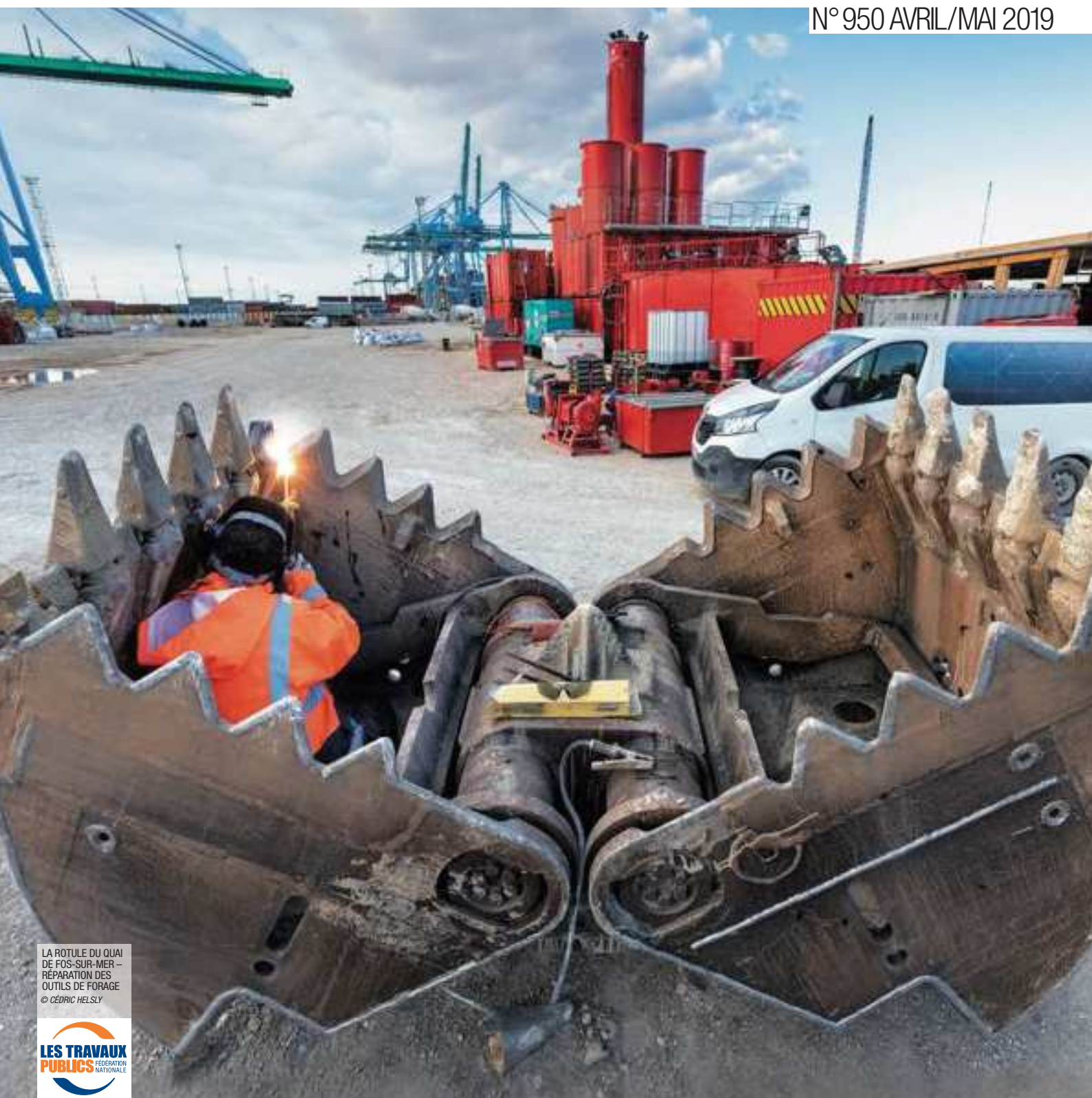


TRAVAUX

REVUE TECHNIQUE DES ENTREPRISES DE TRAVAUX PUBLICS

SOLS ET FONDATIONS. INSTRUMENTATION DYNAMIQUE DE PIEUX PAR FIBRE OPTIQUE. NOUVEAU PARKING JEAN-JAURES A TOULOUSE. HONG KONG TMCLK - "Y-PANELS". GRAND PARIS EXPRESS : PUIITS DE DEPART LIGNE 15 SUD ET GARE DE SAINT-MAUR-CRETEIL. VILLA ENGELIN A MONACO. DEVIATION DE LA RN 19 A BOISSY-SAINT-LEGER. DEVELOPPEMENT DU POLDER DE BREST. ROTULE DU QUAI DE FOS-SUR-MER. REHABILITATION DU SITE DE CLARIANT (68). BOULEVARD URBAIN SUD DE MARSEILLE

N°950 AVRIL/MAI 2019



LA ROTULE DU QUAI
DE FOS-SUR-MER -
REPARATION DES
OUTILS DE FORAGE
© CÉDRIC HELSLY



© PHOTOTHÈQUE ARCADIS

VILLA ENGELIN À MONACO

AUTEURS : CHRISTINE MORLOCK, CHEF DE PROJET, INGÉNIEUR GÉOTECHNICIEN, ARCADIS - PIERRE-YVES LEBLANC, CHEF DE PROJET, ARCADIS - CHRISTIAN MARCHAT, DIRECTEUR TECHNIQUE STRUCTURE, ARCADIS

LE PROJET VILLA ENGELIN RASSEMBLE DES MODES DE SOUTÈNEMENT VARIÉS POUR ÉTABLIR UN SOUTÈNEMENT DE GRANDE HAUTEUR : MICROBERLINOISE TIRANTÉE D'UNE VINGTAINE DE MÈTRES DE HAUT SURPLOMBANT UNE PAROI MOULÉE D'UNE TRENTAINE DE MÈTRES DE PROFONDEUR ASSOCIÉE À UNE DALLE TRANSFERT DE FORTE ÉPAISSEUR, PIÈCE MAÎTRESSE DU PROJET QUI A PERMIS D'APPLIQUER LA MÉTHODE UP & DOWN ET DE RÉDUIRE AINSI FORTEMENT LE DÉLAI DE CONSTRUCTION.

PRÉSENTATION DU PROJET ET DE SON ENVIRONNEMENT

La principauté de Monaco a lancé un plan de construction de logements domaniaux dans lequel s'inscrit le projet villa Engelin (figure 1).

Le projet comporte 31 niveaux dont 9 niveaux de sous-sol, 5 d'entresol et 17 de superstructure. Il est implanté en entrée Ouest de Monaco à côté des serres du jardin botanique et le long de la frontière avec la France.

**1- La tour
finie.**

**1- The
finished
tower.**

La réalisation des niveaux de sous-sol et d'entresol a nécessité des terrassements importants avec notamment la réalisation d'une microberlinoise tirantée pour le soutènement de l'avenue Hector Otto afin de permettre la



4

© PHOTOTHÈQUE ARCADIS

4- Vue
d'ensemble
du chantier.
5- Micro-
berlinoise.

4- General
view of the
project.

5- Micropile
Berlin wall.

Des barbacanes régulièrement réparties permettent d'évacuer l'eau vers un exutoire pérenne.

CONCEPTION ET EXÉCUTION DE LA PAROI MOULÉE

À la suite de la réalisation de la paroi micro-berlinoise, les parois moulées ont été réalisées à partir du niveau bas du boulevard du Jardin Exotique.

Pour les calculs, on a retenu 9 coupes de calcul différentes en fonction des sols et, notamment, des charges apportées par les avoisinants.

Cette paroi de hauteur 25 m auxquels il faut rajouter 3 m de fiche, se com-



5

© PHOTOTHÈQUE ARCADIS



6



7

pose de panneaux d'épaisseur 0,80 m et de longueur 2,80 m. Elle est ferrillée pour reprendre les efforts de poussée statique des terrains mais aussi ceux dus au séisme dont le risque est important en principauté de Monaco.

Le phasage de réalisation en *up & down* a demandé notamment de réaliser les planchers d'infrastructures suspendus les uns aux autres. De ce fait la paroi moulée a été butonnée par les planchers de parking tant en phase provisoire qu'en phase définitive, les voiles intérieurs des parkings ont été réalisés avant les terrassements sous forme de barrettes et ont donc

6- Creusement de la paroi moulée.

7- Vue générale du chantier.

8- Terrassement des sous-sols.

9- Technique *up & down*.

6- Diaphragm wall excavation.

7- General view of the site.

8- Basement earthworks.

9- Up & down technique.

pu servir d'appuis pour les planchers. Une optimisation structurelle a permis d'ouvrir des passes de terrassement de hauteur 5,80 m offrant ainsi plus de liberté à la réalisation du plancher et au terrassement en taupe. Cette technique a permis de s'affranchir de tirants et de butons (figures 6 à 9).

Ainsi ces choix constructifs ont permis d'avoir un impact favorable sur le délai de la construction.

DALLE DE TRANSFERT

À partir de l'arase supérieure des parois moulées décrites ci-dessus, des voiles d'épaisseur identique ont été réalisés

créant ainsi le premier niveau d'entresol. Ces voiles ont été surmontés d'une dalle transfert d'épaisseur 1,50 m, qui est une des pièces maîtresses du projet. Cette dalle a été le point de départ du phasage en *up & down* permettant ainsi de transférer les efforts de la superstructure à l'infrastructure à la fois en phase provisoire et en phase définitive. Une étude et un dimensionnement spécifique ont été menés avec le fournisseur de coffrage afin de limiter au maximum les flèches au coulage et au décoffrage.

Cette dalle se situe à la cote 123.5 NGM, soit 6,5 m au-dessus du terrain naturel dans ce secteur (boulevard des Jardins Exotiques à la cote 117 NGM), d'où la technique utilisée pour la réalisation des voiles (figure 10).

CONTRÔLE ET SUIVI

Pendant le chantier (figure 5), de nombreux contrôles et suivis ont été réalisés pour s'assurer de la stabilité de la paroi et des mitoyens. Pour cela, il a été mis en place :

- Des inclinomètres ;
- Des cibles topographiques en tête de paroi puis régulièrement sur la paroi ;
- Des cibles topographiques sur les façades des bâtiments mitoyens.

Ces cibles étaient relevées de façon continue à l'aide d'un théodolite automatique.

Les mouvements étaient analysés de façon hebdomadaire par l'entreprise et la maîtrise d'œuvre.

Aucun mouvement significatif n'a été observé pendant les travaux. ▽



8



9



10

© PHOTOTHÈQUE ARCADIS

10- Vue générale de la dalle transfert et des voiles en cours de ferrailage et bétonnage.

10- General view of the transfer slab and shear walls undergoing reinforcement and concreting.

Les seuils de déplacements imposés dans le CCTP n'ont jamais été atteints ni dépassés.

D'autre part, des essais de contrôles sur les clous ont été menés conformément au CCTP et selon la norme NF P94-153. Ils étaient tous conformes. □

PRINCIPAUX INTERVENANTS

MAÎTRE D'OUVRAGE :

Direction des Travaux Publics de Monaco

MAÎTRISE D'ŒUVRE :

Groupement Architectes F + e + o (Arch Monaco + Emmanuel et Olivier Déverini) - Arcadis (BET Technique) - Eodd (BET HQE)

ENTREPRISE LOT 1.10

(Terrassements - Soutènements - Généraux) : Smetra-Alberti (Groupe Caroli)

INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE (mission géotechnique G3) : Arcadis

INGÉNIERIE STRUCTURE (Exécution) : Arcadis

PRINCIPALES QUANTITÉS

VOLUME DE DÉBLAIS TERRASSÉS : 51 500 m³

MICROPIEUX : 2 400 m

TIRANTS : 6 400 m

PAROI MOULÉE : 4 750 m²

BARRETTES : 2 630 m²

DALLE DE TRANSFERT :

- Épaisseur : 1,50m

- Béton : 2 333 m³

- Aciers : 404 t

ABSTRACT

VILLA ENGELIN IN MONACO

CHRISTINE MORLOCK, ARCADIS - PIERRE-YVES LEBLANC, ARCADIS - CHRISTIAN MARCHAT, ARCADIS

The Villa Engelin project was able to be completed in a very short time frame, even though it is situated on a narrow area of land with a very big difference in altitude (22 m). The very high retaining structure at the back of the site (50 m) was provided by an anchor-tied micropile Berlin wall (8 layers of tie anchors) about twenty metres high to establish a work platform from which a diaphragm wall about thirty metres deep was constructed. A very thick transfer slab, built as a superstructure 6.5 m above the diaphragm wall, formed the cornerstone of the project, making it possible to build by the up & down technique, executing simultaneously the 9 basement levels on one side and the 5 mezzanine levels on the other side, then the 17 superstructure levels. Thanks to this method, the project was completed more than six months ahead of schedule. □

VILLA ENGELIN EN MÓNACO

CHRISTINE MORLOCK, ARCADIS - PIERRE-YVES LEBLANC, ARCADIS - CHRISTIAN MARCHAT, ARCADIS

El proyecto Villa Engelin ha podido realizarse en un plazo muy breve pese a estar implantado en un terreno exiguo y con un desnivel muy pronunciado (22 m). El muro de contención de gran altura pendiente abajo (50 m) se ha llevado a cabo mediante una microberlinesa atirantada (8 lechos de tirantes) de unos veinte metros de altura para crear una plataforma desde la cual se ha realizado una pantalla de hormigón de unos treinta metros de profundidad. Una losa de transferencia de gran espesor, construida en superestructura a 6,5 m por encima de la pantalla de hormigón, ha sido la pieza maestra del proyecto: ha permitido realizar simultáneamente, mediante la técnica up & down, los 9 niveles de sótano, por una parte, y los 5 niveles de entresuelo, por otra, y seguidamente los 17 niveles de superestructura. Gracias a este método, la obra ha terminado con más de seis meses de antelación respecto al calendario previsto. □