

ACHERES, STATION D'EPURATION DE PARIS SEINE AVAL

SOLUTION INNOVANTE PAR MICROTUNNELAGE POUR LE COLLECTEUR D'ALIMENTATION DU NOUVEAU TRAITEMENT MEMBRANAIRE

Vincent BATEMAN (Ingénieur en Chef SIAAP – Administrateur FSTT)

Pascal RAULT (Ingénieur - FSTT /Sade STS)

Jean-Marie JOUSSIN (Ingénieur - Directeur International FSTT)

www.fstt.org



Un petit mot sur la FSTT!

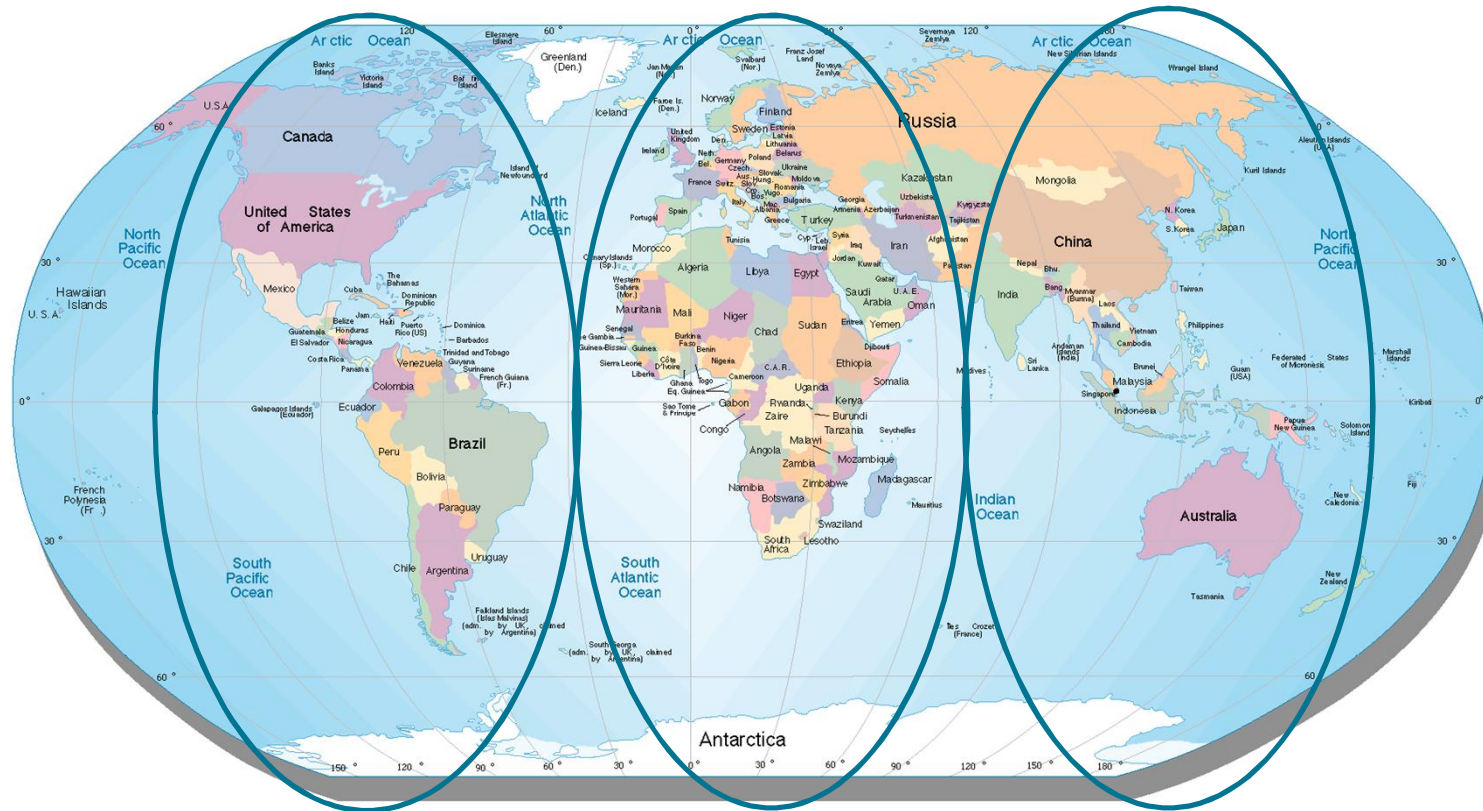
❑ FSTT - France Sans Tranchée Technologies

C'est la branche française de l'ISTT (créée en sept 1986) fondée il y a 23 ans en juillet 1990, la même année de fondation que la NASTT.

Le monde des TST est à forte connotation internationale:

- matériels, machines, matériaux et procédés
- entreprises spécialisées
- BET spécialisés
- marchés de travaux dans certains pays non accessibles aux entreprises locales: un marché à fort potentiel nécessitant une organisation adaptée

❑ L'ISTT, un réseau actif sur tous les continents avec 29 "Affiliate Societies"



*Americas
3 Societies*

*Europe -Africa –ME
20 Societies*

*Asia-Pacific
6 societies*

❑ Les instances de l'ISTT

“Board of Directors” (1 membre nommé par “Affiliated Society”)

“Executive Subcommittee” avec 9 membres



Présentation du SIAAP

Opération Seine Aval à Achères

❑ Le SIAAP en quelques chiffres

- Créé en 1970 transporte et dépollue les eaux usées, pluviales et industrielles de 8,5 millions d'habitants (Paris, Hauts de Seine, Seine Saint Denis, Val de marne et 180 communes)
- 1^{er} donneur d'ordre en France pour l'environnement (financement: redevance facture AEP, Agence de l'Eau Seine-Normandie et Région Ile de France)
- 420 kms d'émissaires transportant 2,5 millions m³/jour à ses 6 stations d'épuration

□ Le SIAAP en quelques chiffres

4 pôles d'activités:

- Gestion des eaux pluviales: 833 000 m³ de stockage des eaux de pluie et unitaires pour lutter contre les inondations et la pollution - 8 bassins de stockage et 4 tunnels réservoirs*
- * *dont le TIMA le plus long tunnel de stockage européen achevé en 2009 - 1860 m Ø 6,8 m capacité 80000 m³*
- Réseaux et maillages: extension et réhabilitation du réseau de transport – pilotage en continu (système de gestion MAGES)
- Etudes, recherche et développement
- Epuration: part la plus importante – 2 nouvelles usines mises en service (Seine Morée et Grésillons), refonte usines (Marne Aval et Seine Aval)

❑ Equipements du SIAAP



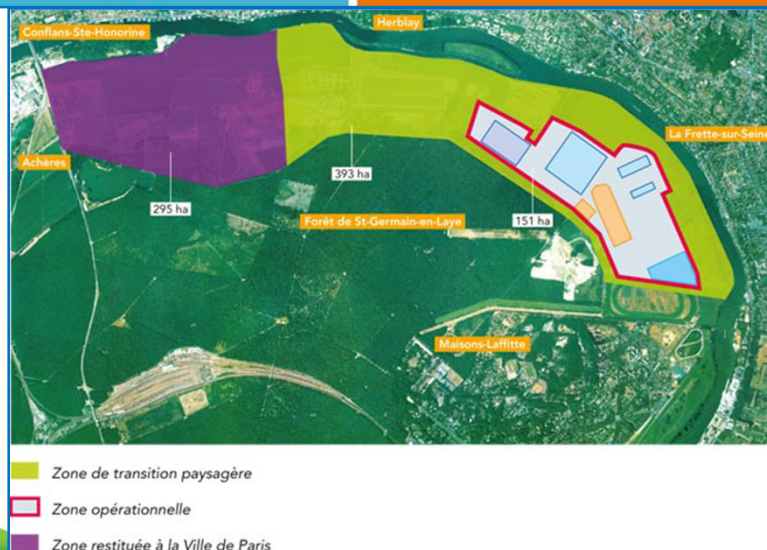
❑ La station d'épuration Seine Aval



- mise en service en 1940 sur le site d'Achères
- dessert 6,5 millions d'habitants - débit moyen 23 m³/s soit 2 millions m³ par jour
- limitée au dégrillage, dessablage et traitement pollution carbonée jusqu'en 1990
- de 1990 à 2012 : premiers travaux puis mise en conformité avec la DERU (Directive Eaux Résiduaire Urbaines - de décembre 2000 transposée en droit français en avril 2004): traitement de l'azote, unité complémentaire de dénitrification, de traitement des boues et unité d'épaississement des boues
- 13 mai 2009: validation du schéma directeur de la refonte de Seine Aval
- de 2012 à 2018: refonte totale de la station d'épuration Seine Aval

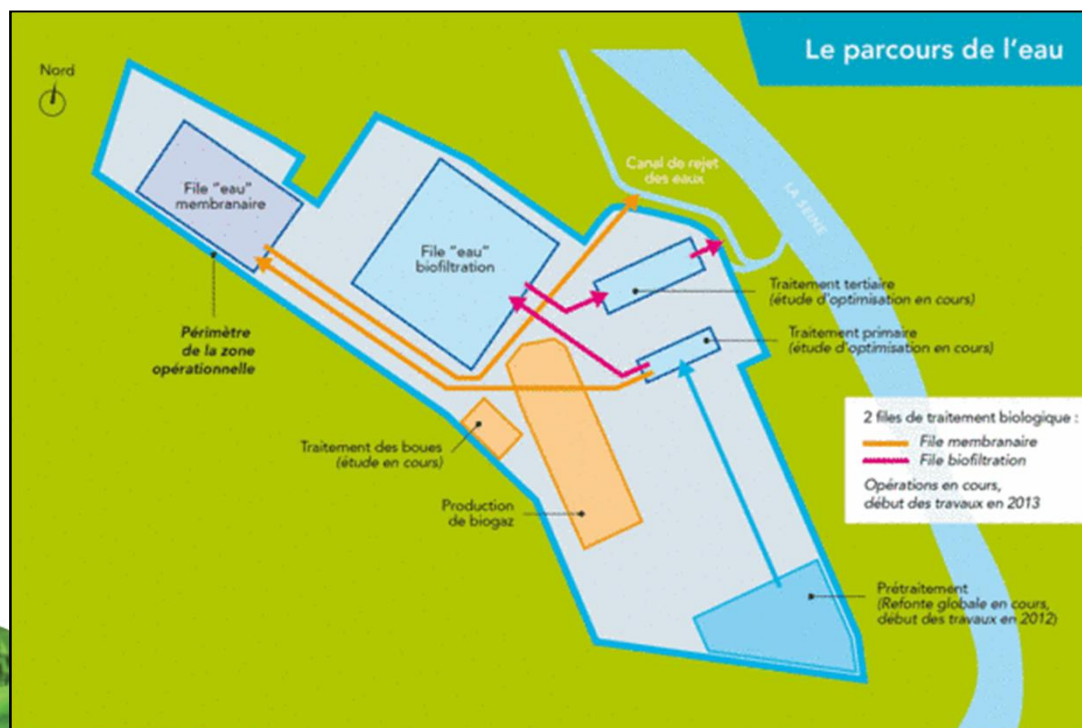
❑ Refonte Seine Aval

- mise en conformité avec la DCE (Directive Cadre de l'Eau – de décembre 2000 transposée en droit français en avril 2004) – minimiser impact sur la Seine
- 300 ha libérés à l'ouest du site et rendus à la Ville de Paris une réduction de 40% de l'emprise au sol
- un vaste programme d'aménagements paysagers constitués de liaisons vertes à l'intérieur et aux abords du site



❑ Refonte Seine Aval

- la démolition des bassins de traitement primaire actuellement à ciel ouvert – capacité 7 à 70 m³/s (débit moyen 23 m³/s)
- une stratégie multi filières pour la valorisation maximale des boues (agronomique, énergétique, matière)
- une file eau repensée avec 2 technologies: biofiltration (~2/3 des volumes) et membranaire (~1/3 des volumes soit 8 m³/s)



Mise en œuvre du collecteur de transfert des effluents du traitement primaire à l'unité de traitement membranaire

❑ Ouvrage d'alimentation de la filière membranaire

- long de ~ 1440 m - débit maxi pour alimenter la filière membranaire de 8 m³/s > Ø2000mm intérieur
- Choix du MO: construction selon deux techniques:

- micro-tunnelier sur ~1370 mètres (contraintes des réseaux et des constructions existantes sur le tracé)
- à ciel ouvert sur ~70 mètres



- collecteur, en charge, pression estimée à 13 m de CE d'où tuyau à dimensionner pour résister à 1,5 x 13 ~ 2 bar.

❑ Contraintes majeures pour le chantier

- nombreux réseaux existants et bâtiments: nécessité du choix d'une méthode s'affranchissant du risque de tassement
- nuisances et/ou risques très importants lié au classement « Seveso seuil haut » d'une partie du tracé à cause stockage du biogaz et dépotage de réactifs en grandes quantités.

❑ Contexte géotechnique

- profondeur de 8 à 11 mètres traversant les couches géologiques suivantes : alluvions anciennes constituées de sable jaunâtre avec graviers et éléments calcaires, marnes et caillasses composées de marnes sableuses beiges (zone de creusement) et calcaire grossier du Lutécien.
- marnes et caillasses: abrasivité de Cerchar de 1, dureté 5, RQD 30, Rc max 45 Mpa.
- nappe alluviale dont le niveau bas est de + 1,1 m sur FE

❑ Solution aménagée proposée par le groupement d'entreprises

- Rappel: le projet initial comportait cinq puits permettant l'entrée ou la sortie de la machine.
- Le groupement a été retenu sur une de ses variantes permettant de limiter le nombre de puits à trois et surtout de travailler pour les deux tirs depuis le puits central R2 situé à l'extérieur de la zone classée « Seveso seuil haut »
- 2 tirs de grande longueur: R2-R1 575 m en courbe (R 1395 m) et R2-R3 795 m - pente moyenne 3,4 mm/m



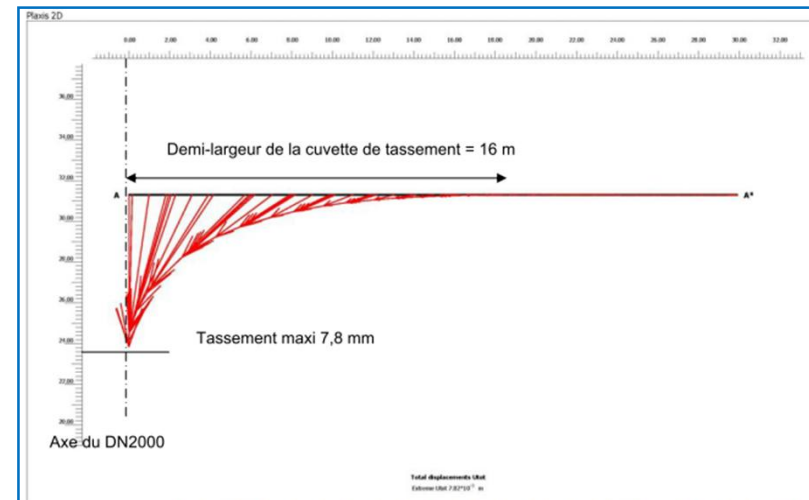
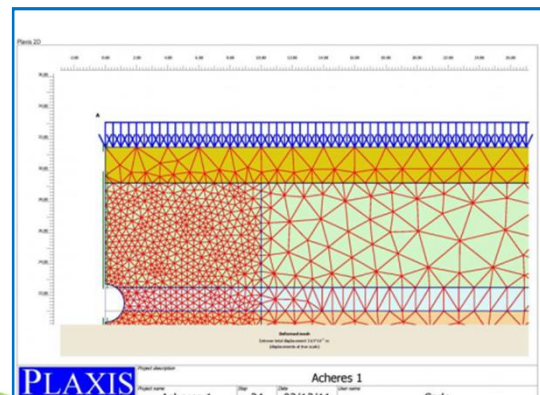
❑ Etudes préliminaires

➤ Etudes hydrauliques: calculs pertes de charges avec coefficients de Colebrook $k=1$ mm (tube neuf) et 3 mm (tube vieilli) pour dimensionnement poste de pompage:

- Perte de charge totale 4,454 mCE pour $k=1$ mm
- Perte de charge totale 5,697 mCE pour $k=3$ mm

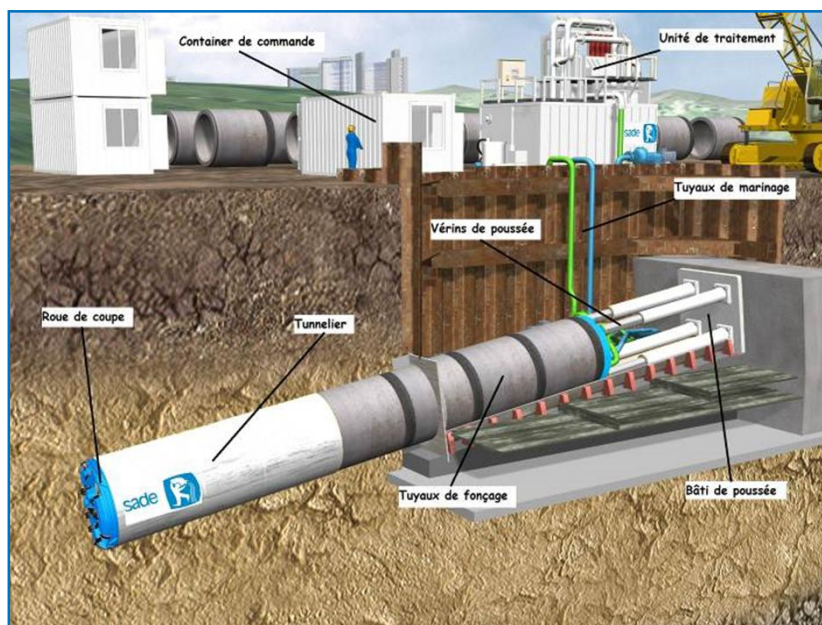
➤ Modélisation des tassements avec le modèle de calcul PLAXIS 2D:

- Calage pression de l'injection lubrification minimisant le tassement en phase creusement: 2 bar
- Calcul tassement après creusement avec contraction maximale (2 %) du tunnel: 7,8 mm à l'axe du tunnel



L'atelier microtunnelier

- micro-tunnelier AVN 1800 TB 250 kW avec kit d'extension - poste de pilotage - laser de guidage et compas gyroscopique
- bâti de poussée (900 tonnes)
- moyens de levage (grue télescopique de 50 tonnes)

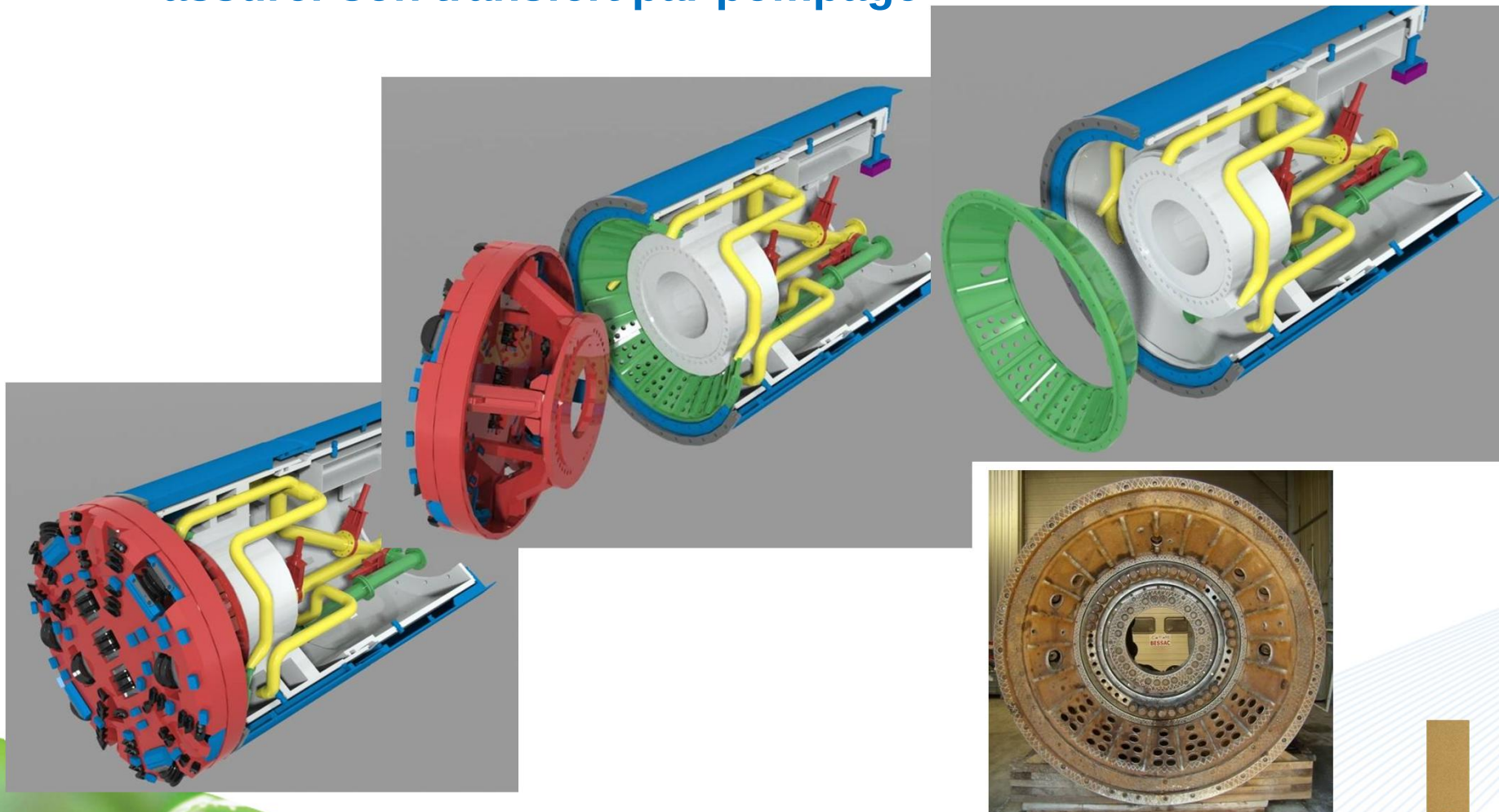


❑ Le tunnelier

- Roue de coupe pour terrain mixte adaptée aux formations traversées (alluvions, marnes et calcaires)
- Diamètre de creusement: 2455 mm d'où un vide annulaire de 27,5 mm (comblé par un coulis bentonite ciment en fin de creusement)

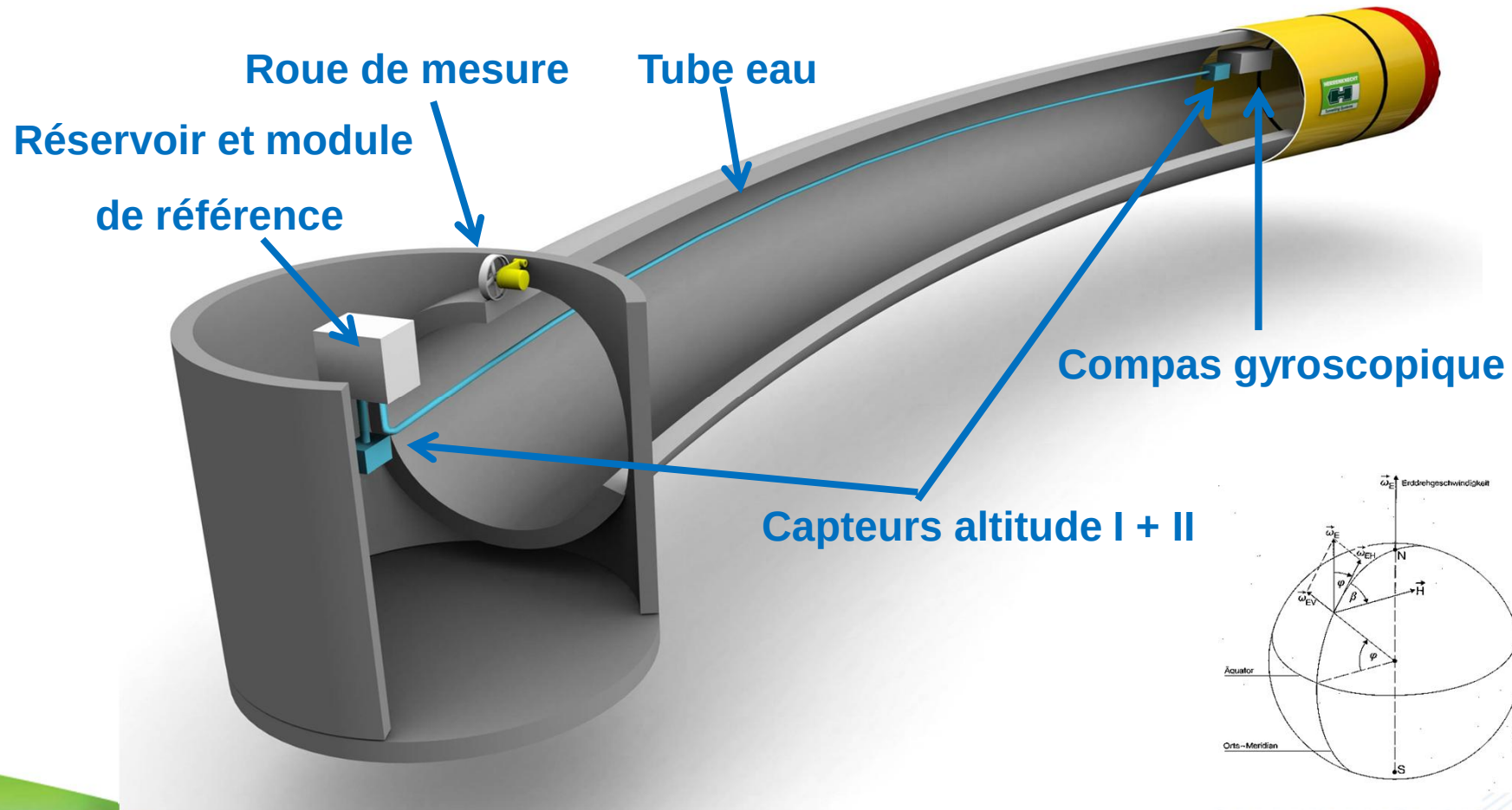


- L'abattage du terrain est assuré par une roue (attaque globale)
- Le terrain est réduit par un jeu de cônes pour en assurer son transfert par pompage



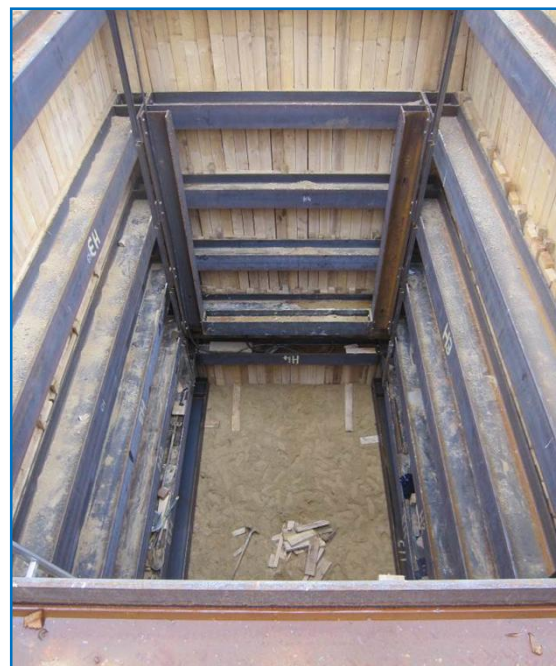
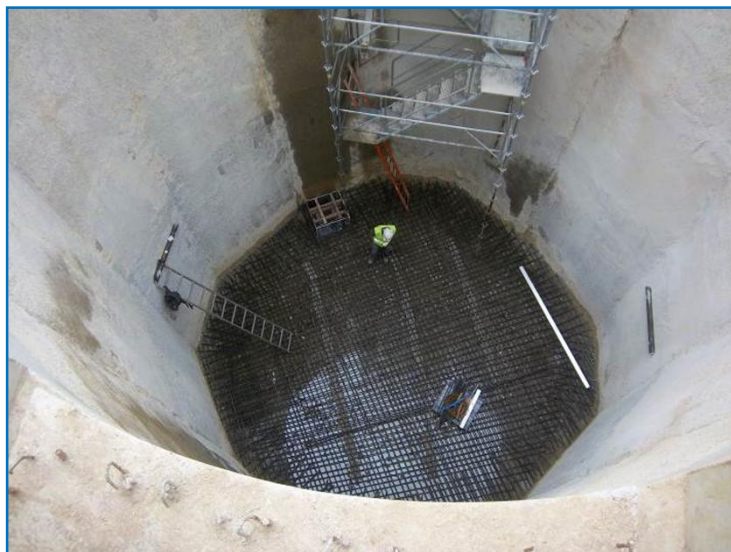
☐ Pilotage - guidage de la trajectoire

- gyroscope et niveau à eau
- mesure séquentielle des coordonnées



❑ Les puits

- R1 (sortie) et R2 (central): diamètre 8 m en parois moulées profondeur 15 m
- R3 (sortie): 4,20 m x 6,80 m - profondeur 9 mètres - réalisé en blindage traditionnel.



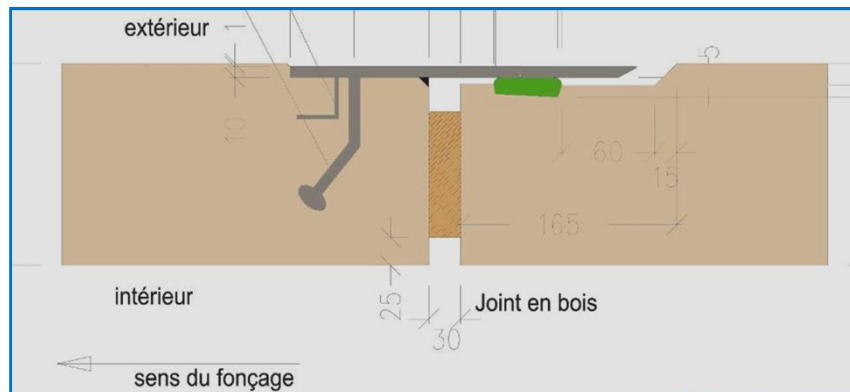
❑ L'atelier de marinage

- Unité de traitement des boues 500 m³/h (système de dessablage par tamisage, séparation par hydrocyclone)
- Unité de centrifugation pour le post traitement des boues
- 2 bacs de décantation d'une capacité de 25 m³
- Bennes de stockage de déchets d'une capacité de 10 m³
- 3 pompes de 132 kW
- Circuit de canalisations installé en galerie.



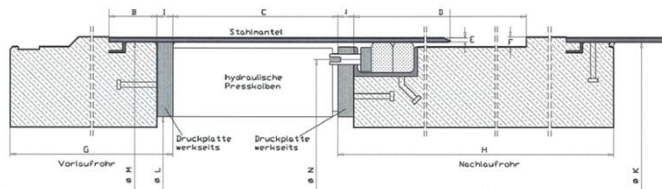
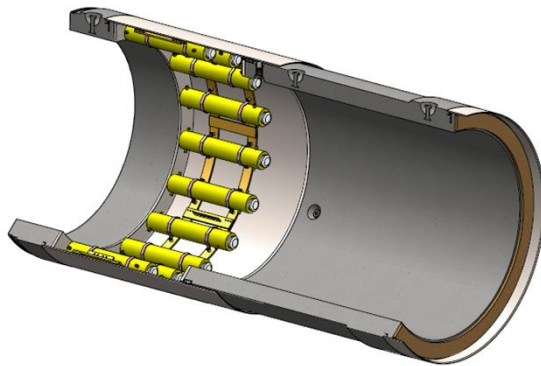
❑ Tubes de fonçage basse pression

- tubes béton DN2000 de Dext 2400 et Lu 3 m - épaisseur 200 mm
- adapté à la machine disponible sur le parc de l'entreprise
- référentiels: NF EN 1916 (tubes), PN Microtunnel (calcul)
- deux nappes d'armatures
- poussée admissible: 900 t
- joints testés en usine à 3 bar



❑ Stations de poussée intermédiaires

- 9 stations de poussée intermédiaires (4 sur le tir courbe de 575 mètres et 5 sur le tir droit de 795 mètres)
- chaque station équipée de 16 vérins, de 85 tonnes unitaires soit 1360 tonnes de poussée disponible
- utilisées lors des redémarrages (week-end, arrêts maintenance...)



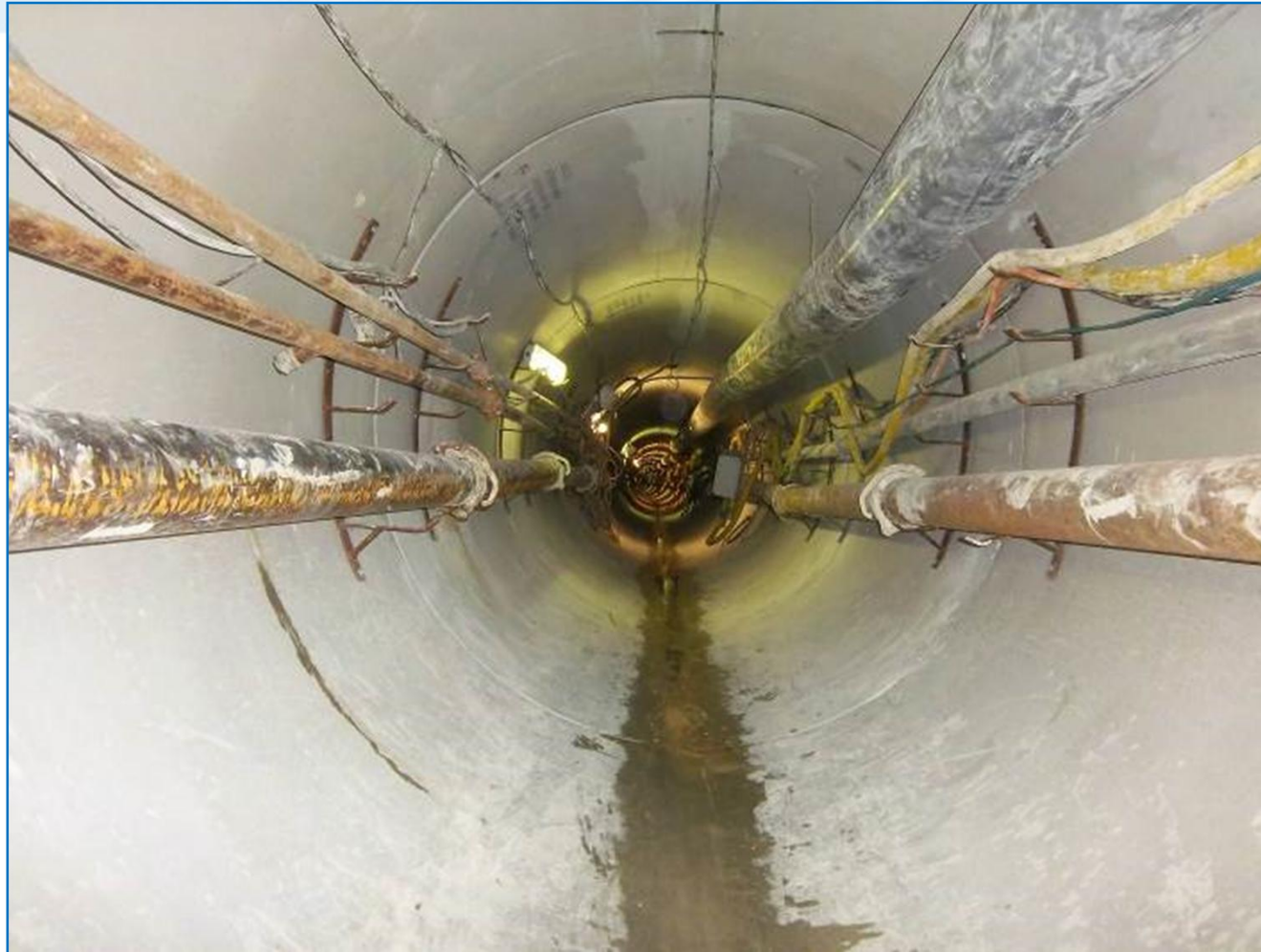
❑ Déroulement du chantier

- Début des travaux: 3 juillet 2012 - achèvement fin janvier 2013
- Cadence moyenne de creusement 14,1 m/jour soit 97 jours de creusement avec une pointe à 22 m/jour
- Changement des outils entre les 2 tirs



Sortie du micro-tunnelier au puits R1

Tunnel équipé en phase creusement (marinage, alimentation électrique, lubrification, guidage...)



Tunnel fini sur tronçon R2-R1 en courbe



- * l'utilisation du PRV s'est généralisée depuis 10 ans sur les nouvelles usines d'épuration du SIAAP**



❑ Ouvrages annexes

- Raccordement au niveau de R2 (puits central de poussée) par tubes PRV DN2000 avec té à bride pour visite de l'ouvrage



Conclusion

- La réalisation d'un collecteur basse pression de Ø2000 mm de longueur 1370 m en deux tris est une réussite pour le groupement d'entreprises piloté par le service des travaux spéciaux de la Sade.
- La solution proposée s'est affranchie des contraintes et spécificités techniques liées à l'environnement particulier, géotechnique mais surtout la particularité d'intervention en site industriel classé « Seveso seuil haut ».
- La solution retenue minimisant l'impact en surface et sur l'exploitation du site et le respect des délais annoncés ont contribué au succès du chantier.