

NEW SUEZ TUNNEL

CFMS

Webinair "Regards croisés sur la pratique de la géotechnique à l'international » - 2ème édition

09 Mai 2023



Tunnels routier de Suez

Projet de Développement du Canal de Suez

Construction de passages pour le Canal de Sue

Plusieurs tunnels routiers et ferroviaires

Client: EAAF

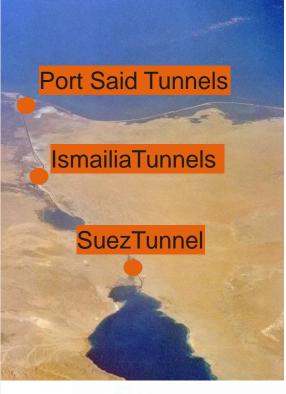
Exploitant: Suez Canal Authority

 Arcadis Client: Petrojet/Concord JV

• Ismailia Tunnel: 5km en bi-tube

Suez Tunnel: 3km en mono-tube









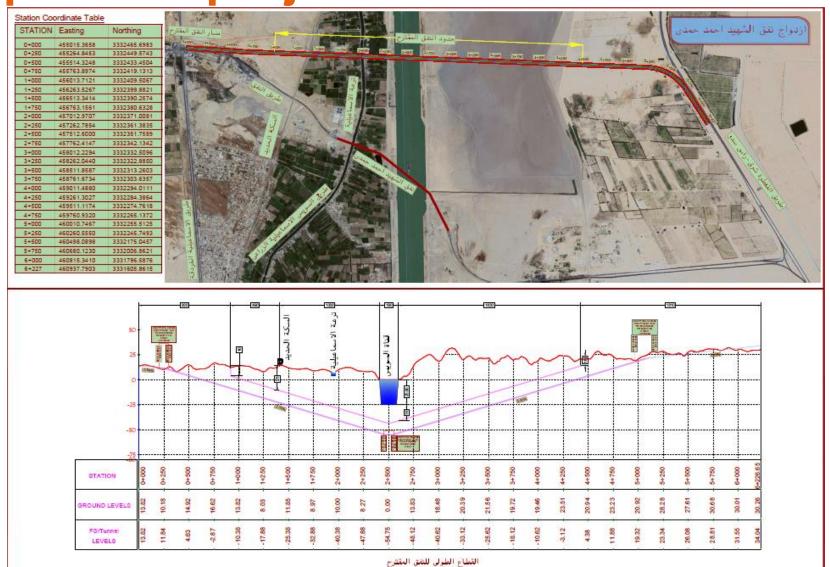






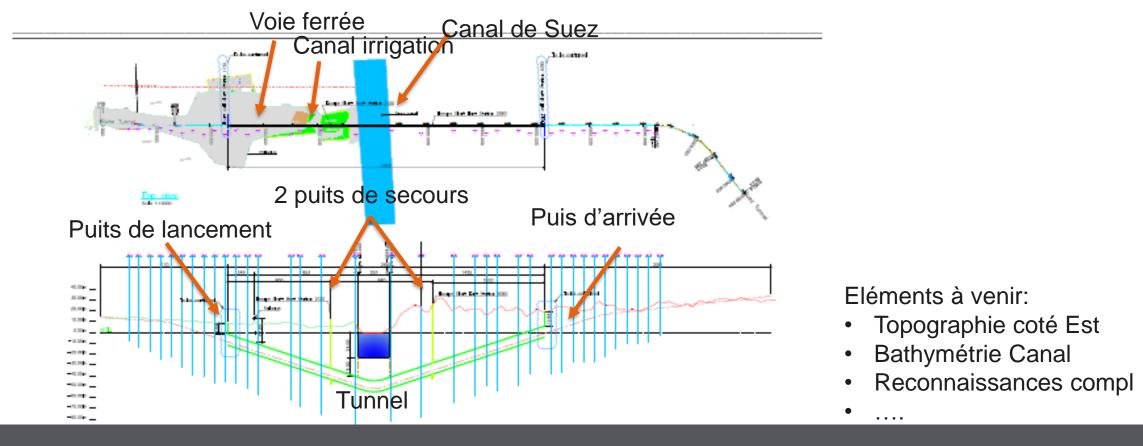


Description du projet





Alignement



Proposition d'alignement, position des ouvrages à confirmer



Planning

- > Puits de lancement ASAP
- ➤ Lancement du tunnelier quelques mois après démarrage des études- réutilisation d'un des tunneliers ayant servi au creusement des tunnels routiers d'Ismailia



Organisation et planning global non définis



H&S MOMENT

Gérer le stress et la pression



QUE DOIS-JE FAIRE?

- Penser avec les moyens et matériaux locaux
- Réfléchir avant de faire partager, échanger, anticiper

QUE DOIS-JE FAIRE?

Reconnaitre et respecter le rythme hebdomadaire différent entre l'Egypte et la France







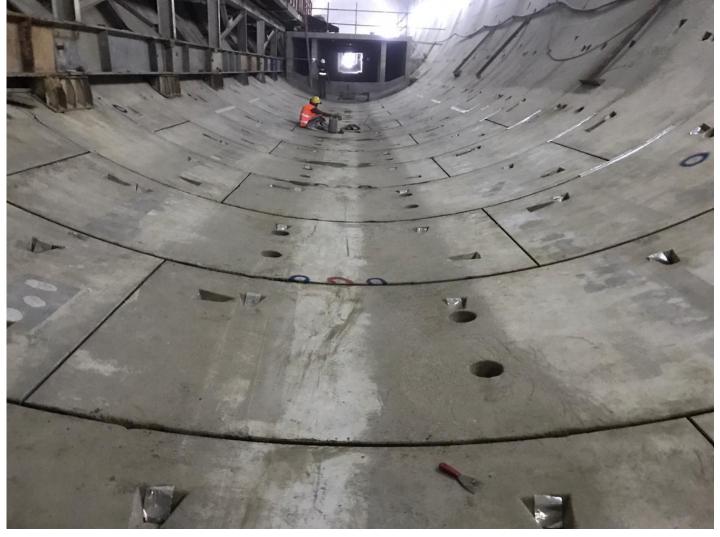








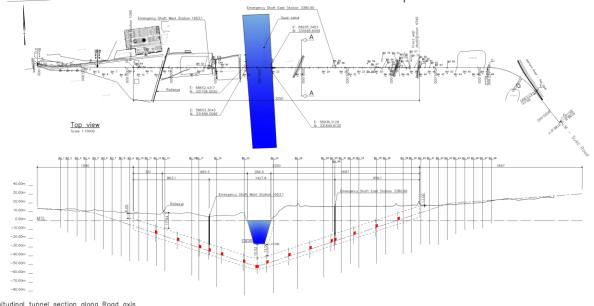




Man waiting for design drawings!

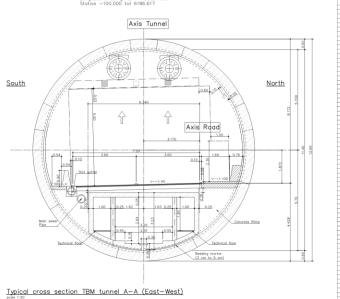


APPROCHE RETENUE



Longitudinal tunnel section along Road axis

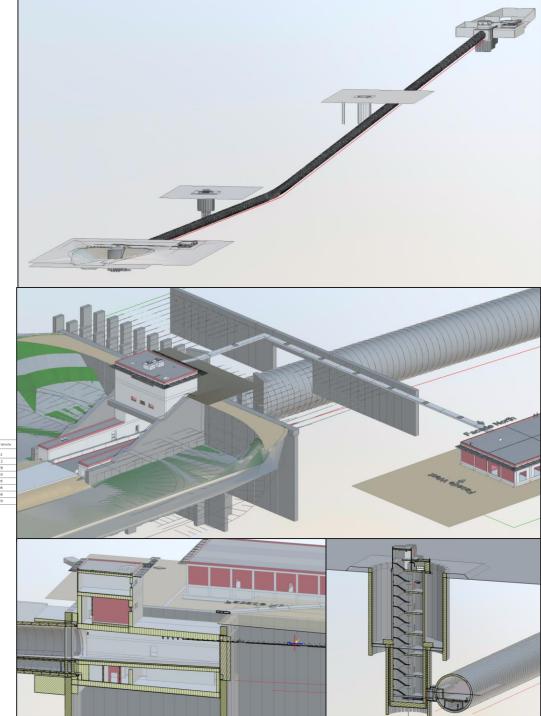
Station (LS,EES,ES,RS)**	100 100 100 100 100 100 100 100 100 100	
Station		610,000
Height		29.764
Height axis tunnel	4 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	
Hor Scheme	Pre073.890m	29.327m
Ver Scheme	Part Pa	
Existing Terrain		

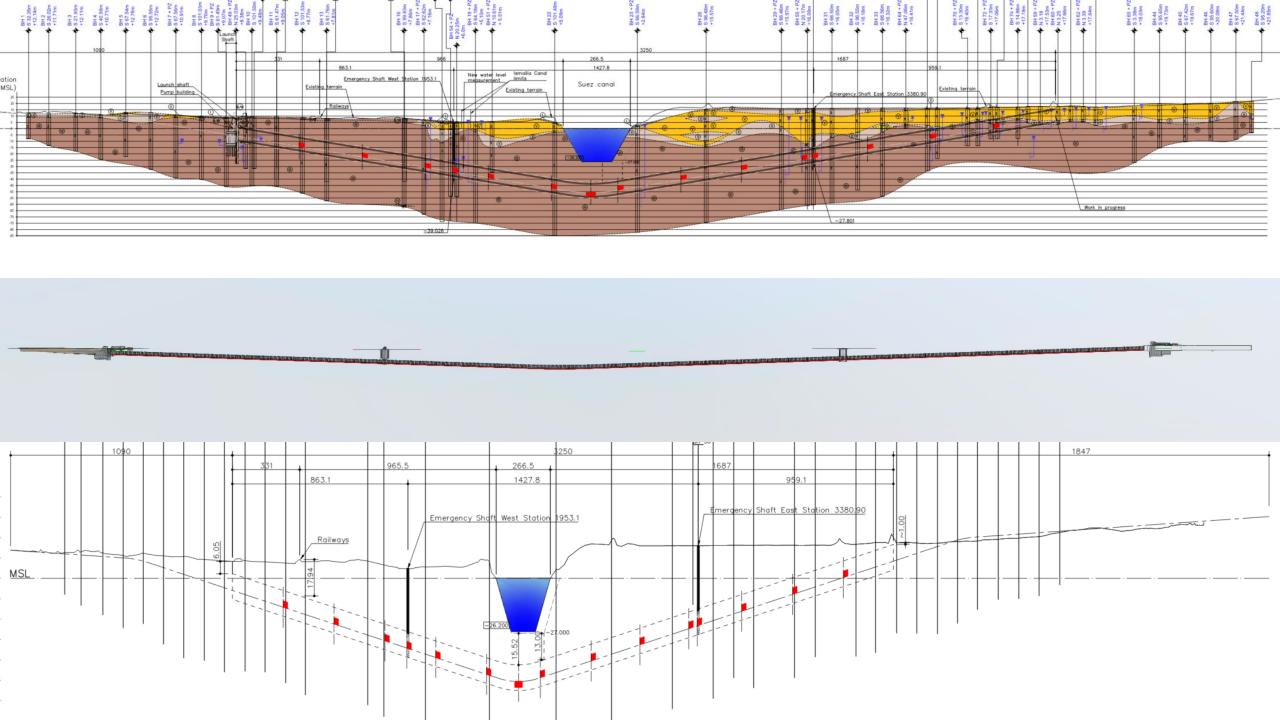


Bit George December George Ge
Bit
Best
Bell
Bed
BOT
Bell
Ber
MOD
Bill G. G. G. G. G. G. G.
BOTA CASPALATE SERVICES STATE STATE
Bill
Bird
Month
MISTORY
BOZZ
March Marc
Bell
BOAT GENERAL SET GENERAL
BO31
BOST
MOSTON AND 1000 AN
Book
MINI
Model
1965 1960-197 1970-1970-1971 1970-1971 1970 1970-1971 1970
BROT
Beel
BOD G1745_550 130006_400 5140_500 1379_410 1.48
BOO 6777-317 13060469 3760-300 3173-310 5.88
BOST 6027 144
BO22 CASON, MB 3150-06-023 SSER, LIO 3173-350 6,12 0 BO33 4800-75 3150-06-023 5173-50 3173-50 6,72 0 BO34 4800-75, M2 3150-06-023 5170-72 3177-22 6,7 0 BO44 6800-76 3150-06-03 5170-72 3177-22 6,8 0 BO45 6800-76 3150-62-03 3177-22 6,80 0 6 BO46 640-62-03 3160-62-03 3107-22 6,80 3 10 6 6 BO47 3160-32-03 3107-32-03 3178-22-03 3178-22-03 5,50 3 3 6 3 30 3 6 3 3 6 3 3 6 3 3 6 3 3 6 3 3 6 3 3 6 3 3 6 3 3 6 3 3 6 3 3 6 3
BRS3 458007.7506 338096.8310 3527.7500 33177.8500 6.29 6 BRS4 46000.7507 338097.830 3527.7500 33177.800 6.29 6 BRS4 46000.800 33804.810 33804.800 33177.270 13177.270 6.80 BRS5 46000.800 33804.810 3580.600 33177.270 1.60 2 BRS6 46000.800 33804.810 3600.200 33804.300 1500.200 3300.300 3300.300 3300.300 3300.300 3300.300 17.60 3300.300 17.60 3000.300 3300.300
BOSAA 44800,8407 3180471,861 5027,970 31772,800 55 B054 4800,4407 3180646,324 3525046,371 5771,770 6 6 B05AA 45000,8304 35200,000 31772,670 6.38 6 B05 6407,600 319044,344 55200,000 31772,670 6.38 6 B07 4607,400 319044,348 8004,400 3102,400 3.30 3.30 B07 46074,8,88 180374,401 6004,400 3162,120 1.76 1.76 1.76 B05 46040,8,98 330374,401 6004,400 3162,120 1.76 1.7
8054 458031,467 3130468,442 3583,240 31772,730 6 6 8064A 45808,804 318044,443 5180,906 31772,470 6 6 8055 459470,686 3180414,823 3946,910 31762,800 1,6,9 2 8065 45944,647 3380314,823 3966,940 31662,800 1,5,68 31,1 8067 4669A,838 3180374,428 6016,400 31603,100 17,79 1 8065 4669A,398 3180374,428 6016,400 31603,100 17,76 1 8065 4669A,398 3180374,600 6016,600 31603,300 17,76 1
BISSA 458088,303 332046,324 \$3200,003 33712,270 6,38 BISS 45917,008 33104,1482 3964,270 3166,350 16,09 2 BISS 45949,657 3320413,923 5966,340 31662,630 16,08 31, BISS 46094,687 33109174,428 6915,440 331621,10 17,09 1 BISS 46094,998 33105,459 6915,640 331601,310 17,68 1
8955 459470,686 3330414,852 59642,960 33168,560 16,09 2 8956 459404,657 3330413,932 5966,940 33166,850 16,09 2 8957 46094,838 3330374,428 695,440 33162,120 12,39 1 8958 460943,998 3330354,695 60516,600 331003,300 17,68 1
8H56 459494,657 3330413,923 59666,940 331662,630 16,08 31, 8H57 480341,818 3330374,428 6516,40 331621,3120 17,29 L 8H58 460341,981 3330554,695 6516,600 331003,800 17,68 L
BHS7 460343,638 3330374,428 60516,440 331623,120 17,39 1 BHS8 460343,998 3330354,695 60516,600 331603,880 17,68 1
BHS8 460343,998 3330354,695 60516,600 331603,380 17,68 1
BHGO 460463,104 3330359,693 60635,750 331608,380 17,66 1
BH61 460514,454 3330358,214 60687,120 331606,900 18,09 1
BH62 460563,586 3330355,975 60736,270 331604,660 17,64 1
8H63 460613,607 3330354,035 60786,310 331602,720 17,11 14,
BH64 459862,639 3330426,658 60035,060 331675,370 16,41 1
BH65 460765,520 3330341,410 60938,280 331590,090 18,03 4
BH66 459945,038 3330363,292 60117,490 331611,980 16,38 9
BH67 459985,473 3330381,455 60157,940 331630,150 16,3 4
BH68 460024,758 3330360,513 60197,240 331609,200 16,33 4
BH69 460065,333 3330378,766 60237,830 331627,460 16,43 3
BH70 460104,788 3330356,934 60277,300 331605,620 16,4 3
BH71 460145,863 3330375,437 60318,390 331624,130 16,4 3
BH72 460196,524 3330349,367 60369,070 331598,050 17,06 2
BH73 460222,954 3330372,948 60395,510 331621,640 17,08 2

Point	East-local coordinate	North-local coordinate	East-UTM coordinate
Point	Edst-local coordinate	North-local coordinate	Edst-O IM coordinate
A	56290.201	331793.420	456119.183
В	56966.883	331749.685	456795.612
С	56972.001	331749.421	456800.728
D	61394.980	331579.058	461222.049
E	61936.029	331269.884	461762.895
F	62187.726	330922.076	462014.498
G	57378.481	331733.765	457207.056
н	60626.072	331608.674	460453.429

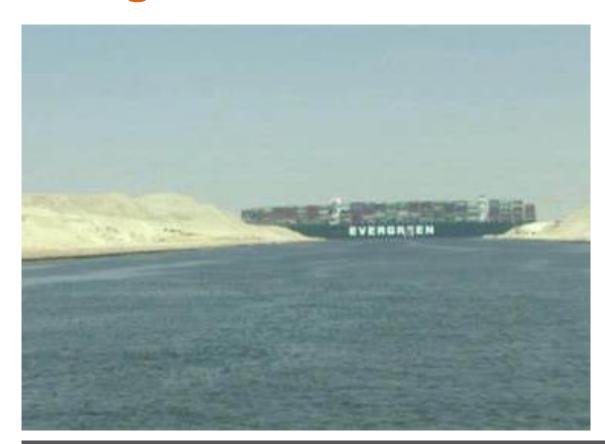
[BIM360]

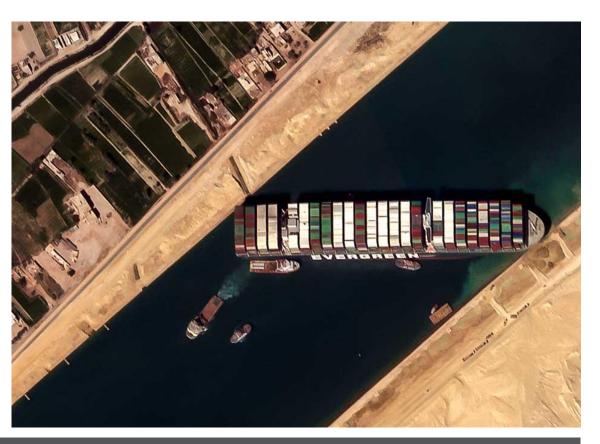






Design du tunnel





Hypothèse non prévue par l'Eurocode : échouage d'un porte-conteneurs



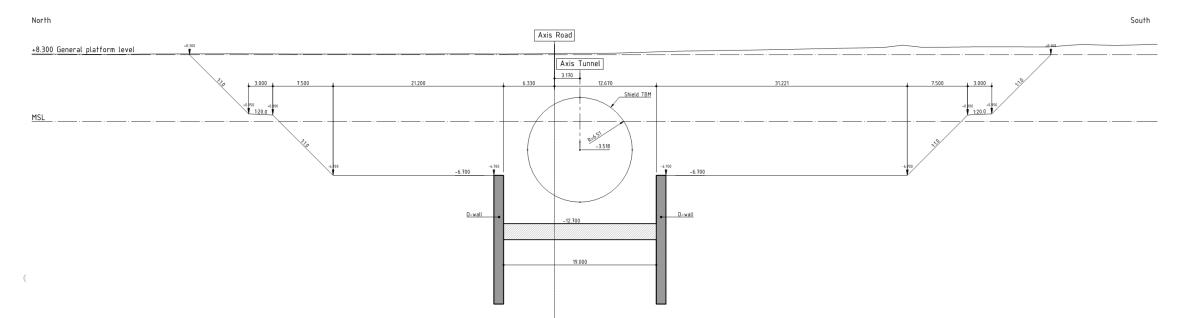
LE PUITS DE DÉPART



Contexte du design

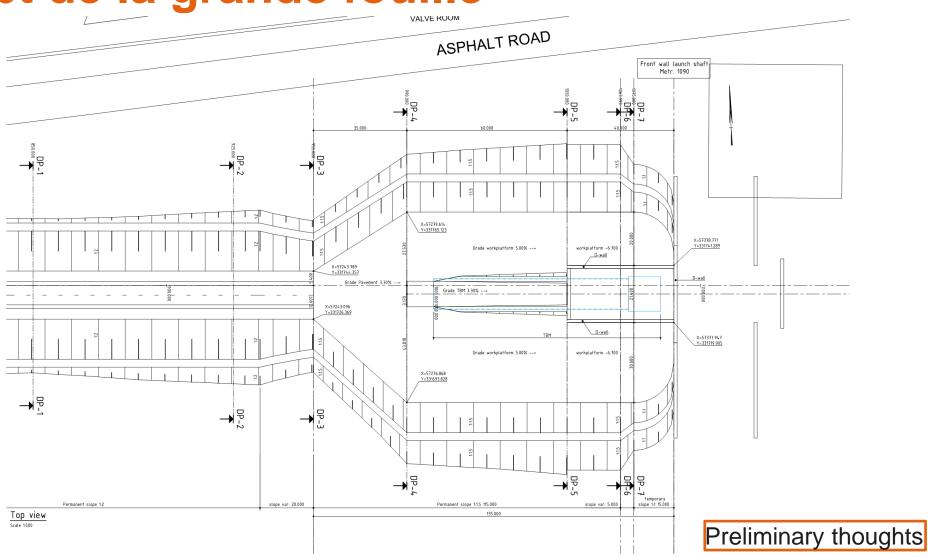
OBJECTIF : concept simple pour démarrage rapide des travaux avec matériel et matériaux disponibles Géologie :

- Couche de mudstone très raide
- Faible perméabilité / Faible niveau d'eau (voire pas d'eau)
- → Choix d'une grande fouille ouverte avec un tympan (front wall)





Concept de la grande fouille



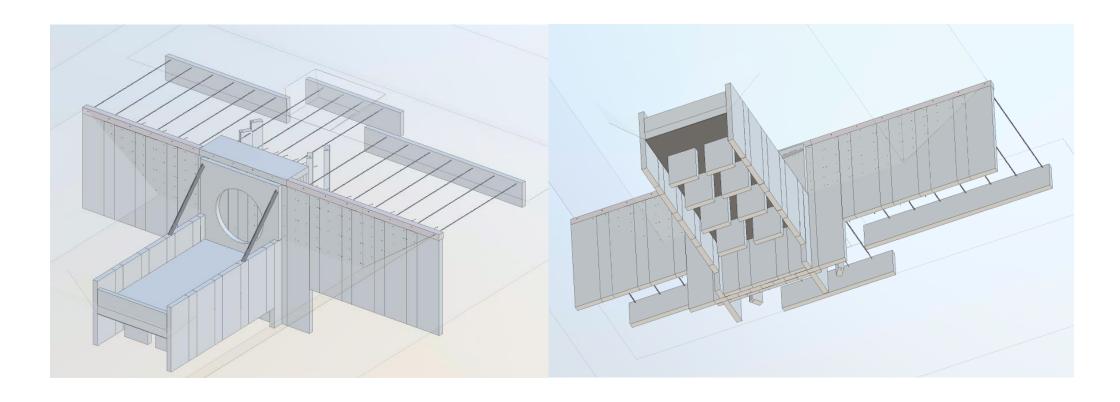


Concept de la grande fouille

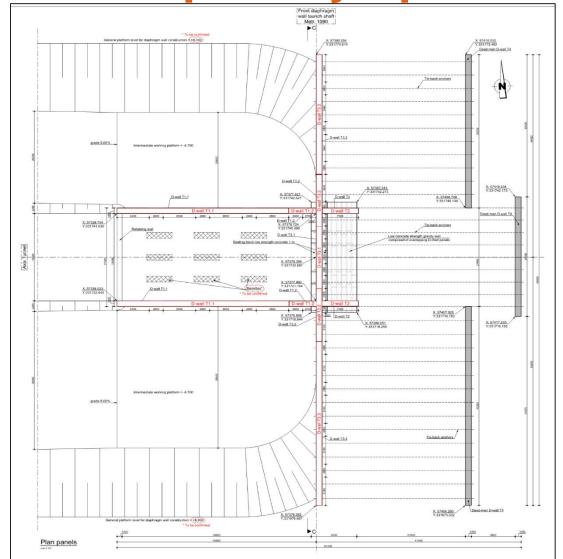
- Plateformes de travail planes latérales d'au moins 20m (gauche) et 30m (droite) de large le long du backup train
- Talus temporaires devant le tympan pour dégager de l'espace pour le construction, remblaiement après réalisation de la structure définitive
- Pentes permanentes (3H/2V) avec des risbermes intermédiaires après 7,50m de hauteur
- Train Back-up supporté par un radier avec rails sur fondations profondes (barrettes)
- Installation du tunnelier à l'intérieur du puits de départ
- Rampe d'accès générale du tunnelier avec une pente de 3,3%

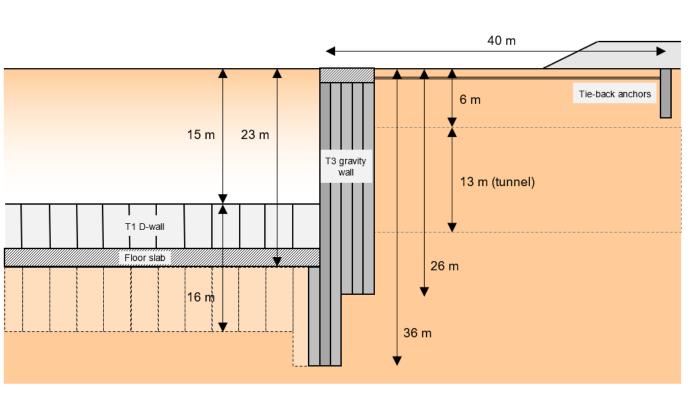


Concept du design



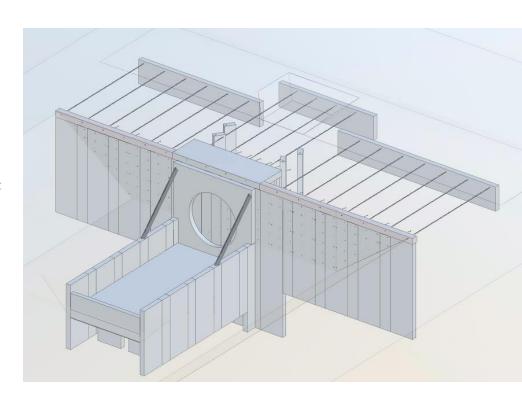




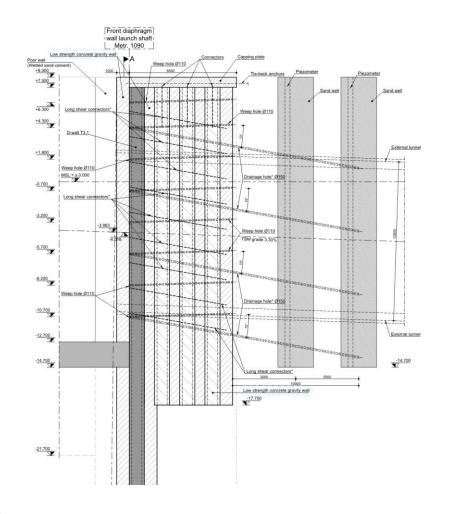


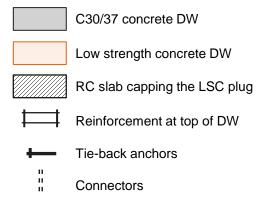


- Mur-poids pour réduire les contraintes sur le soutènement en paroi moulée non armée
- Mur-poids / parois moulées drainées grâce à un système de drainage (réalisé entre les cages), drains horizontaux (forés après) et puits en sable
- Connecteurs entre le tympan et le mur-poids pour travailler en bloc monolithique
- Dalle "chapeau" connecte le tympan en paroi moulée, les parois latérales et le mur-poids
- Tympan retenu par des tirants horizontaux accrochés à un contrerideau
- Parois moulées T1 (perpendiculaires) auront un role de buton pour le mur-poids
- Le radier de lancement du tunnelier TBM a été construit rapidement pour une meilleure distribution des efforts dans la structure

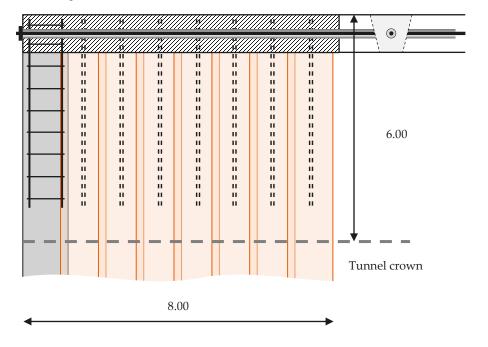




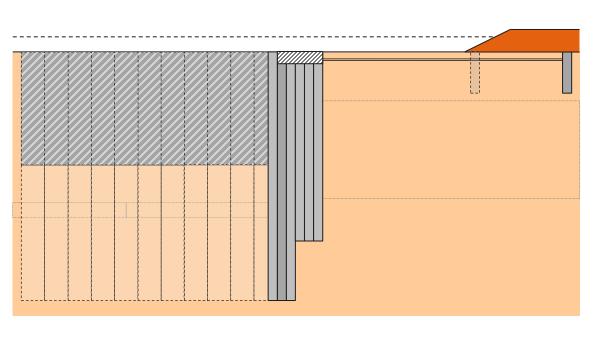


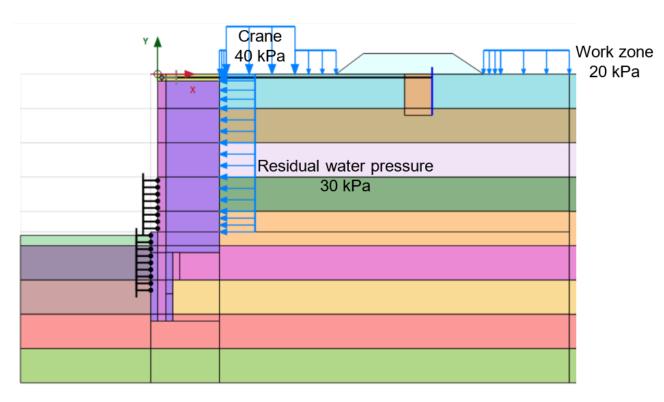


Working level ± 0.00

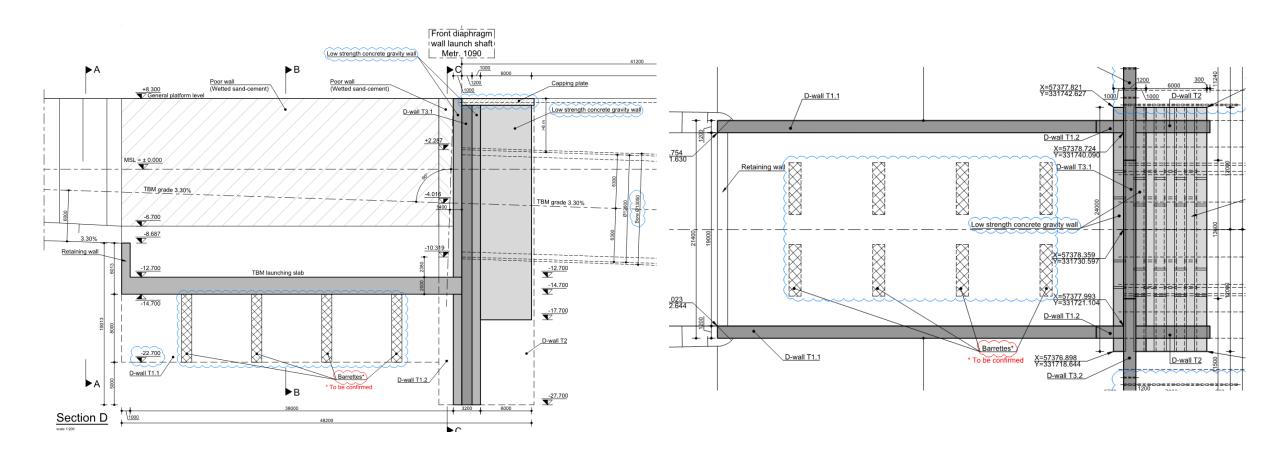














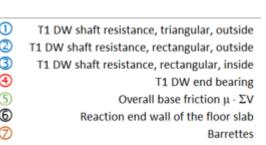
Stabilité générale :

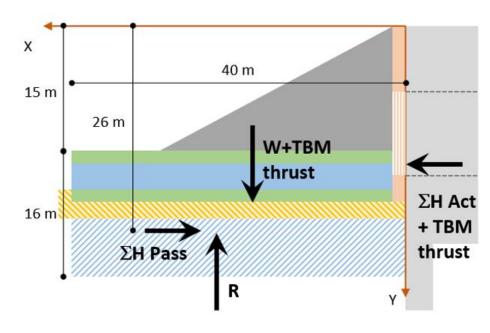
Forces actives :

- Forces verticales : poids des structures + composante vertical de la poussée du tunnelier
- Forces horizontales : contarintes dûes à la poussée des terres et de l'eau + composante horizontale de la poussée du tunnelier

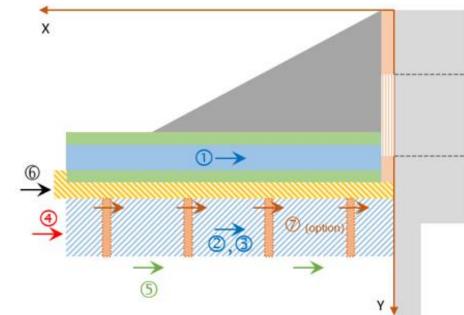
Forces passives :

- Parois moulées T1 Dwall (résistance par butonnage + portance)
- Frottement mobilisé sous les parois moulées T1 + sous le radier
- Butée du voile retour à l'extrémité du radier
- Barrettes



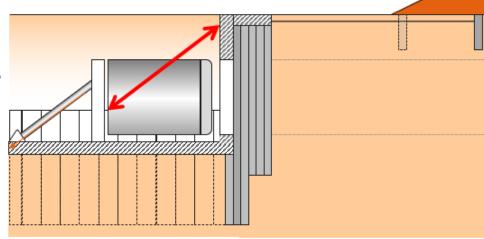


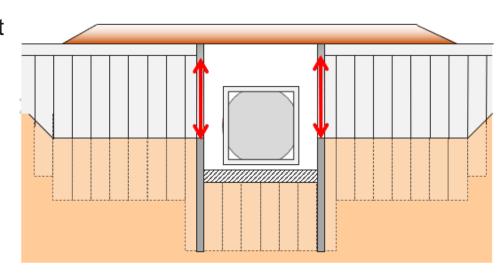
PASSIVE HORIZONTAL FORCES (resistance)



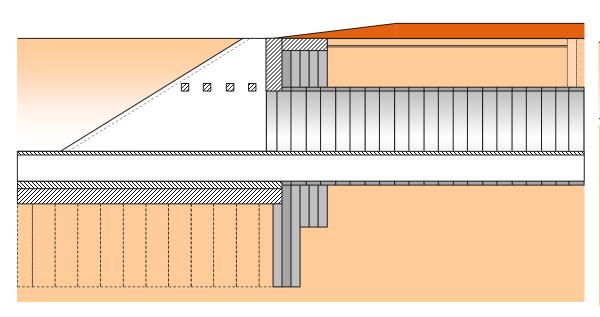


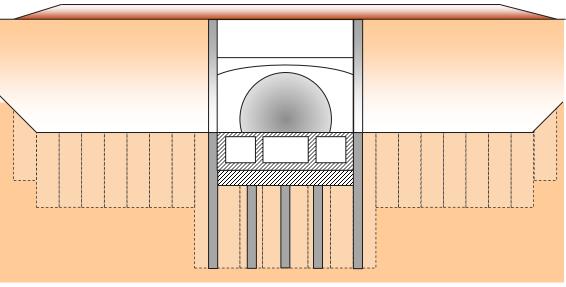
- Parois moulées du tympan retenues par le radier et les contreforts
- Radier conçu et liaisonné pour mobiliser le maximum de résistance (parois latérales, mur retour en butée et barrettes)
- Construction du tympan définitif avant le tir du tunnelier
- En raison des méthodes constructives et pour limiter l'impact planning sur le démarrage du tunnelier, les contreforts ont été réalisés après → Des butons métalliques inclinés temporaires ont été mis en oeuvre pour couvrir le risque de rupture de tirant et du faut de la durée de cette situation (1 an)
- Une structure definitive a été construite à l'intérieur du puits de démarrage
- Remblaiement devant les parois moulées du tympan



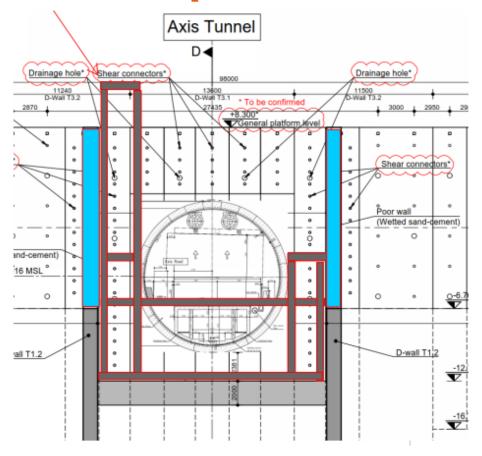








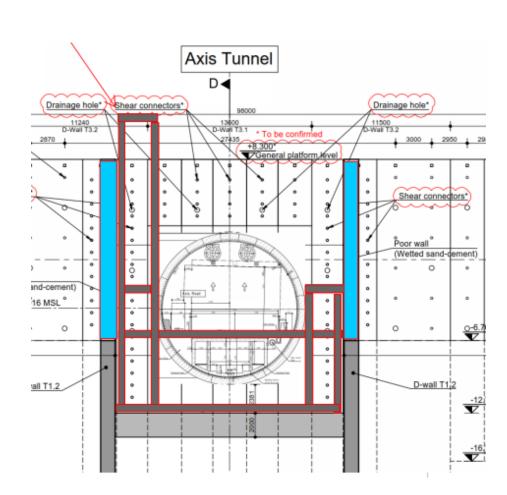


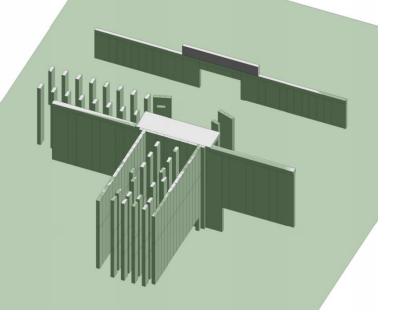


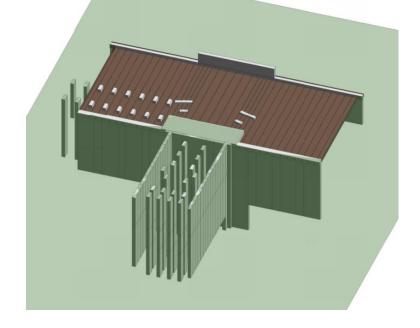


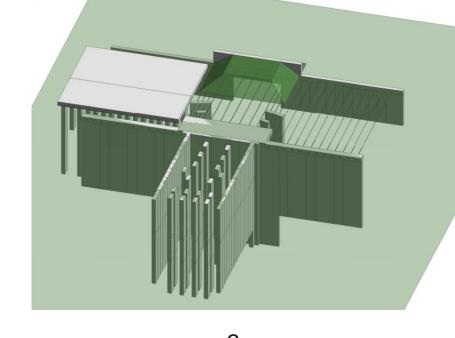
Consideration of the lateral D-walls as permanent structures

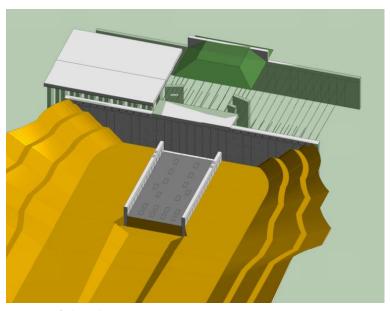
- Parois moulées du tympan (T3) ne sont <u>pas</u> considérées comme des structures définitives,
 - Ouverture de fissure limitée à 0,30mm
 - Drainé
 - Conçues comme un tympan
- Parois moulées latérales (T1) sont considérées comme des structures définitives
 - Parois moulées travaillent comme des fondations profondes pour les contreforts
 - En phase provisoire, T1 travaille comme paroi de soutènement, alors qu'en phase définitive principalement en compression avec une faible composante de cisaillement longitudinal
 - Ouverture de fissure limitée à 0,20mm
 - Structure secondaire en contrefort devant T1





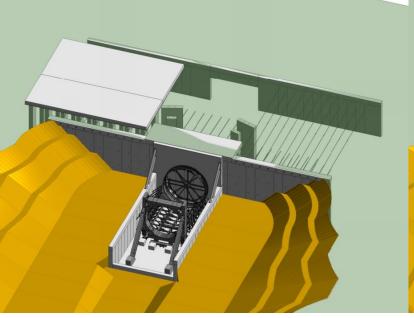


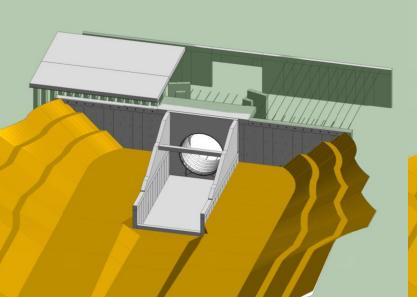




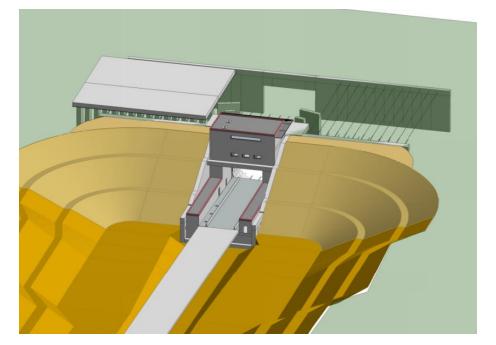


© Arcadis 20/18









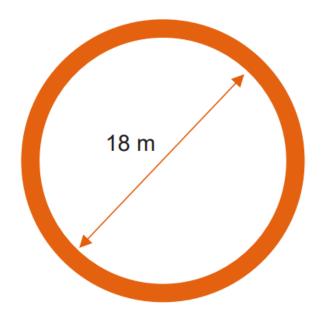
© Arcadis 2018

TBM LAUNCH – GRANTRY TRAIN AND REACTION FRAME

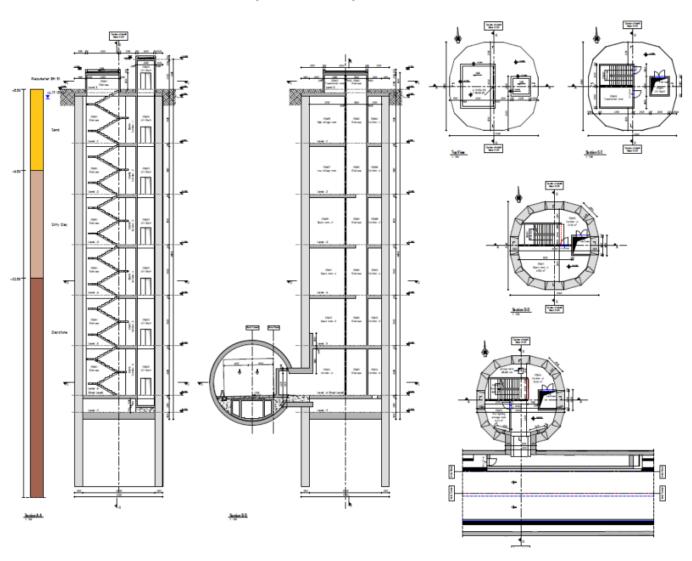




Proposition initiale Bauer

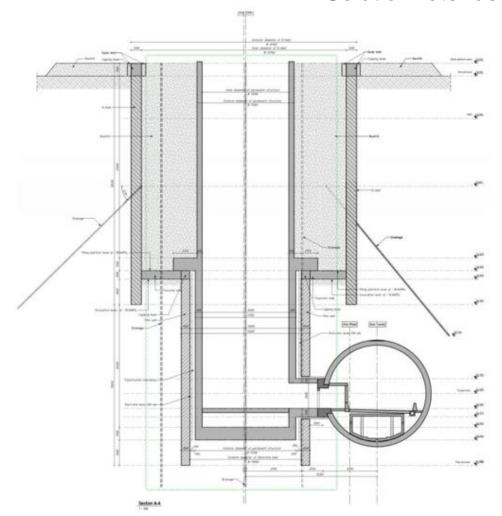


Proposition optimisée Arcadis





Solution retenue













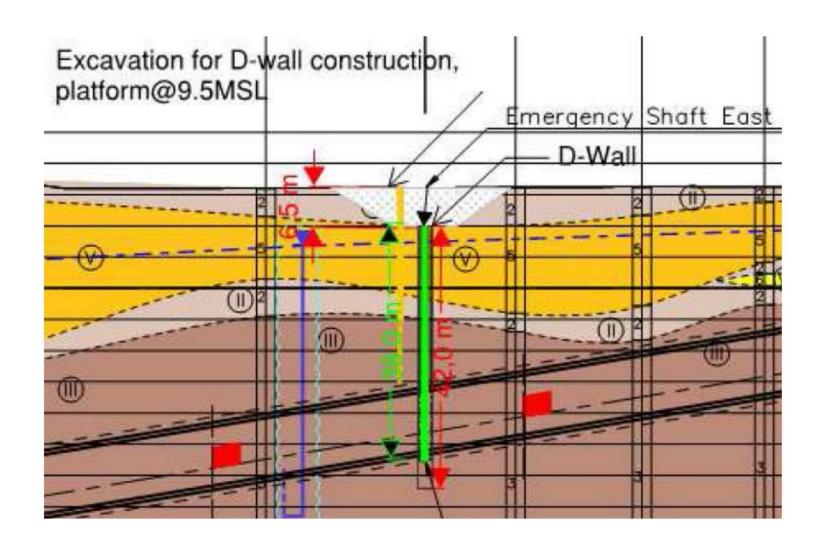




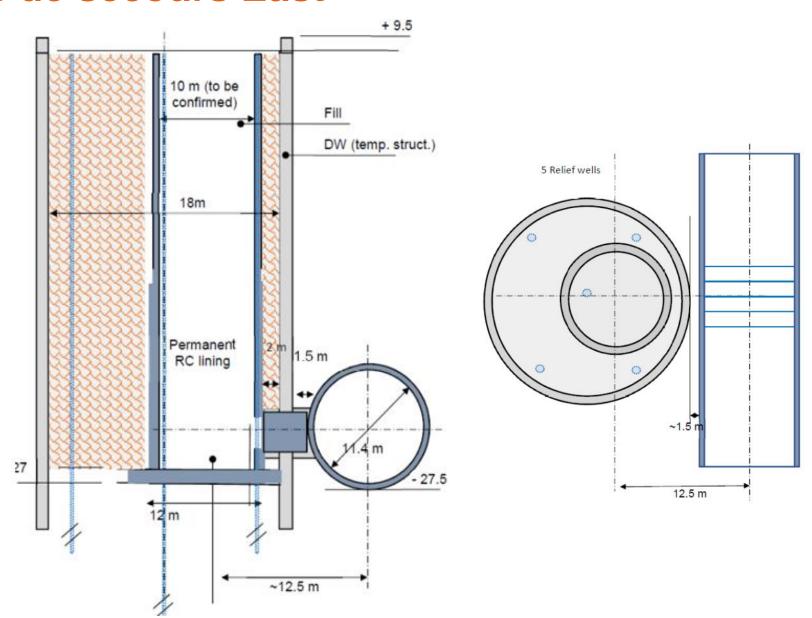




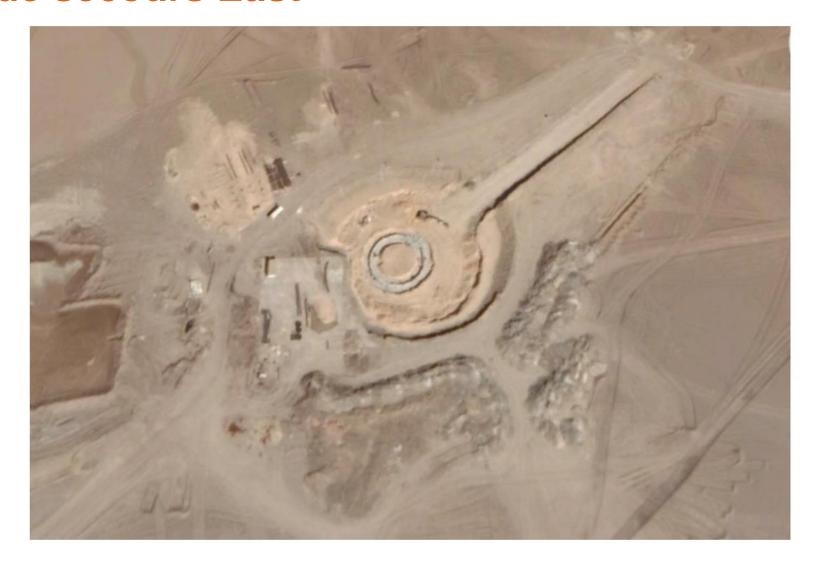














Arcadis. Improving quality of life.

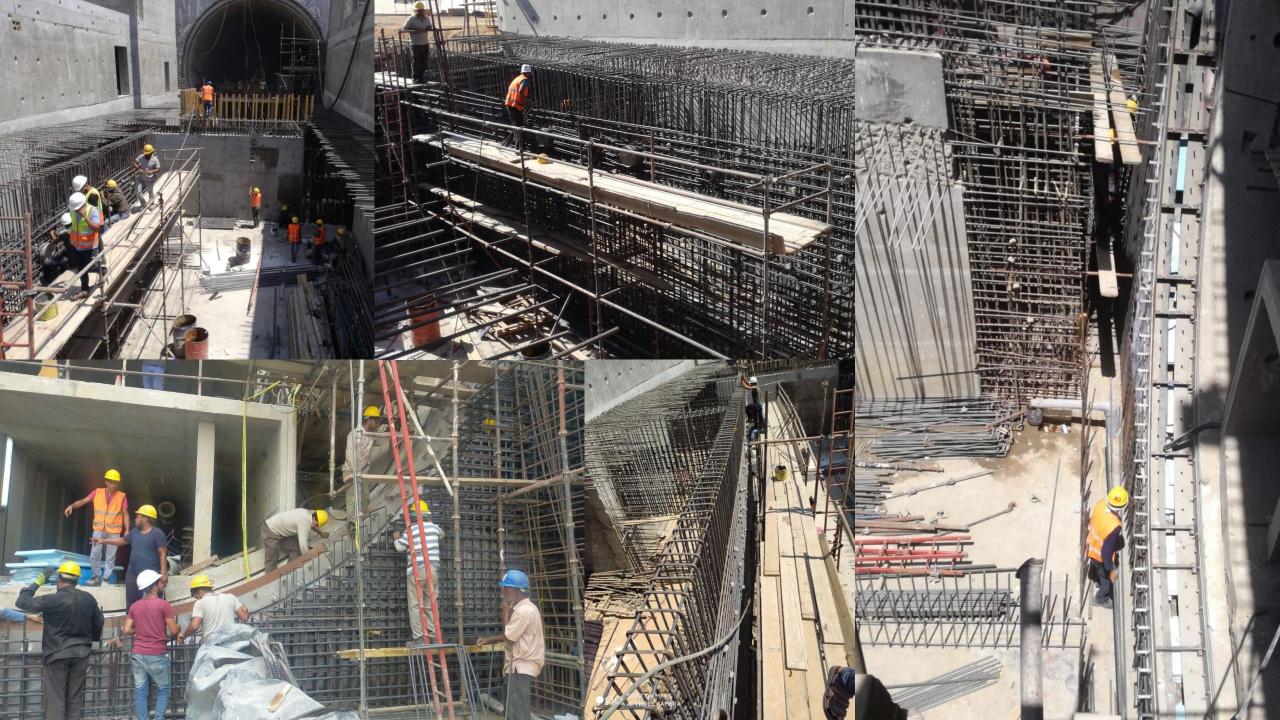














Views from above

https://www.google.be/maps/@30.2566956,26.6347792,3282935m/data=!3m1!1e3

<u>SUEZ</u>





