		115	Begin + 168,17
	3 ^e	12.9.63	16,80 m.		104	
	4 ^e	13.9.63	21,80 m.		92	
	5 ^e	14.9.63	25,90 m.		72	
	6 ^e	15.9.63	30,13 m.		84	
	7 ^e	16.9.63	35,68 m.		91	Arrivée
	8 ^e	17.9.63	37,44 m.	118,11	35	Einde + 205,61
4 ^{me} Etape	1 ^e	25.9.63	5,58 m.		76	Départ
4 ^e Faze	2 ^e	26.9.63	11,18 m.		80	Begin + 205,61
	3 ^e	27.9.63	16,90 m.		78	
	4 ^e	28.9.63	22,63 m.		75	
	5 ^e	29.9.63	26,76 m.		48	(fenêtre) (venster)
	6 ^e	30.9.63	31,80 m.		61	
	7 ^e	1.10.63	36,20 m.		53	Arrivée
	8 ^e	2.10.63	40,99 m.	159,10	45	Einde + 246,60
Total/Totaal					3.345	

Le sapin fut placé au sommet de la Tour le 3 octobre 1963.

De mei werd boven op de Toren geplaat op 3 oktober 1963.

• *L'amenée du béton et des aciers.*

a) *Amenée du béton.*

De 0 à 34,69 m., le béton et les aciers ont été — comme nous l'avons dit plus haut — amenés à pied d'œuvre au moyen d'une grue tour haubannée et à poste fixe, de 2 T. à 30 m., d'emblée mise à 42 m. sous crochet. La grue tour prenait le béton directement à la bétonnière en tremies de 800 l. Elle balayait la moitié de la surface de l'ouvrage.

A partir du niveau 34,69 m., cote 122,19, jusqu'au sommet, le béton a été amené de la bétonnière par deux bennes circulant sur un monorail et déversant dans une trémie d'attente accolée à la paroi Ouest de la Tour à la cote (+ 93) c.à.d. 5.50 depuis le dessus de la semelle.

De cette trémie, au travers d'un passage laissé dans le mur (voir photo n° 28, p. 34, l'ouverture est entourée d'un cercle) le béton descend par gravité le long d'une goutte dans une benne de 800 l., à déchargement par le fond.

Pour permettre d'élever la benne à béton à l'intérieur de la Tour, une charpente spéciale que l'on voit sur la figure 1, page 25, a été adaptée sur la passerelle du coffrage glissant et faisant partie intégrante de cette passerelle.

Ce montage est possible grâce au fait que le plancher de la passerelle est à même de supporter une charge de 60 T. minimum.

Cette charpente comme on le voit, reprend les poulies des câbles de levage et de guidage de la benne.

Le câble de levage qui passe par deux poulies montées sur la tête de la charpente, s'enroule sur un treuil Stella de 3 Tonnes, à la vitesse de 37 m/min., situé sur la semelle de la Tour.

Etant donné la hauteur à atteindre, la benne est guidée par deux câbles mis sous tension de 800 kg par un contrepoids coulissant (course 3,50 m.).

Lorsque le coffrage glissant monte d'un mètre, le contrepoids se déplace de 2 m. Arrivé à bout

de course, le contrepoids enclenche un signal audiovisuel indiquant à l'opérateur qu'il doit donner du mou au treuil du câble de guidage. Le signal s'arrête automatiquement dès que la longueur supplémentaire de câble est déroulée. La benne, une fois remplie, est montée par l'intérieur de la Tour. Arrivée à 3 m. de la plate-forme de travail, la benne à béton enclenche un signal d'approche audiovisuel destiné aussi bien au personnel sur la plate-forme qu'à l'opérateur du treuil. A ce moment, l'opérateur actionnant le treuil au niveau 0 de la Tour et qui ne peut donc voir ce qui se passe au niveau de la passerelle, ralentit la marche. L'arrêt du treuil se fait automatiquement par une fin de course fixée à la passerelle. La trappe en deux panneaux située sur la plate-forme est ouverte. Chaque panneau de la trappe sert de garde-fou pendant l'ouverture. Après le passage

de la benne, la trappe est refermée et un double dispositif de sécurité empêche toute manœuvre intempestive du treuil de la benne. Les berlines à béton de 200 litres dans lesquelles la benne est vidée et qui servent à l'amenée du béton à pied d'œuvre, peuvent donc circuler sur la trappe fermée, en toute sécurité.

Sur la photo n° 32 on voit :

- 1) la benne,
- 2) une berline de 200 litres sur pneumatiques,
- 3) les câbles de guidage de la benne,
- 4) la trappe en deux parties, en position fermée.

Notons que le préposé sur la plate-forme de travail ainsi que l'opérateur du treuil au bas de la Tour disposent d'un bouton qui, par simple pression, arrête le treuil en cas d'urgence.

32



La vidange du béton une fois terminée, la trappe est ouverte rendant possible la manœuvre du treuil. L'intervention du préposé à la plate-forme de travail est toutefois indispensable pour que la descente de la benne puisse avoir lieu. L'opérateur du treuil ne peut donc faire de fausse manœuvre. Un ingénieux dispositif rend impossible d'actionner la montée quand le signal de descente est donné, le mouvement inverse pouvant avoir des conséquences graves. Les opérateurs communiquent entre eux, en cas de nécessité, au moyen d'un téléphone avec casque permettant trois communications simultanées.

La fourniture du courant en 380 V à la plate-forme se fait par un câble 4×25^2 sur dévidoir, afin de suivre l'ascension progressive du coffrage glissant.

b) Aménée des aciers.

Un dispositif similaire et indépendant avec le même appareillage de sécurité fonctionnait pour la montée des aciers. Toutefois, ceux-ci étaient hissés dans un panier-carcan spécial voyageant à l'intérieur de la cage d'ascenseur définitive de la Tour bétonnée en même temps que les parois de la Tour.

Pour les aciers, le treuil avait une force de 700 kg et le contre-poids était de 500 kg.

Ici, comme pour le dispositif de levage de la benne à béton, chaque mouvement de câble était précédé d'un signal auditif et visuel simultané au niveau du treuil et au niveau de la plate-forme du coffrage glissant.

Le circuit établi subordonnait le fonctionnement des treuils au déclenchement de ces signaux. De plus, des dispositifs ont également été prévus pour assurer un démarrage progressif.

Si nous avons décrit en détails ces dispositifs de sécurité c'est parce qu'ils sont dus au savoir-faire de l'Ingénieur-électricien de l'Association d'abord et qu'ensuite leur efficacité a été telle qu'aucun accident n'a été à déplorer au cours de la construction de la Tour.

Signalons, à propos des mesures de sécurité, qu'au cours du

bétonnage, les huit descentes du parafoiré définitif noyées dans le béton des parois ont été utilisées pour constituer une cage de Faraday et ainsi protéger le personnel contre la foudre.

§ 3. — Le placement des volées d'escaliers.

Nous avons vu, dans le § 2, comment le coffrage glissant a été utilisé pour le bétonnage des parois et de la cage d'ascenseur de la Tour.

Nous verrons ici comment, en même temps que s'effectuaient les opérations ci-dessus, la plate-forme du coffrage glissant a été utilisée pour placer les volées d'escaliers.

— *Pourquoi mettre en place définitivement les escaliers au fur et à mesure de la montée des parois ?*

Dans un ouvrage de cette hauteur et dont la partie intérieure est pratiquement creuse, l'accès de la main-d'œuvre à la plate-forme mobile de travail posait un sérieux problème qu'il fallait résoudre avant le démarrage.

Pour permettre cet accès, on aurait pu réaliser un ascenseur, un échafaudage tubulaire, etc... Ces solutions étant onéreuses et provisoires, l'Association opta pour le placement définitif des escaliers au fur et à mesure de l'élévation de la Tour. Le personnel emprunta directement les escaliers définitifs et pour atteindre la plate-forme de travail, il suffisait de quitter la dernière volée définitivement ancrée et d'utiliser les échelles placées dans la cage en éléments tubulaires suspendue à la plate-forme du coffrage glissant pour atteindre le plancher de travail. Cette cage suspendue est visible à la photo n° 33 et mesure 12 m. de haut.

— *Comment monter et placer les volées d'escaliers ?*

Etant donné que la plate-forme du coffrage glissant permet des charges de 60 T., l'Association décida de se servir de celle-ci pour hisser et mettre en place les volées d'escaliers, au fur et à mesure de l'ascension.

Elle installa sur la plate-forme un treuil SACRE de 700 kg, à 60 m/min., mouflé $3 \times$ jusqu'à 40 m. et $4 \times$ jusqu'au sommet.

Le problème du levage des escaliers était donc résolu. Restait maintenant à résoudre celui de l'espace disponible pour lever les éléments d'escaliers et manœuvrer ces éléments, afin de les ancrer définitivement dans les parois. Il suffit de regarder la photo n° 34 pour se rendre compte que l'espace de manœuvre disponible entre la paroi de la cage d'ascenseur à gauche et la paroi de la Tour à droite, est relativement restreint.

Une volée mesure 1,20 m. de large et pèse en moyenne 4,5 T. Pour simplifier le problème de la charge et celui de l'encombrement, l'Association opta pour la construction des volées en trois éléments pré-fabriqués distincts et juxtaposables, n'ayant chacun que 40 cm. de large et ne pesant que $1 \frac{1}{2}$ T. La largeur libre entre volées est de 60 cm.

(c) Le plancher de la plate-forme du coffrage glissant.

(P) La cage en éléments tubulaires suspendue au plancher : à l'intérieur, les échelles permettant d'aller depuis les dernières marches des escaliers définitivement mis en place jusqu'à la plate-forme de travail du coffrage glissant. Hauteur de la cage : 12 mètres.

33

(c) De vloer van het werkplatform van de glijdende bekisting.

(P) De toegangskooi uit buiselementen opgehangen aan de vloer : aan de binnenzijde de ladders waarlangs men vanaf de laatste trede van de definitief geplaatste trappen tot aan het werkplatform komt binnen de glijdende bekisting - Hoogte der kooi : 12 meter.

Escaliers définitivement mis en place (A) Epargne dans les parois pour l'ancrage des escaliers.

(B) Cage d'ascenseur définitif : c'est par le vide de cette cage que sont montés les aciers d'armature.

(C) Le bas de la cage suspendue au plancher du coffrage glissant.

34

De definitief aangebrachte trappen. (A) Uitsparing in de muren voor de verankering der trappen.

(B) Definitieve liftkoker : langs de holle ruimte binnen deze koker wordt het wapeningsijzer naar omhoog gehaald.

(C) De onderzijde van de kooi, opgehangen aan de glijdende bekisting.

Voor de wapening had het takel een hijskracht van 700 kg. en het tegengewicht woog 500 kg.

Hier zoals bij het hijsgerei voor de stortbak ging aan iedere beweging van de kabel een hoor- en zichtbaar signaal vooraf, dat kon worden waargenomen zowel beneden als boven op het werkplatform.

De elektrische schakeling was zo uitgestippeld dat de takels slechts in werking konden treden uitsluitend door het uitbrengen van deze signalen. Verder waren nog schakelingen getroffen voor het zacht aanlopen der hijstuigen.

Als wij deze veiligheidsschikkingen in detail hebben beschreven was het alleen om hulde te brengen aan de vakkennis van de ingenieur-electriker van de Vereniging in de eerste plaats en vervolgens om er op te wijzen dat ze zodanig doeltreffend waren dat geen enkele ongeval te betreuren viel tijdens de bouw van de Toren.

Vermelden wij nog in verband met de veiligheidsmaatregelen dat de acht afvoerleidingen van de definitieve bliksemafleider, verzonken in de muren, funktioneerden als

een kooi van Faraday en zodoende het personeel tegen blikseminslag beveiligden.

§ 3. — Het plaatsen van de traptreden.

Wij zagen in § 2 hoe de glijden-de bekisting gebruikt werd bij het betonnen van de muren en de liftkoker van de Toren.

Wij zullen thans zien hoe ter gelijktijd met voornoemde werkzaamheden het werkplatform van de glijdende bekisting nog te pas kwam bij het aanbrengen van de traptreden.

— *Waarom de trappen definitief aangebracht naargelang het vorderen van de muren?*

Bij een bouwwerk van deze hoogte, waarvan de binnenruimte praktisch hol is, stelde de manier waarop de werklui toegang tot het werkplatform zouden kunnen krijgen een netelig probleem, dat om oplossing vroeg vooraleer met de bouw kon worden begonnen.

Om toegang te verschaffen kon men een lift opstellen, een buizenstelling oprichten, enz... Deze op-

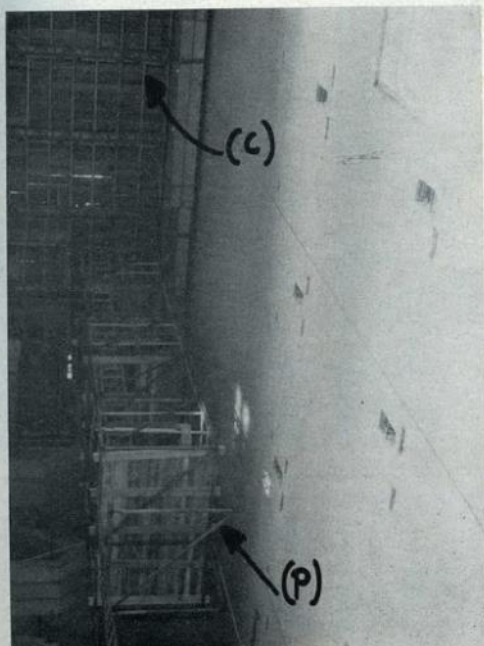
lossingen bleken duur en slechts tijdelijk, de Vereniging besliste daarom de trappen *definitief* te plaatsen naargelang de toren aan hoogte won. Het personeel maakte onmiddellijk gebruik van deze trappen en om bij het werkplatform te geraken volstond het de laatste trede definitief vast te maken en verder de buizenladder te gebruiken welke in een kooi aan de bekisting was opgehangen. Deze kooi kan men op foto 33 zien; zij is 12 m hoog.

— *Hoe werden de traptreden naar omhoog gebracht en geplaatst?*

Gezien het werkplatform van de glijdende bekisting een last van 60 Ton kon verdragen, besloot de Vereniging hiervan gebruik te maken om de traptreden naar omhoog te hijsen en te plaatsen, naargelang de bouw van de Toren vorderde.

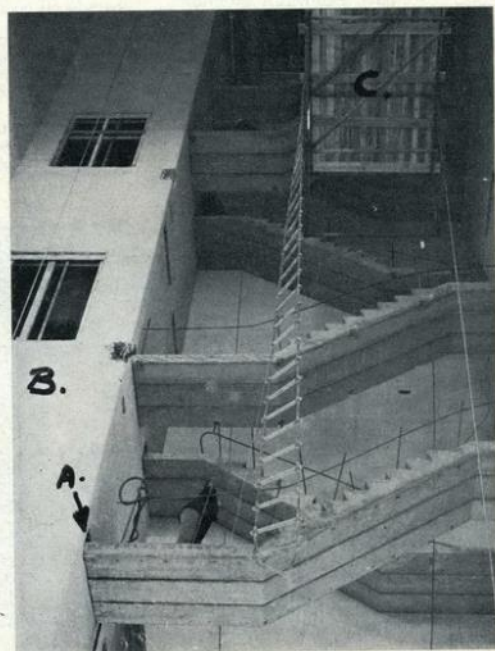
Op het platform werd een hijslier SACRE van 700 kg. hijsvermogen bij een inhaalsnelheid van 60 m/min. opgesteld, driemaal ingeschoren tot op 40 m en viermaal tot boven toe.

33



EXCAVATOR

34



43

Comme on le voit à la photo n° 35, cet espace de 60 cm. permet de hisser, sans difficultés, un élément ne mesurant que 40 cm. On voit également sur cette photo, le moulage à 3 brins et deux volées déjà mises en place, entre lesquelles sont hissés les éléments des volées suivantes :

La Tour comporte :

- 35 volées de 13 marches ($\times 3$) = 105 éléments
 - 4 volées de 12 marches ($\times 3$) = 12 éléments
 - 5 volées de 11 marches ($\times 3$) = 15 éléments
 - 10 volées de 10 marches ($\times 3$) = 30 éléments
- soit au total 54 volées = 162 éléments.

En plus des 54 volées, les escaliers comprennent 54 dalles palières dont le placement ne pose aucun problème.

Afin de lier les trois éléments séparés formant une volée, la marche supérieure et la marche inférieure de chaque élément avaient été laissées en attente, les armatures dépassant ces deux marches étant bétonnées sur place pour lier les trois éléments.

Suivons maintenant un élément de volées d'escaliers.

Ces éléments pré-fabriqués, préalablement numérotés et pourvus des trous de fixation pour garde-corps, étaient amenés par camion depuis Duffel (Betonwerken De Nethe), déchargés et stockés sous le portique que l'on voit à la photo n° 36. Un chariot sur rails les amène dans la Tour.

Un oeillet spécial a été prévu dans chaque marche non bétonnée afin de pouvoir amarrer facilement l'élément au crochet de levage du treuil situé sur la plate-forme du coffrage glissant. Une fois arrivé à la hauteur voulue, l'élément était immédiatement encastré de 17 cm. dans des épargnes de 20 cm. de profondeur et de 20 cm. de hauteur. Ces épargnes sont visibles sur la photo n° 37 (*). Elles sont pratiquées

dans les parois au moment du bétonnage au moyen de prismes en POLYSTYRENE EXPANSE, produit à la fois extrêmement résistant et léger.

Les trois éléments de chaque volée une fois en place sont solidarisés et scellés définitivement.

Suivant l'usage auquel sont destinés ces escaliers, les marches et contremarches resteront soit en béton poli ou seront recouvertes de granito coulé ou de marbre.

La composition du béton des éléments de volées d'escaliers est :

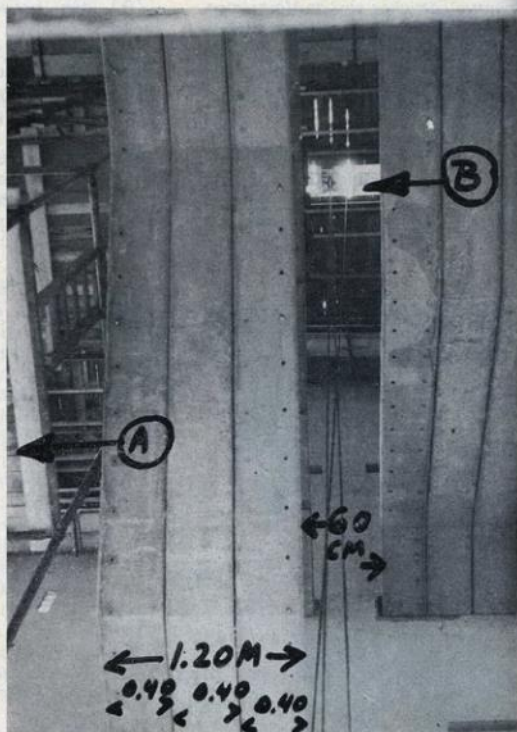
- 800 l. de gravier 5/15
- 400 l. de sable du Rhin
- 350 kg. de ciment P.A.H.R.

(Dans la Tour, quatre petites portions d'escaliers sont à couler sur place.)

Cette ingénieuse conception, appliquée avec une précision remarquable, a permis de monter et de mettre en place 162 éléments d'escaliers représentant 243 Tonnes, en 28 jours.

Le premier élément a été posé de la manière décrite ci-dessus, le 23 juillet, c.à.d. lorsque le coffrage glissant était à 25,60 m. de haut. Etant donné que la cage d'accès suspendue au plancher du coffrage glissant mesure 12 m., l'opération de mise en place définitive des volées d'escaliers a débuté pratiquement au niveau de 13,60 m.

35



Montée des éléments d'escaliers. 3 éléments de 40 cm par volée 1,20 m - Espace entre volées 60 cm. — (A) Le bas de la cage d'accès - (B) Le treuil de levage des éléments, installé sur le plancher de la plate-forme du coffrage glissant.

Ophijzen der trapelementen. 3 elementen van 40 cm per voute van 1,20 m - Ruimte tussen de voutes 60 cm. — (A) De onderkant van de toegangskooi. - (B) De hijslier voor het hijsen der elementen opgesteld op de werkvloer van de glijdende bekisting.

(*) On aperçoit aussi sur cette photo les épargnes entre-distances de 2,50 m par lesquelles on passait les tôles d'acier servant d'appui aux tubes d'ascension du coffrage glissant. Notez aussi la cage d'accès à la plate-forme.



PLAN INCLINE DE RONQUIERES

GENIE CIVIL
ASSOCIATION MOMENTANEE
DES SOCIÉTÉS ANONYMES



C.F.E.
SOGETRA

COMPAGNIE BELGE DE CHEMINS DE FER ET D'ENTREPRISES

S.B.B.

SOCIETE GENERALE DE TRAVAUX

SATERCO

SOCIETE BELGE DES BETONS

SOCOL

SOCIETE DE TERRASSEMENTS ET DE CONSTRUCTIONS

SOGEPAR

SOCIETE DE CONSTRUCTIONS ET D'ENTREPRISES GENERALES

SOCIETE DE GESTION ET DE PARTICIPATION

SIEGE ADMINISTRATIF : 33 RUE DE L'INDUSTRIE · BRUXELLES

TEL : 12.51.50

§ 4. — L'exécution des planchers intermédiaires.

La Tour est pourvue de 15 planchers situés à des hauteurs variables et qui servent également comme raidisseurs de l'ensemble de l'ouvrage.

Sur ces 15 planchers : 2 ont été exécutés de la manière classique; 13 ont été bétonnés sur plateaux mobiles.

Ces 13 planchers sont coffrés, ferrillés et bétonnés sur des plateaux de travail constitués de poutrelles métalliques PEINER (voir fig. 2 page 26) avec abouts télescopiques et d'un platelage en bois. Les différentes poutrelles PEINER sont liaisonnées entre elles par des doubles fers U et des tubes.

Sur la photo 38 on aperçoit les divers éléments décrits ci-dessus.

Remarquez la passerelle en construction tubulaire suspendue sous le plateau et permettant au personnel d'accéder aux vis sans fin qui servent soit à coulisser le dispositif d'ancrage du plateau dans les épargnes ad-hoc laissées dans les parois au cours du bétonnage, soit à rétracter le dispositif d'ancrage pour libérer le plateau, le plancher une fois terminé.

Un tel platelage est monté à blanc, le premier sur la semelle de fondation.

Une fois le coffrage glissant arrivé au niveau 122.30 (34,80 m.), le plateau a été hissé dans le vide de la Tour jusqu'à ce niveau, à partir de la plate-forme de travail du coffrage glissant, au moyen de 8 câbles actionnés par 8 TIRFOR.

A cet endroit, les abouts télescopiques des poutrelles PEINER dont nous venons de parler, ont été glissés dans toutes les encoches prévues à cet effet dans les parois de la Tour et tout le platelage est alors fixé rigidement dans ces encoches. A partir de ce moment, le plancher en béton a pu être réalisé sur ce platelage.

Une fois ce plancher en béton (à 34,80 m.) suffisamment résistant pour se porter seul, le platelage a été descendu au moyen de 8 câbles et des 8 TIRFOR, prenant cette fois-ci appui sur le plancher en béton terminé, après déblocage des abouts des poutrelles, jusqu'au niveau du plancher immédiatement inférieur, où l'opération fut recommencée.

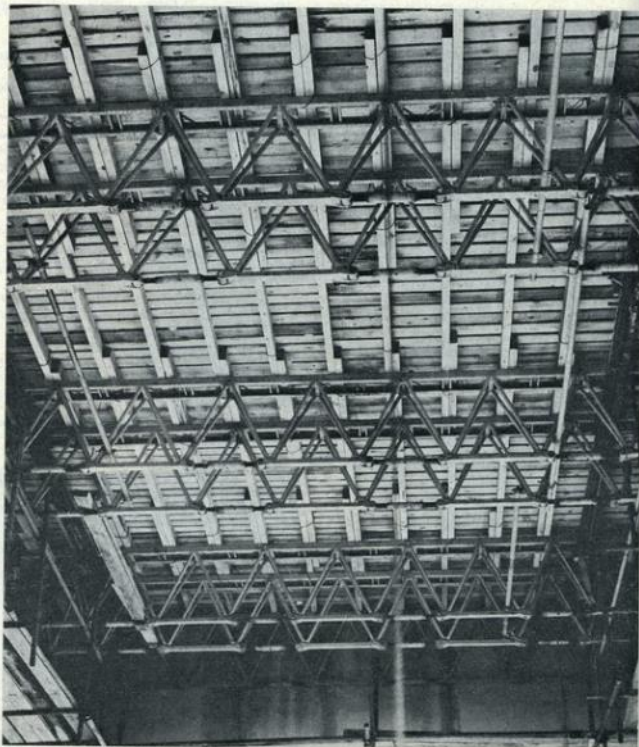
Le même processus est réalisé avec un second platelage, monté à blanc au niveau 122.30 (34,80 m.) pour l'exécution des planchers entre le niveau 168 (80,50 m.) et 122.30 (34,80 m.).

Un troisième plateau similaire a été monté à blanc au niveau 168 (80,50 m.) et a servi à bétonner les planchers supérieurs.

Les quelques dates citées ici à titre d'exemple, permettront de se faire une idée de l'avancement de cette phase des travaux :

- Le plancher au niveau de 34,80 m. a été bétonné le 7 août 1963.
- Le plancher au niveau immédiatement en-dessous, c.à.d. 22 m., a été bétonné le 6 septembre 1963.

- Le même jour, le plancher à 80,50 m. était bétonné au moyen du 2^{me} plateau.
- Le 19 septembre, le plancher à 17 m. était bétonné au moyen du 1^{er} plateau.
- Le 21 septembre, le plancher à 118 m. était bétonné au moyen du 3^{me} plateau.
- Le 8 octobre, le toit de la Tour était bétonné à 156 m., alors que les parois étaient terminées le 3 octobre.
- Le 11 octobre, le plancher à 9,24 m. était bétonné au moyen du 1^{er} plateau.
- Le 17 octobre, le plancher à 49,50 m. était bétonné au moyen du 2^{me} plateau, etc...



38

Vue d'un plateau coulissant servant de support au coffrage des planchers. Notez les fermes PEINER, le plancher rétractable pour tenir compte du fruit de la Tour, la passerelle de service suspendue à des éléments tubulaires.

Zicht op een glijdende plaat, welke tot steun dient aan de bekisting van de vloeren. Merk de PEINER gebinten, de wegneembare vloer om rekening te houden met de versmalling van de Toren, de dienststeiger opgehangen aan de buiselementen.

§ 4. — De uitvoering der bordesvloeren.

De toren heeft 15 bordesvloeren op verschillende hoogtes, welke dienen als verstijvingselementen van het hele bouwwerk.

Op 15 van deze vloeren werden : 2 uitgevoerd volgens de klassieke methode, 13 werden gegoten vanaf de mobiele vloeren.

Deze 13 vloeren werden ingekist, bewapend en gegoten op de werkvloeren, gevormd door stalen PEINER profielen (zie fig. II, blz. 26) met uitschuifbare uiteinden en een houten bevoering. De verschillende PEINER balken zijn onderling met U profielen en buizen verbonden. Dit kan men op foto 38 bemerken.

Bemerk eveneens de buissteiger welke onder het platform is opgehangen en waarlangs het personeel tot bij de wormas geraakt, waarmede het verankeringssysteem van de werkplaat in de uitsparingen ad-hoc wordt geschoven (tijdens het gieten van het beton in de muren gelaten) hetzij om het verankersysteem terug te draaien en de plaat vrij te maken als de vloer gegoten is.

Deze bevoering wordt op voor-

hand opgemaakt, de eerste op de grondplaat. Zodra de glijdende bekisting op peil 122,30 (34,80 m) kwam, werd de plaat in de Toren gehesen vanaf het werkplatform middels 8 TIRFOR met staaldraad. Hier werden de uitschuifbare eindende van de PEINER balken in de daartoe voorziene openingen geschoven en gans de bevoering werd daarna stevig vastgemaakt in deze uitsparingen. Van dan af kon de betonnen vloer op deze plaat gegoten worden.

Zohast deze betonnen vloer voldoende verhard was (op 34,80 m) om zelfdragend te worden, werd de plaat, nadat de eindende van de stalen balken waren losgemaakt, neergelaten middels de 8 TIRFOR, welke deze maal waren opgehangen aan de zopas beëindigde vloer, tot op de hoogte waarop de onmiddellijk lagerliggende vloer voorzien was, waar alles herbegon.

Hetzelfde procédé werd gevolgd met een tweede plaat, op voorhand gereed gemaakt op peil 122,30 (34,80 m) voor de uitvoering der vloeren tussen peil 168 (80,50 m) en 122,30 (34,80 m).

Een derde plaat werd gereedge-

maakt op peil 168 (80,50 m) en diende voor de constructie der hogergelegen vloeren.

Enkele data welke hieronder geciteerd worden zullen U een idee geven van het tempo waarop deze fase van de werken vooruitging.

- De vloer op hoogte 34,80 m werd gegoten op 7 augustus 1963.
- De onmiddellijk lagerliggende vloer, n.l. deze op 22 m hoogte, werd gegoten op 6 september 1963.
- Op dezelfde datum werd de vloer op hoogte 80,50 m gegoten met de tweede bevoering.
- Op 19 september volgde de vloer op hoogte 17 m, middels de eerste bevoering.
- Op 21 september volgde de vloer op 118 m hoogte, middels de derde plaat.
- Op 8 oktober werd het dak van de Toren voltooid, wanneer de muren reeds op 3 oktober af waren.
- Op 11 oktober werd de vloer op hoogte 9,24 m gegoten met de eerste plaat.
- Op 17 oktober volgde dan de vloer op 49,50 m hoogte met de tweede plaat, enz.



Nous avons ainsi décrit toutes les phases du travail réalisées grâce au coffrage glissant SIEMCRETE « IN », de même que les équipements montés sur la plateforme de ce coffrage et comment ces équipements ont été utilisés.

§ 5. — L'installation de bétonnage.

L'installation de bétonnage ELBA utilisée par l'Association pour préparer le béton des ouvrages de la tête amont, fait l'objet de la photo n° 39.

Elle comporte :

- L'étoile de stockage et de dosage à 4 compartiments : capacité totale 1.450 m³.
- Une tourelle centrale avec dragline et flèche mobile de 20 m.
- Les 4 silos à ciment de 50 T., la trémie d'attente de 3,4 m³ avec registre de sortie à vérin électrique monté sur portique EP40.
- Les 4 vis transporteuses à ciment.
- Le malaxeur ELBAMIX à contre-courant.
- Le monorail à béton partant de la trémie de l'installation de bétonnage vers la Tour.

La production horaire de la centrale est de l'ordre de 30 m³/h.

CONCLUSION

L'intérêt que suscite Ronquières est mérité, tant au point de vue de la conception de l'ouvrage que du point de vue de son exécution.

La manière remarquable dont sont exécutées toutes les phases de cet extraordinaire complexe et la puissance et le modernisme des moyens mis en œuvre, aussi bien pour le terrassement que pour les ouvrages de génie civil, font de ce chantier — on peut le dire sans exagération — un des chantiers vedettes dans le monde.

Nous traiterons en détail, dans un prochain numéro de cette revue, des travaux de terrassement encore en cours.

Maintenant, la Tour, située au cœur de ce superbe ouvrage, est achevée et nous avons vu que son édification peut être considérée comme un exemple de planning et d'exécution rationnelle dans tous les détails.

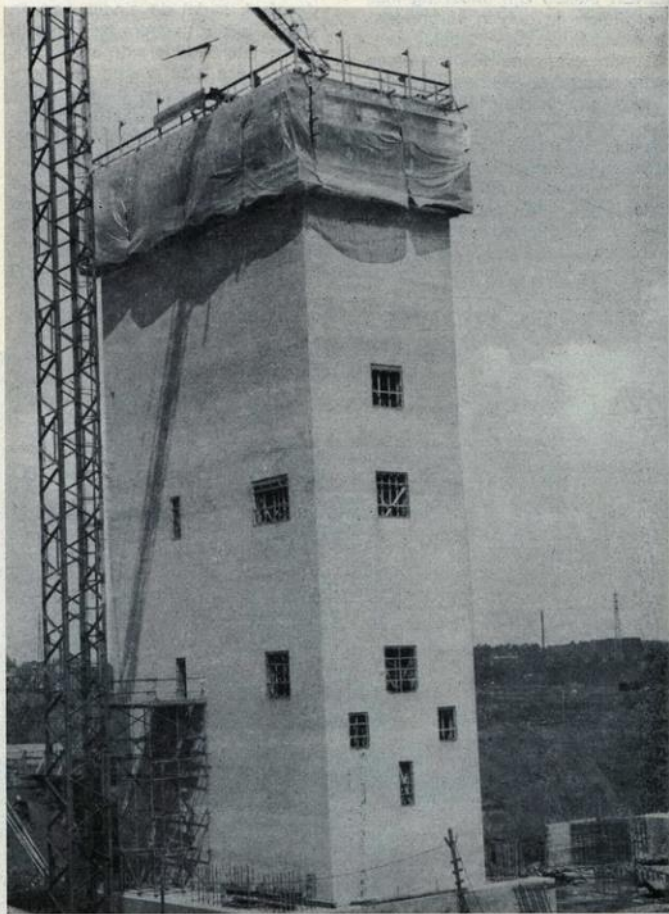
Pour les centaines d'hommes qui travaillent jour et nuit à Ronquières, dans toutes les conditions atmosphériques, cette Tour est le symbole de la réussite de leurs efforts.

Si le maître d'œuvre doit être félicité, les ingénieurs et ouvriers des Entreprises formant l'Associa-

tion ont prouvé qu'en Belgique on ne manque ni d'intelligence, ni d'imagination, ni de courage.

Peu importe la langue que parlent les hommes sur le chantier de cette artère vitale reliant la Wallonie à la Flandre, ils se sont compris et c'est cela qui compte en Belgique !

40



Première phase.

Erste fase

Wij hebben zodoende al de werkfazen beschreven welke met de glijdende bekisting SIEMKRETE «IN» werden uitgevoerd, terzelfdertijd als de uitrustingen welke op het platform van deze bekisting werden gemonteerd en hoe ze werden aangewend.

§ 5. — De betoninstallatie.

De betoninstallatie ELBA door de Vereniging aangeschaft voor het bereiden van het beton voor de bouwwerken aan het bovenhoofd, staat op foto 39 afgebeeld.

Deze installatie bestaat uit :

- De centrale draaitoren met sleepbak en beweegbare giek van 20 m,
- De vier cementsilo's van 50 Ton, de wachtsilo van 3,4 m³ met pneumatisch bediende stortklep,
- De 4 cementschroeven,
- De betonmenger ELBAMIX (type EP40).

- De stervormige opslagruimte en doseerinrichting met 4 afdelingen : totale capaciteit 1450 m³,
- De looprail voor beton vanaf de silo van de betoncentrale naar de Toren.

De betoncentrale produceert 30 m³/u.

BESLUIT

De belangstelling welke Ronquières verwekt is wel verdiend, zowel door het idee van het bouwwerk als door de manier van uitvoering.

De merkwaardige wijze waarop de diverse fazen van dit buitengewone bouwwerk zijn uitgevoerd en de kracht en het modernisme van de aangewende middelen, zowel voor de grondwerken als voor de bouwkundige werken maken van deze werf — men mag dit zonder enige overdrijving zeggen — een der vedettewerven in de wereld.

In een volgend nummer van deze revue zullen wij de thans nog

aan de gang zijnde grondverzettingswerken verder beschrijven.

De Toren, in het hart van dit machtig bouwwerk, is thans voltooid en wij hebben gezien dat de oprichting ervan mag beschouwd worden als een voorbeeld van planning en rationele uitvoering in alle details.

Voor de honderden mensen welke dag en nacht te Ronquières aan het werk zijn, bij alle weer, is deze Toren het symbool van het welslagen van hunne inspanningen.

Verdiend de bouwheer hiervoor alle lof dan hebben de ingenieurs en de werklui van de ondernemingen welke de Vereniging onderschreven, bewezen dat er in België geen gebrek is aan verstand, verbeelding noch moed.

Van minder belang is de taal waarin de mensen van deze werf op deze belangrijke ader, welke Vlaanderen met Wallonië verbindt, tot elkaar spraken ; zij verstonden elkaar en dat is wat telt in België.



Deuxième phase.

41

Tweede fase.

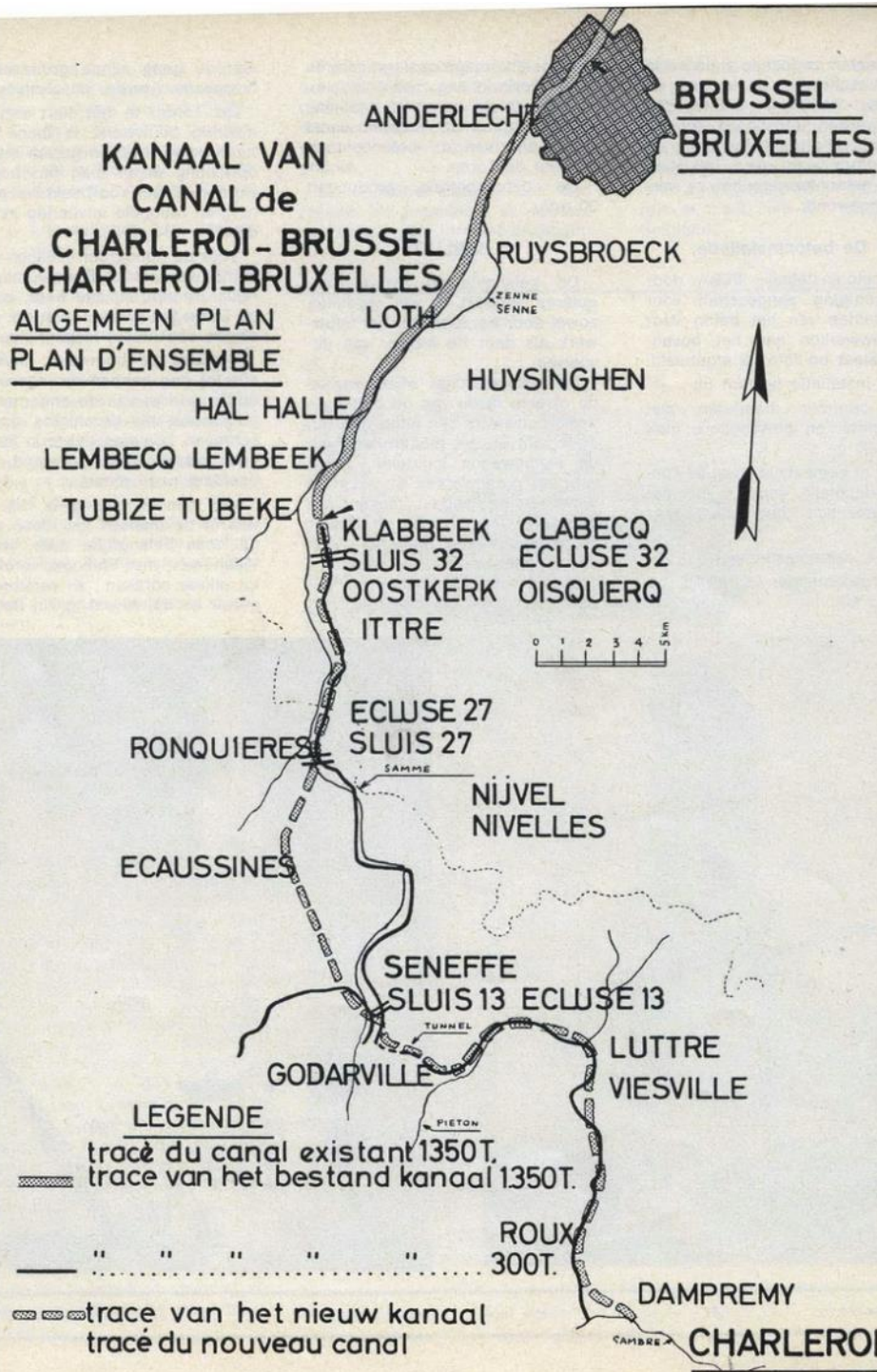


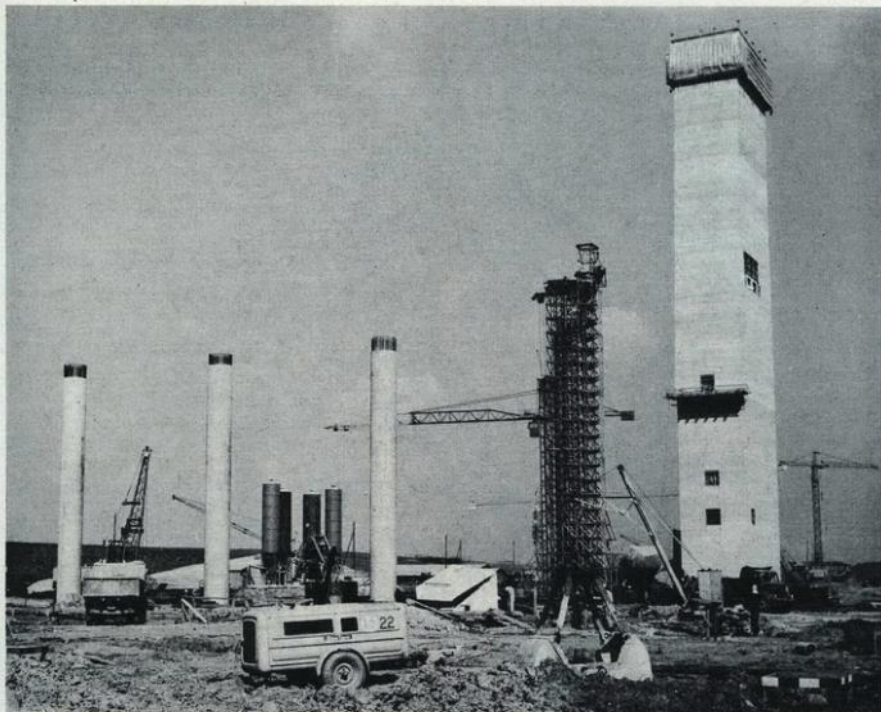
Dernière phase.

42

Laatste fase.

**KANAAL VAN
CANAL de
CHARLEROI - BRUSSEL
CHARLEROI-BRUXELLES**
ALGEMEEN PLAN
PLAN D'ENSEMBLE





DOCUMENTATION

Ministère des Travaux Publics ;
Conférences de M. le Professeur
G. Willems, Secrétaire Général
du M.T.P. ;

Service des Canaux Houilliers ;

Entreprises :

Compagnie Belge de Chemins
de Fer et d'Entreprises (CFE),
Société Générale de Travaux
(SOGETRA),

Société Belge des Bétons (SBB),

Société de Terrassements et de
Constructions (SATERCO),

Société de Gestion et de Parti-
cipation (SOGEPAR),

Société de Constructions et d'En-
treprises Générales (SOCOL) ;

P. & M. Cassart ;

Atlas Copco ;

Siemens Bau Union.

DOKUMENTATIE

Ministerie van Openbare Werken ;
Conferenties van de Heer Profes-
sor G. Willems, Secretaris-Generaal van M.O.W. ;

Dienst der Kanalen van het Steen-
kolenbekken ;

Ondernemingen :

Compagnie Belge de Chemins
de Fer et d'Entreprises (CFE),
Société Générale de Travaux
(SOGETRA),

Société Belge des Bétons (SBB),

Société de Terrassements et de
Constructions (SATERCO),

Société de Gestion et de Parti-
cipation (SOGEPAR),

Société de Constructions et
d'Entreprises Générales (SO-
COL) ;

P. & M. Cassart ;

Atlas Copco ;

Siemens Bau Union.

TABLE DES MATIÈRES

LA TROISIÈME DIMENSION DU PLAN INCLINÉ DE RONQUIÈRES

	Page
TITRE I. — Le complexe de Ronquières	2
Chapitre I : Le principe et la raison du Plan Incliné	4
Chapitre II : Description des Travaux : Travaux de Génie Civil - Les bacs - L'Équipement Electro-Mécanique	6
§ 1 — Travaux de Génie civil	8
a) Les terrassements.	
b) La tête aval du Plan Incliné.	
c) Les trémies du Plan Incliné.	
d) La tête amont du Plan Incliné.	
e) Le pont canal.	
f) Les hauts remblais.	
§ 2 — Autres travaux	10
TITRE II. — La Tour de Ronquières	10
Chapitre I : But et description de la Tour	12
Chapitre II : Les fondations de la Tour	14
§ 1 — Les caractéristiques du sol	14
§ 2 — Les terrassements - L'excavation	16
§ 3 — Les puits	18
A) Caractéristiques des puits	18
B) Exécution des puits	18
1) Creusement des puits	18
2) Bétonnage des puits	20
§ 4 — La semelle de la Tour	22
Chapitre III : Construction de la Tour proprement dite	24
§ 1 — Le système de coffrage glissant adopté à Ronquières	24
1) Forme de la Tour - Épaisseur des parois.	
2) Montage progressif des escaliers.	
3) Acheminement des matériaux.	
4) Les planchers intermédiaires.	
5) Sécurité du personnel - Facilités pour le placement des armatures - Verticalité de l'opération de glissement - Simplicité de marche.	
§ 2 — Les parois de la Tour et de la cage d'ascenseur	24
— Les tubes d'ascension	28
— Les mandrins	28
— Les dispositifs de levage	28
— La pompe	30
— L'étrier métallique	30
— Les plates-formes de travail	30
— Le béton	34
— Variations d'épaisseur des parois.	
— Obliquité de la paroi Sud	34
— Modification de coffrages	36
— Détails de l'avancement du bétonnage des parois de la Tour, y compris la cage d'ascenseur	39
— L'aménée du béton et des aciers	40
a) Amenée du béton	40
b) Amenée des aciers	42
§ 3 — Le placement des volées d'escaliers	42
— Pourquoi mettre en place définitivement les escaliers, au fur et à mesure de la montée des parois ?	42
— Comment monter et placer les volées d'escaliers ?	42
§ 4 — L'exécution des planchers intermédiaires	46
§ 5 — L'installation de bétonnage	48
Conclusion	48
Documentation	51

INHOUDSTAFEL

DE DERDE DIMENSIE VAN HET HELLEND VLAK VAN RONQUIÈRE

TITEL I. — Het complex van Ronquières	2
Hoofdstuk I : Het Hellend Vlak : het princip en reden van uitvoering	4
Hoofdstuk II : Beschrijving der Werken : De Burgerlijk Bouwkundige Werken - De bakken - De electromechanische uitrusting	6
§ 1 — De Burgerlijk Bouwkundige Werken	8
a) De grondwerken.	
b) Het benedenhoofd van het Hellend Vlak.	
c) De beddingen van het Hellend Vlak.	
d) Het bovenhoofd van het Hellend Vlak.	
e) De kanaalbrug.	
f) De ophogingen.	
§ 2 — Andere werken	10
TITEL II. — De Toren van Ronquières	10
Hoofdstuk I : Zijn doel in het complex - Zijn beschrijving	12
Hoofdstuk II : De funderingen van de Toren	14
§ 1 — De kenmerken van de grond	14
§ 2 — De grondwerken - Het uitgraven	16
§ 3 — De funderingsputten	18
A) Kenmerken der putten	18
B) Uitvoering der putten	20
1) Het graven	18
2) Het betonneren	20
§ 4 — De grondplaat van de Toren	22
Hoofdstuk III : De constructie van de eigenlijke Toren	24
§ 1 — Het systeem der glijdende bekisting te Ronquières van toepassing	24
1) Vorm van de Toren - Dikte der wanden.	
2) Geleidelijke opbouw der trappen.	
3) Aanvoer der materialen.	
4) De bordesvloeren.	
5) De veiligheid van het personeel Schikkingen voor het gemakkelijk plaatsen der wapening - De loodrechte uitvoering der glijverrichting - De eenvoud van werking.	
§ 2 — De wanden van de Toren en van de liftkoker	24
— De opstaande buizen	28
— De draaikoppen	28
— De hefwerktuigen	28
— De pomp	30
— De stalen beugel	30
— De mobiele werkvloeren	30
— Het beton	34
— Schuif van de zuidmuur	36
— Wijziging in de dikte der muren	39
— Details van de vorderingen tijdens het betonneren van de wanden van de toren, inclusief de liftkoker	40
— De aanvoer van het beton en het staal	40
a) van het beton	40
b) van het staal	42
§ 3 — Het plaatsen van de traptreden	42
— Waarom de trappen definitief aangebracht naargelang het vorderen van de muren ?	42
— Hoe werden de traptreden naar omhoog gebracht en geplaatst ?	42
§ 4 — De uitvoering der bordesvloeren	46
§ 5 — De betoninstallatie	48
Besluit	48
Dokumentatie	51



NOUS AVONS FOURNI POUR LE CHANTIER DE RONQUIERES...

Trois wagon-drills Atlas Copco type BVB 61 sur chenilles pour le forage dans les schistes siluriens. Ces wagon-drills modernes sont les derniers-nés de la série "Tracfors". Chaque machine conduite par un seul homme a atteint une moyenne journalière de forage de l'ordre de 200 m à 250 m soit au total pour les trois machines en moyenne 800 m de forage ou 3.000 à 3.500 m³ de roche en place.

Plus de 15 compresseurs mobiles Atlas Copco des gammes UT, VT et PR sont utilisés pour les différentes phases du travail et répartis sur l'ensemble du chantier. A l'avant-plan un compresseur Atlas Copco type PR 600 Dd actionnant un des Tracfors.

5372



Spécialistes de l'air comprimé

Atlas Copco

Vente et service après-vente assurés par :

ATLAS COPCO BELGIQUE S.A., 44-46, chaussée d'Anvers - BRUXELLES 1 - Tél. 02/18.45.45.

AGENCES : ANVERS, CHARLEROI, IZEGEM, LIÈGE, LUXEMBOURG.

de moeilijkste problemen zijn **100 % opgelost**

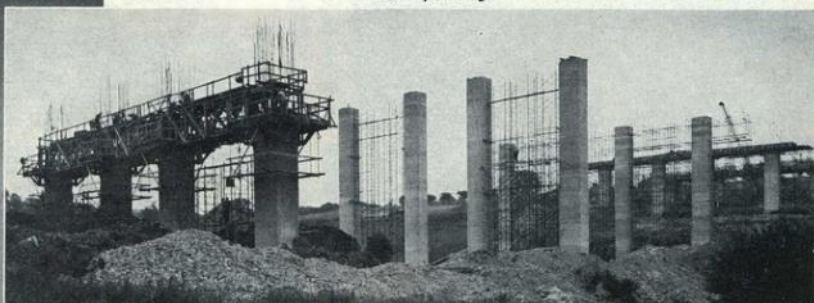
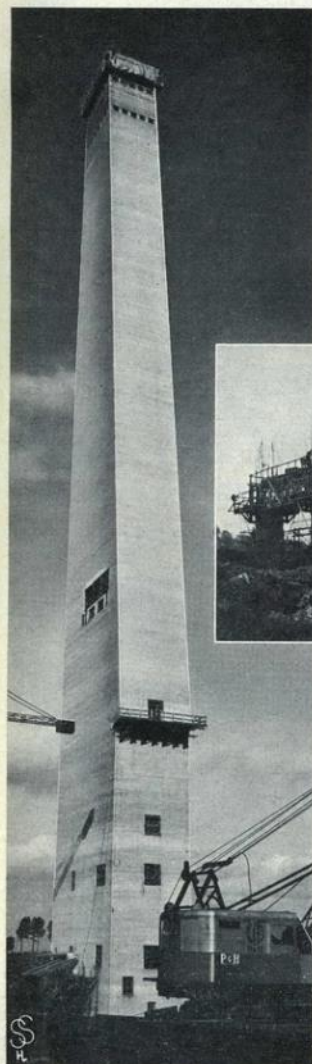
door het gebruik van de

GLIJBEEKISTINGEN

systeem "SIEMCRETE" IN - Procédé SIEMENS

- hydraulische vizzels
- twee werkvloeren
- vlechten van betonstaal vergemakkelijkt door een normale arbeidspositie
- stalen bekisting
- gebruik van alle betonpuin

BRUG Nr 45 te BATTICE : Pijlers van tot 25 meter gegleden met een gemiddelde snelheid van 6 meter per dag.



TOREN VAN RONQUIERES : 159 m 10

De hoogste belgische constructie uitgevoerd in 34 dagen glijding.

- het vermogen van de hydraulische vizzels laat het gemakkelijk plaatsen van tussenvloeren toe. De bekistingen worden van op de werkvloeren naar boven getrokken.
- eventueel betoneren zonder kranen door behulp van hijslieren van op de werkvloeren.

de glijbekistingen zijn speciaal aanbevolen

voor het bouwen van :

TORENS - RESERVOIRS - SILO'S

BRUG PIJLERS - enz...

N. V.
produits
métallurgiques

P. & M. CASSART

Havenlaan 120-124 - Tel. : 26.98.14

BRUSSEL 2

sur tous
les grands
chantiers



LIEBHERR

et au Plan Incliné de Ronquières



KLÖCKNER-BAMACO

100, AVENUE DE LA BRABANÇONNE - BRUXELLES - TEL. 35