# Interconnexion RATP – Grand Paris Express L15 SUD Travaux de génie civil à Arcueil-Cachan

**Période :**
**SEPTEMBRE 2016 – DECEMBRE 2017**

**ASSISTANCE REPONSE A L'APPEL D'OFFRES – CODIFICATION ENSER S15182**
**ETUDES D'EXECUTION – CODIFICATION ENSER S16120**

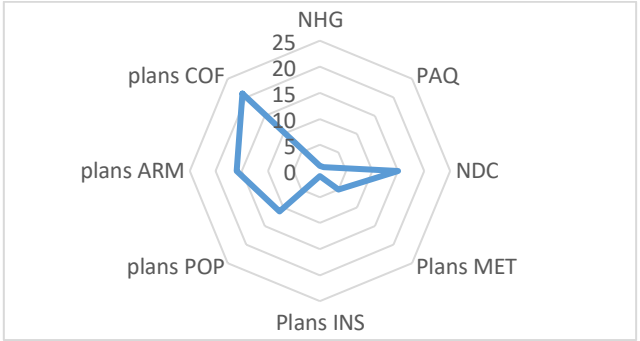
| | |
|---|---|
| **Maître d'ouvrage : MOA** | **Département Maîtrise d'Ouvrage Projets** |
| **Maître d'œuvre : MOE** | **Département de l'Ingénierie** |
| **GROUPEMENT D'ENTREPRISES :** | TPI, FREYSSINET, SOLETANCHE BACHY, SOLETANCHE BACHY PIEUX |
| **OBJET :** | **STATION ARCUEIL/CACHAN**<br><br>**Interconnexion RATP RER B/SGP L15 SUD**<br><br>**ETUDES D'EXECUTION DU TABLIER EN BETON ARME ET DES METHODES DE RIPAGE** |

Dans le cadre des travaux de gros œuvre de l'Interconnexion Arcueil Cachan entre la ligne 15 SUD et le RER B, ENSER a été missionnée par la Société SOGEA TPI du Groupe VINCI CONSTRUCTION pour le développement des études de prédimensionnement et méthodes en phase d'Appel d'Offres et pour les études d'exécution en phase chantier.
Plus précisément ENSER a développé les études pour :

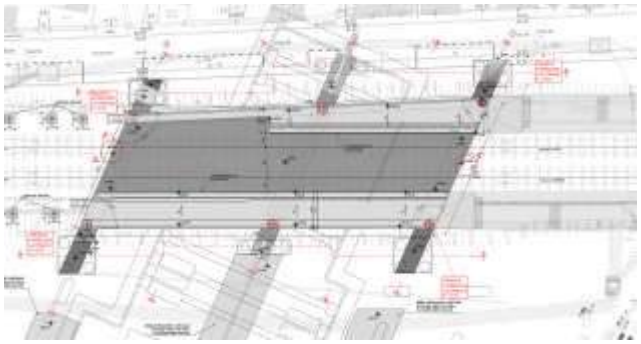
- Le tablier préfabriqué en béton armé ;
- Le système de fondation provisoire du tablier (semelles et pieux) ;
- Les culées NORD, SUD et l'appui central provisoire ;
- Les appuis intermédiaires définitifs ;
- Les raccordements tablier-quais ;
- Les blocs techniques ;
- Les garde-corps et les seconds œuvres ;
- Toutes les structures de soutènement provisoire nécessaire à réaliser les ouvrages (puits blindé et galeries).

ENSER a conduit les études avec le logiciel BIM TEKLA Structures pour la maquette 3D du tablier et pour la rédaction de plans de soutènement provisoire et avec le logiciel SAP2000 pour le calcul du tablier.

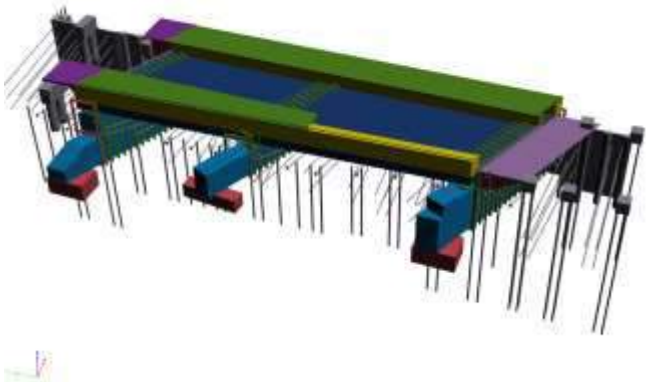
Au total, en phase EXE, ENSER à produit :

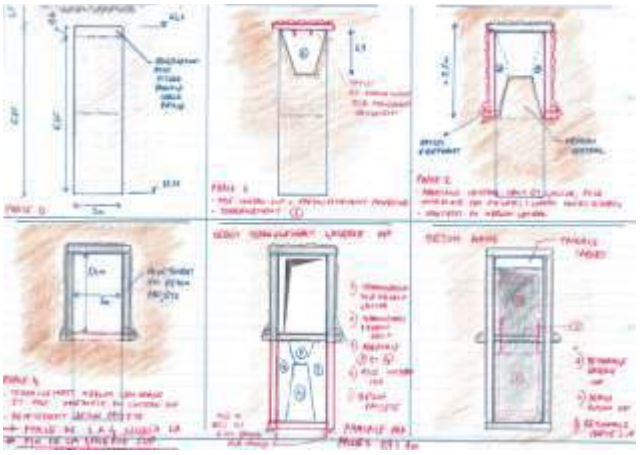


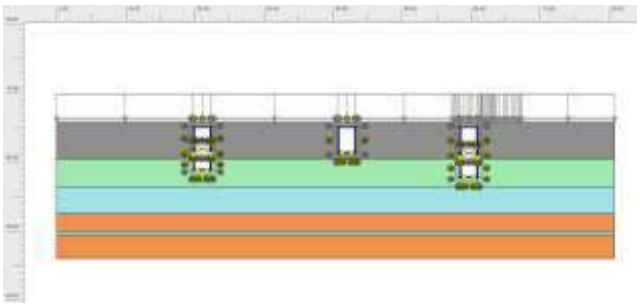
Le projet concerne le ripage d'un tablier en béton armé préfabriqué, d'un poids d'environ 3.000 tonnes. Le tablier, faisant 40m de longueur et ayant une largeur variable entre 14m et 16m, est appuyé en phase provisoire sur 3 appuis, et en phase finale sur 4 appuis. Les 2 appuis intermédiaires définitifs reposent directement sur la structure de la nouvelle station L15 de Arcueil-Cachan.



L'étude du tablier a été développée en 3D, pour analyser les interférences possibles avec les structures provisoires (tirants de la micro berlinoise). Une étude spécifique pour les galeries, d'abord sous PLAXIS 2D ensuite sous TEKLA structures, a été conduite pour définir correctement le soutènement provisoire à mettre en place, en prenant en compte la circulation des trains.







Le ripage du tablier a eu lieu le 1° novembre pendant une interruption temporaire du trafic ferroviaire.

# Commune de COUPVRAY
## CHAINE D'ASSAINISSEMENT PRIMAIRE DES EAUX
## REALISATION DU BEP 27
## BASSIN DE RETENTION DES EAUX PLUVIALES

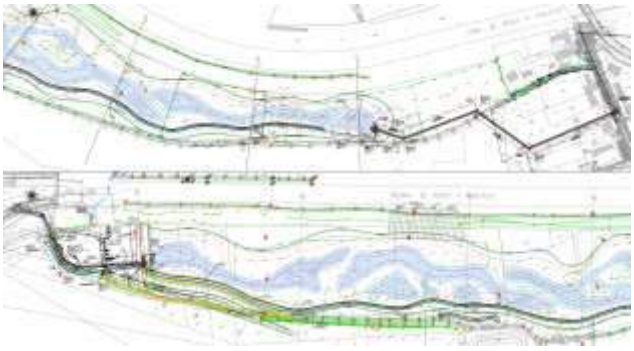
**Période :**
**FEVRIER 2016 – JANVIER 2017**

**ETUDES D'EXECUTION – CODIFICATION ENSER S16019**

| | |
|---|---|
| **Maître d'Ouvrage : MOA** | **Etablissement Public d'Aménagement de la Ville Nouvelle de Marne-la-Vallée** |
| | **Confluences Ingénieurs Conseil** |
| **Maîtrises d'Œuvre: MOE** | **Sébastien SOSSON** |
| | **ARCADIS ESG** |
| **ENTREPRISE :** | **Parenge** |
| **OBJET :** | **DEPARTEMENT DE SEINE ET MARNE**<br>**Commune de Coupvray**<br>**Infrastructures primaires d'assainissement des eaux pluviales Réalisation du BEP 27** |

Un nouveau bassin de régulation des eaux pluviales (dit BEP27) a été réalisé sur le territoire de la commune de Coupvray (77).
ENSER a été missionnée par la Société PARENGE pour le développement des études d'exécution des ouvrages GC nécessaires à la création du bassin.

Le bassin de régulation des eaux pluviales est destiné à recueillir les eaux d'un bassin versant d'environ 50 hectares pour un stockage de 53 000m³

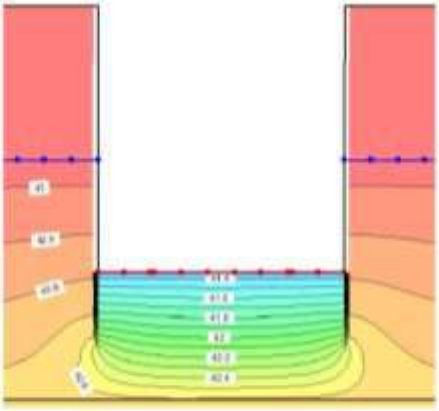


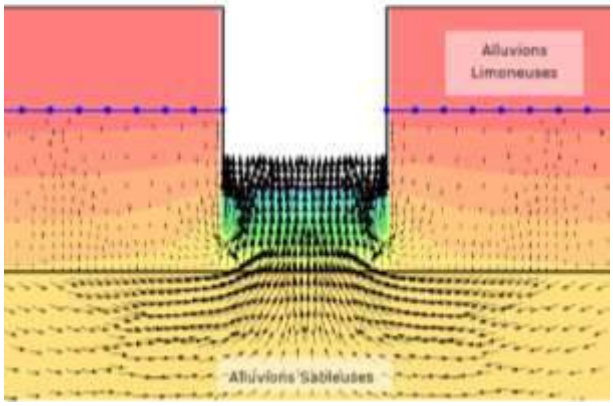
ENSER a développé les études pour :

- L'ouvrage de barrage (ouvrage de régulation des débits) ;
- Le collecteur en amont ;
- Le raccordement en amont ;
- Les regards de visite ;
- Le raccordement en aval
- L'ouvrage de traversée du chemin rural

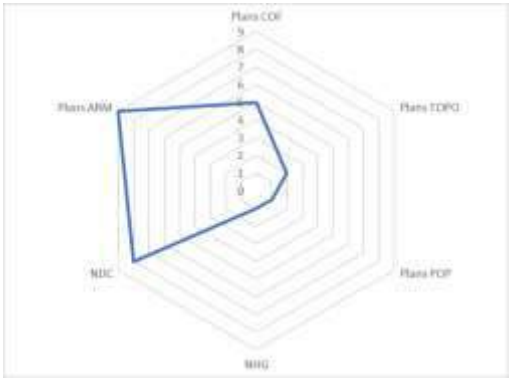
- L'évaluation de la stabilité du fond de fouille pour les terrassements avec des panneaux coulissants.

ENSER a conduit les études avec le logiciel Autocad pour les plans, et avec le logiciel SAP2000 pour les calculs. Les calculs concernant la stabilité du fond de fouille et les débits de pompage pour les tranchées terrassées, à l'aide de panneaux de type krings, ont été faits avec le logiciel SEEP\W.

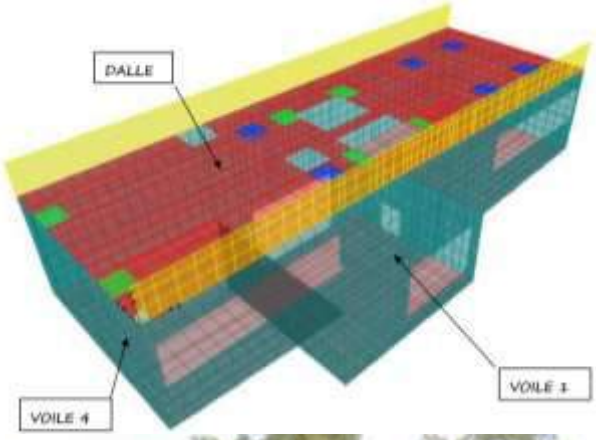





Au total, en phase EXE, ENSER a produit :



Des modèles MEF 3D ont été réalisés pour l'étude des différents ouvrages.

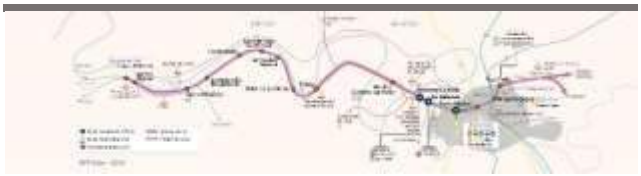


# Gare PORTE MAILLOT
# Travaux de rabattement de nappe

**Période :**
**FEVRIER 2017 – MARS 2018**

**ETUDES D'EXECUTION – CODIFICATION ENSER F17010-S16194**

| | |
|---|---|
| **Maître d'ouvrage : MOA** | **Réseau ferré de France** |
| **Maîtrise d'Œuvre des infrastructures souterraines : MOE** | |
| **GROUPEMENT D'ENTREPRISES :** | |
| **OBJET :** | **Gare de Porte Maillot**<br>**Travaux de rabattement de nappe**<br>**ETUDES D'EXECUTION DES OUVRAGES GC POUR LA REALISATION DU RABATTEMENT DE NAPPE** |



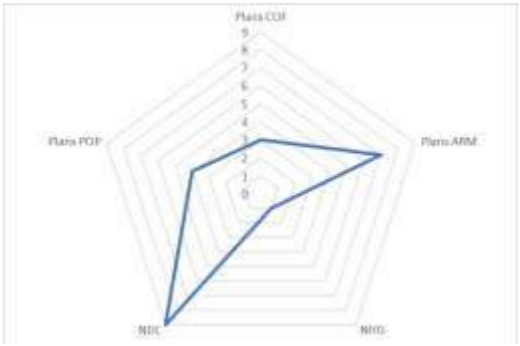
Dans le cadre du projet de Prolongement du RER E vers l'Ouest sur le tronçon SAINT-LAZARE – NANTERRE LA FOLIE, un rabattement de la nappe phréatique dans l'emprise de la future GARE PORTE MAILLOT (GPM) a été réalisé. ENSER a été missionnée par la Société SOGEA IDF Hydraulique du Groupe VINCI CONSTRUCTION pour le développement des études d'exécution des ouvrages GC nécessaires pour réaliser le rabattement.

Plus précisément, ENSER a développé les études pour :

- La réalisation de carottages dans le parking INDIGO existant sous le palais des congrès de Paris ;
- La réalisation d'une dalle de répartition sur des réseaux posés au-dessus de l'ouvrage du RER C ;
- Les puits blindés à côté des égouts existants ;
- Le renforcement en phase provisoire du collecteur au droit du Déversoir d'orage Bugeaud ;
- La réalisation d'un cadre de renforcement en acier pour le collecteur au droit du Déversoir d'orage Bugeaud ;
- La reconstruction du collecteur au droit du Déversoir d'orage Bugeaud ;
- La réalisation d'une cave forage
- La réalisation de la station de traitement (Radier, voiles réalisés avec pré-murs, dalle de couverture réalisée avec prédalles)

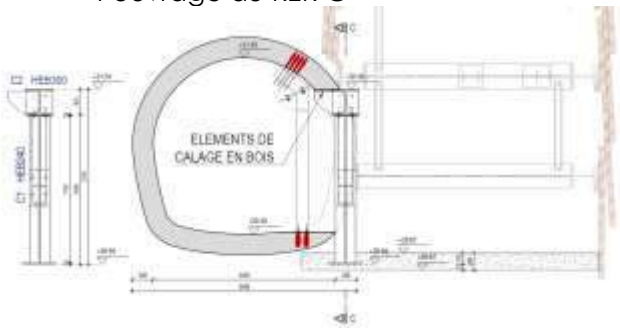
ENSER a conduit les études avec le logiciel Autocad pour les plans, et avec le logiciel SAP2000 pour les calculs.

Au total, en phase EXE, ENSER a réalisé :

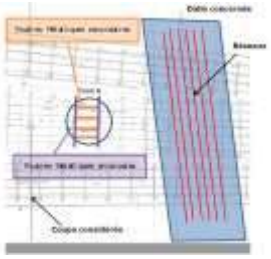



Le projet concerne principalement :

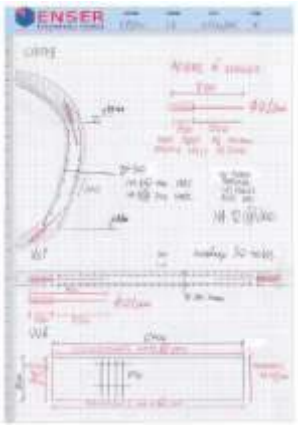
- La réalisation de 13 forages (5 situés dans le parking Porte Maillot et 8 sur le domaine public) et la mise en place des équipements ;
- La mise en œuvre d'une installation de décantation des eaux d'exhaure (avec une bâche de reprise, les analyseurs spécifiques, etc.), dite « station de traitement »
- La réalisation d'un puits de service au droit du déversoir Bugeaud (exutoire du système)
- La réalisation d'un puits « by-pass » (jeu de vannes avec bride en attente) après la station de traitement des eaux
- La réalisation d'une dalle de répartition pour déviation des réseaux au-dessus de l'ouvrage du RER C



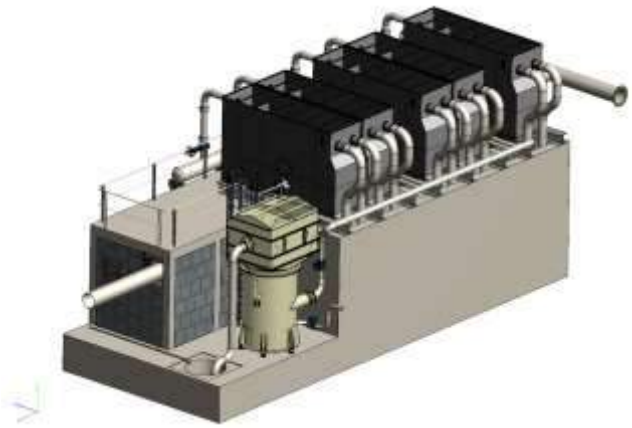

Des modèles MEF 3D ont été réalisés pour l'étude des puits blindés et pour prendre en compte la présence des structures existantes (collecteurs).



Des évaluations de résistance des planchers existants du parking INDIGO ont été faites pour vérifier l'impact des carottages sur la base des plans de ferraillage.




Les plans de ferraillage de la station de traitement ont été réalisés à partir d'un modèle 3D fourni par l'entreprise pour tenir compte des interférences avec les réseaux et réaliser les réservations nécessaires sur les différentes parties de la structure.



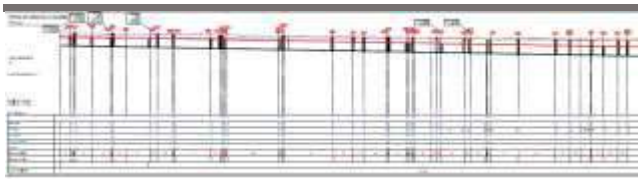
# LOTISSEMENT CHAPELLE INTERNATIONAL - PARIS 18ème – CREATION RESEAUX ASSAINISSEMENT

**Période :**

**JANVIER 2016 – FEVRIER 2017**

**ETUDES D'EXECUTION – CODIFICATION ENSER S15208**

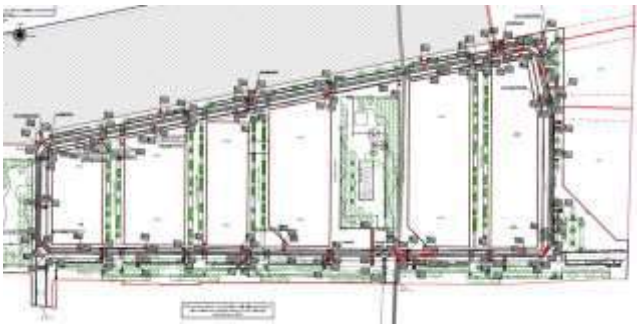
| | |
|---|---|
| **Maître d'ouvrage : MOA** | **ESPACES FERROVIAIRES** |
| **Architecte coordonnateur :** | |
| **GROUPEMENT D'ENTREPRISES :** | |
| | **LOTISSEMENT CHAPELLE INTERNATIONAL - PARIS 18ème – CREATION RESEAUX ASSAINISSEMENT** |
| **OBJET :** | **ETUDES D'EXECUTION GALERIE EN BETON ARME ET OUVRAGES ANNEXES (OUVRAGE PARTICULIER, REGARDS D'ACCES ET BRANCHEMENTS D'EGOUT)** |



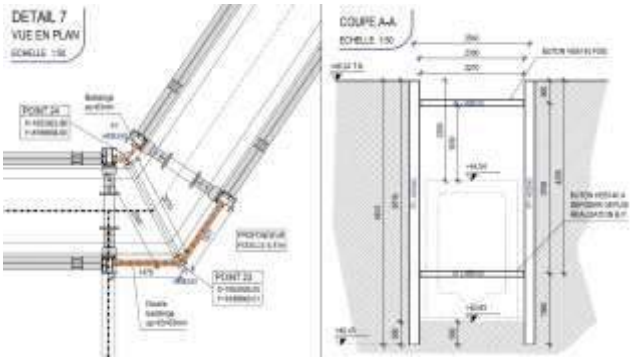
Dans le cadre des travaux de gros œuvre de l'Interconnexion Arcueil Cachan entre la ligne 15 SUD et le RER B, ENSER a été missionnée par la Société SOGEA TPI du Groupe VINCI CONSTRUCTION pour le développement des études EXE de la galerie d'assainissement et des ouvrages annexes.

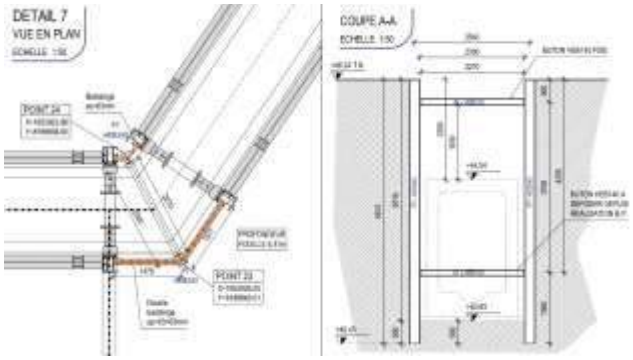
Plus précisément ENSER a développé les études pour :

- 800 ml environ de galerie d'assainissement ;
- 22 Branchements particuliers ;
- 28 bouches d'égout ;
- 14 Regards d'accès ;
- Ouvrage de rehaussement eau ;
- Les structures de soutènement provisoire au niveau des angles de la galerie et au droit de l'ouvrage de rehaussement eau.

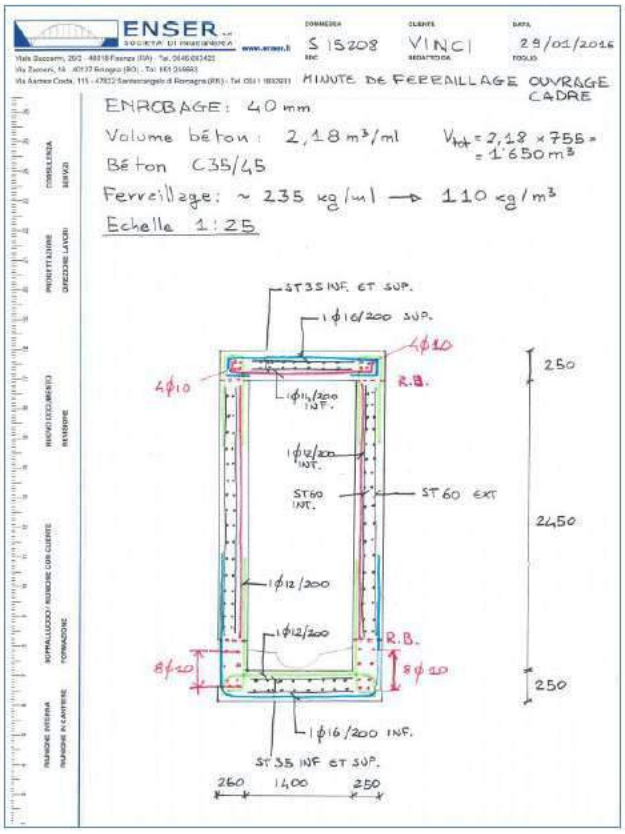


ENSER a conduit les études avec le logiciel SAP2000 pour le calcul de tous les ouvrages provisoires et définitifs.

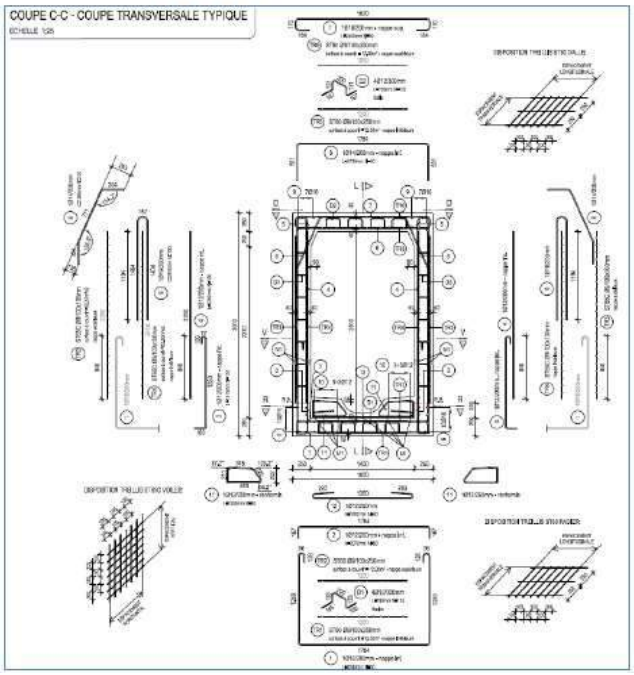





## 4. MINUTE DE FERRAILLAGE



## 4. MINUTE DE FERRAILLAGE



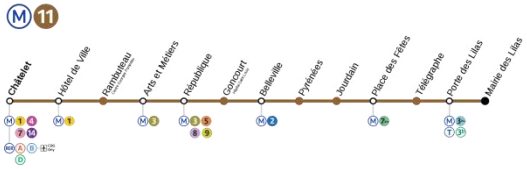
# Ligne 11
# OUVRAGE ANNEXE CALMETTE
# Gros Œuvre

**Période :**

**DECEMBRE 2015 – DECEMBRE 2016**

**ETUDES D'EXECUTION – CODIFICATION ENSER S15185**

| | |
|---|---|
| **Maître d'ouvrage : MOA** | **Département Maîtrise d'Ouvrage Projets**<br>**Syndicat des transports d'Ile de France** |
| **Maître d'œuvre : MOE** | **Département de l'Ingénierie** |
| **GROUPEMENT D'ENTREPRISES :** | |
| **OBJET :** | **Prolongement de la ligne 11 à Rosny-Bois-Perrier OUVRAGE ANNEXE CALMETTE** |




Les projets et les opérations RATP en interface avec ce projet constituent l'opération du prolongement de la ligne 11. Les projets et les opérations de la RATP en interface avec ce projet sont :

- prolongement de la ligne 11 vers Rosny sous-bois ;
- aménagement des accès supplémentaires sur les stations existantes de la ligne 11 ;
- mise à niveau des stations existantes de la ligne 11 ;
- passage de 4 à 5 voitures après la mise en service par remplacement progressif des trains.

Le futur ouvrage de ventilation Calmette permettra :

1. De définir la géologie du terrain et de réaliser les essais qui permettront de définir la méthodologie à mettre en place pour la création du futur tunnel au droit de cet ouvrage. (Présent lot)
2. Ce puits servira en deuxième temps de puits d'accès pour la réalisation des travaux du futur tronçon y compris pour l'évacuation des terres.
3. En phase définitive l'ouvrage servira de ventilation dans le cadre du tunnel de la ligne 11.

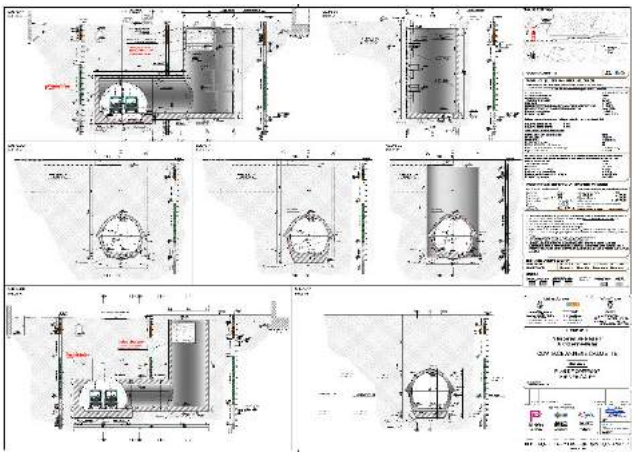
L'ouvrage Calmette est implanté face au 36 du boulevard Général Leclerc de Hautecloque à proximité du carrefour avec l'allée du Docteur Calmette. Il est constitué d'un **puits** de **9,0 mètres de diamètre** par environ **19 mètres de profondeur** et d'une **galerie** de **8 mètres de diamètre intérieur**.

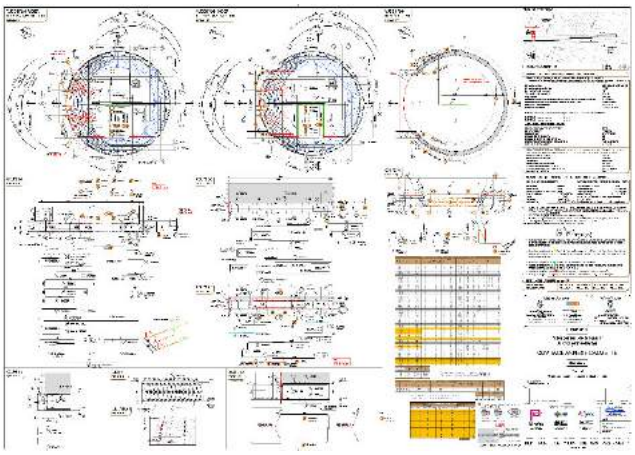
La situation environnante de ce terrain est :

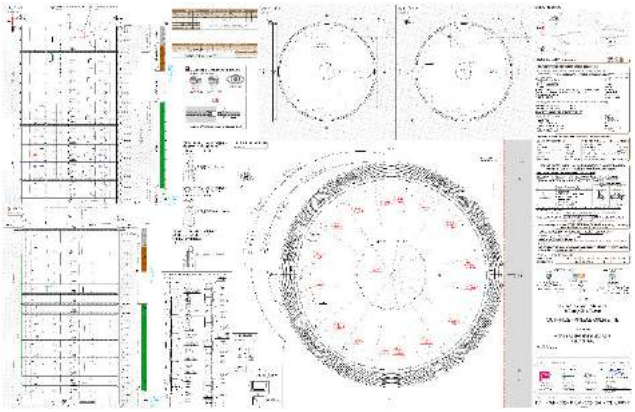
- au Nord : Bâtiment d'habitation de grande hauteur à proximité immédiate
- à l'Est : Jardin et air de jeux plus copropriété

- à l'Ouest : allée pour passage piéton très fréquentée
- au Sud : Voirie (2 voies) ainsi que des habitations et des commerces.

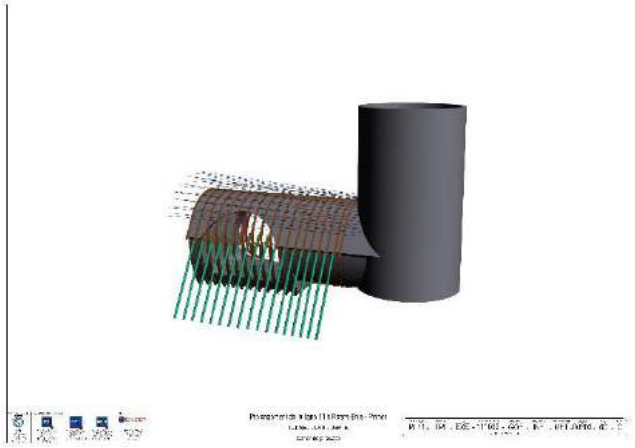
ENSER a conduit les études d'exécution en développant les plans de coffrage, de soutènement provisoire et de ferraillage.







Une étude détaillée avec le logiciel BIM TEKLA Structures a été faite pour gérer les difficultés géométriques du projet, notamment vis-à-vis du raccordement entre le puits et la galerie.



# Projet d'aménagement Clichy-Batignolles Zone Secteur

**Période :**

**FEVRIER 2015 – JUIN 2015**

**ETUDES D'EXECUTION – CODE ENSER S15029**

| | |
|---|---|
| **Maître d'ouvrage : MOA** | PARIS BATIGNOLLES AMÉNAGEMENT |
| **Maîtrise d'Œuvre: MOE** | AREP VILLE |
| **Contrôle Technique :** | AREP VILLE |
| **ENTREPRISE :** | PARENGE |
| **OBJET :** | **PROJET D'AMENAGEMEMENT CLICHY-BATIGNOLLES ZONE SECTEUR**<br><br>**Branchement particulier dans le 17°, à Clichy, pour le Maitre d'Ouvrage Paris Batignolles Aménagement.** |

En février 2015, ENSER a été consultée par l'entreprise PARENGE pour réaliser les études d'exécution d'un branchement particulier dans le 17°, à Clichy, pour Paris Batignolles Aménagement. La création du branchement particulier au niveau de l'ancienne impasse Chalabre, nouvellement rue Bernard Buffet, s'insère dans le cadre de l'aménagement du secteur Clichy Batignolles, ce dernier donnant lieu à plusieurs opérations :

- La ZAC Cardinet Chalabre,
- L'opération Saussure (lotissement),
- La ZAC Clichy Batignolles, sur 43,2 ha environ.

Le projet consiste en un **ouvrage cadre**, branchement particulier de 1,80m x 2,10m (2,60m x 2,30m de dimensions extérieures) en béton armé de longueur 17,5m.

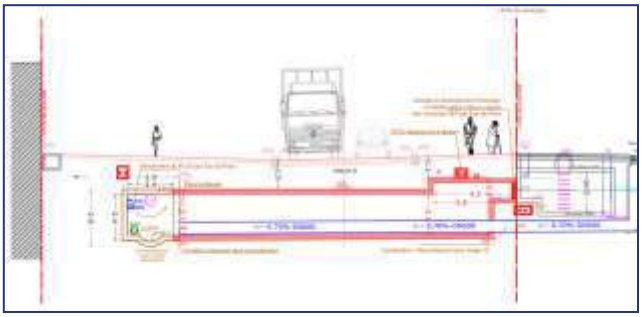


Figure 1 : Coupe longitudinale du branchement

ENSER a été engagée sur le projet pour environ 4 semaines et les études ont compris, au total, la production de 7 documents.

Figure 2 : Détail des documents EXE rédigés pour les études

Les travaux ont été réalisés en **½ chaussée** afin de maintenir les circulations des véhicules et des piétons sur la rue Bernard Buffet, ex impasse Chalabre. Cela a entrainé la nécessité d'étudier et de dimensionner un platelage lourd au-dessous duquel l'équipe de chantier travaille.

De plus, le projet se caractérise par :

- Une absence de surface de stockage ;
- L'exiguïté de l'emprise chantier ;
- La faible largeur de la chaussée existante ;
- Des contraintes par rapport aux réseaux existants (ERDF, CPCU, assainissement, eau potable ; France Télécom, etc.) ;
- Des contraintes de moyens mécaniques qui devront être adaptés au contexte ;
- L'exécution des travaux, en particulier par rapport à la présence d'ouvrage enterrés sous voirie.

L'ouvrage cadre de branchement se trouve à environ 1,5m sous la voirie, et présente un encombrement de 2,3m x 2,6m, entre les niveaux +34.81m et +32.21m. Les études d'exécution de l'ouvrage cadre constituant le branchement particulier sont menées en accord avec le CCTP et les EUROCODES.

Figure 3 : Ferraillage du radier et raccordement

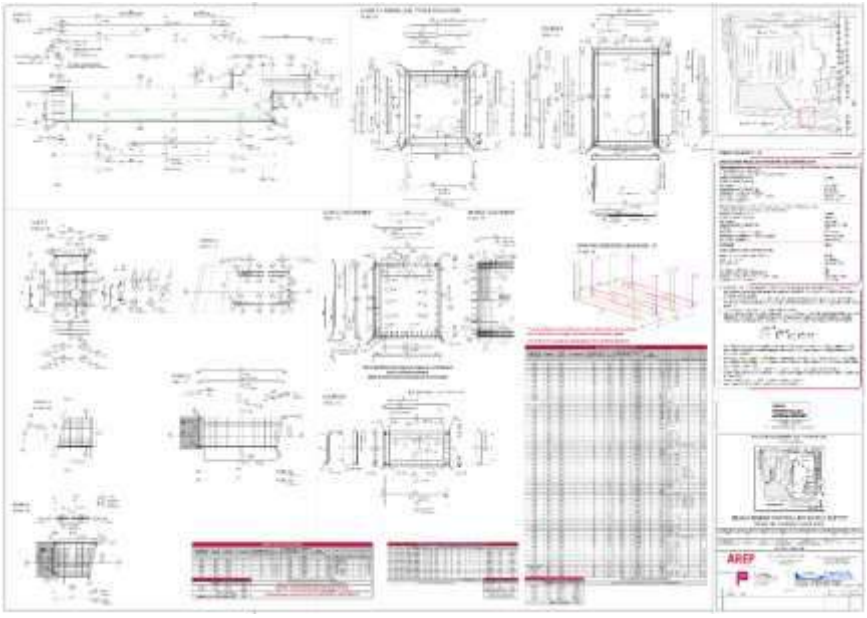


Figure 3 : Plan de ferraillage EXE du branchement, y compris tableau de nomenclature des aciers

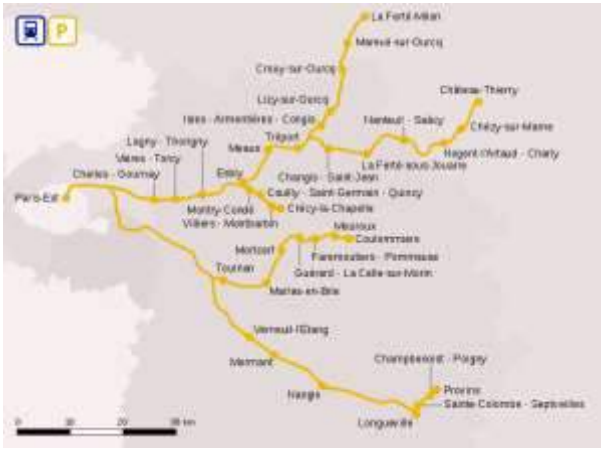
# Gare d'ESBLY
# Travaux de génie civil

**Période :**

**FEVRIER 2015 – SEPTEMBRE 2015**

**ETUDES D'EXECUTION – CODIFICATION ENSER S15024**

| | |
|---|---|
| **Maîtrise d'Ouvrage : MOA** | **Réseau ferré de France**<br>**Direction Régionale IDF** |
| **Maîtrise d'Œuvre: MOE** | **SNCF Infra Ingénierie**<br>**Direction Déléguée des Gares Transiliennes** |
| **ENTREPRISE :** | **Parenge** |
| **OBJET :** | **Gare d'Esbly**<br>**Travaux de génie civil**<br>**ETUDES D'EXECUTION DES OUVRAGES GC dans le cadre du schéma directeur d'accessibilité (SDA)** |



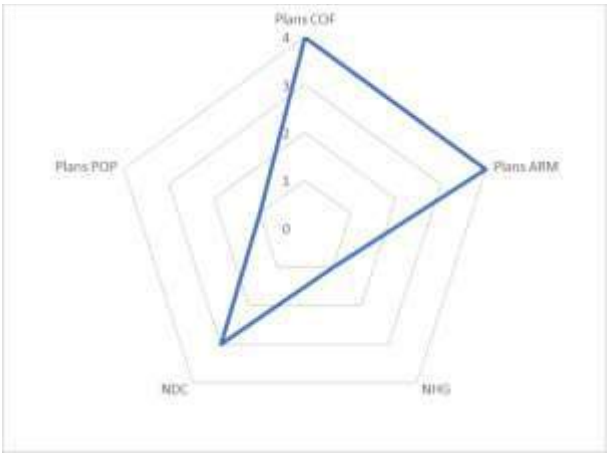

Dans le cadre du schéma directeur d'accessibilité (SDA) de la SNCF pour la ligne P du transilien (Ligne 070 000 – km 36+109), deux nouvelles gaines d'ascenseur ont été créées dans la future GARE d'ESBLY (77). ENSER a été missionnée par la Société PARENGE pour le développement des études d'exécution des ouvrages GC nécessaires pour rendre la gare accessible aux PMR.

Plus précisément ENSER a développé les études pour :

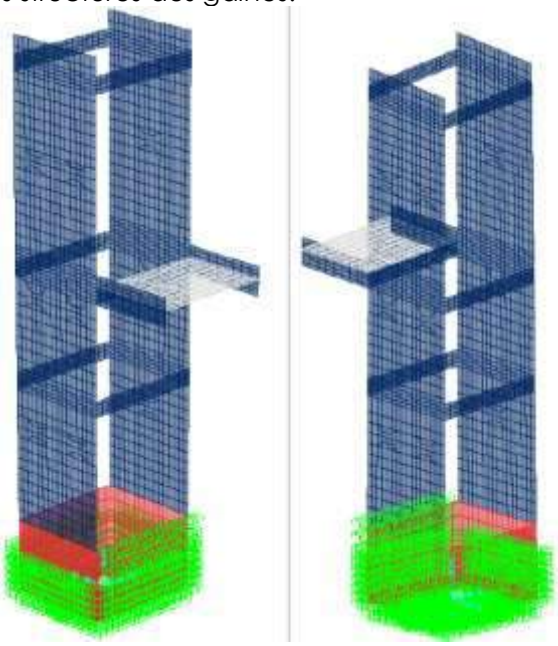
- La réalisation de deux gaines d'ascenseur en béton armé ;
- La réalisation de murs de soutènement pour l'aménagement des quais pour la réalisation de rampes pour faciliter l'accès aux personnes à mobilité réduite ;
- La longrine de fondation pour les poteaux d'un nouvel auvent ;
- La réalisation d'entretoises de renfort sur la passerelle déjà existante ;
- Les deux puits blindés nécessaires pour réaliser les fosses des gaines d'ascenseur

ENSER a conduit les études avec le logiciel Autocad pour les plans, ainsi que le logiciel SAP2000 pour les calculs.

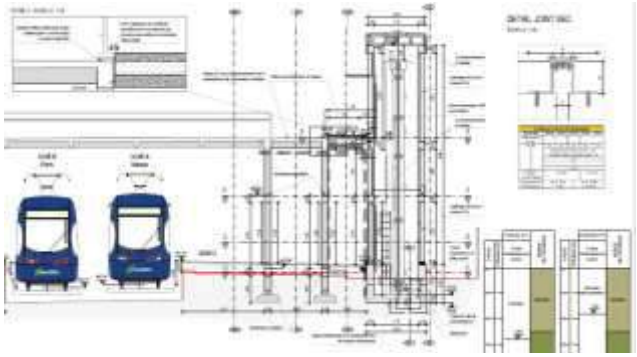
Au total, en phase EXE, ENSER a réalisé :



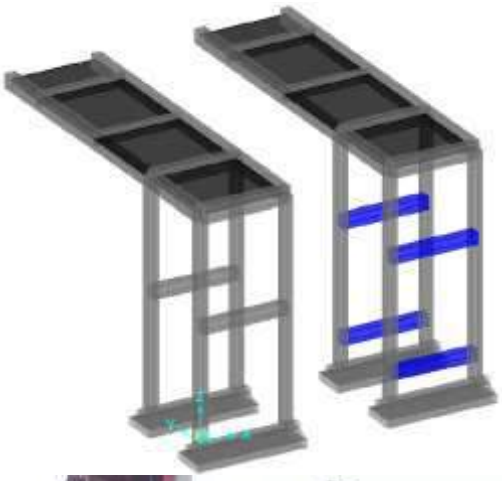

Des modèles MEF 3D ont été réalisés pour l'étude des structures des gaines.

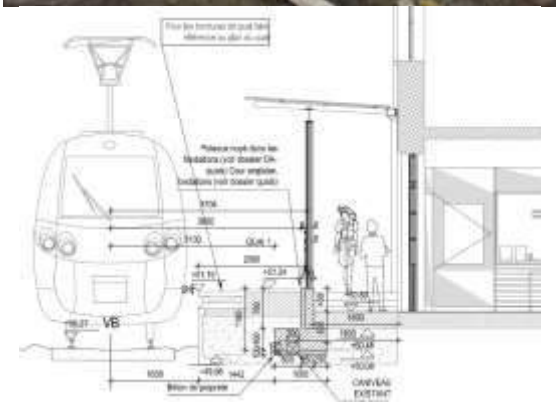


Les gaines ont été dimensionnées selon des actions accidentelles transmises par les ascenseurs en cas de choc.



Une modélisation MEF à été conduite pour les structures existantes et pour évaluer l'impact des deux nouvelles entretoises par rapport aux sollicitations sur les piédroits existants.





# Station OLYMPIADES
# Travaux de génie civil

**Période :**

**MARS 2015 – DECEMBRE 2017**

**ETUDES D'EXECUTION – CODIFICATION ENSER S15016**

| | |
|---|---|
| **Maître d'ouvrage : MOA** | **Département Maîtrise d'Ouvrage Projets**<br>**Syndicat des transports d'Ile de France** |
| **Maître d'œuvre : MOE** | **Département de l'Ingénierie** |
| **GROUPEMENT D'ENTREPRISES :** | demathieu bard CONSTRUCTION<br>TPI |
| **OBJET :** | **Ligne 14 - Adaptation des stations existantes pour le passage de 6 à 8 voitures**<br>**Station OLYMPIADES** |

La ligne 14 du métropolitain a une longueur de 8,65 km et comporte actuellement 9 stations. Elle fait l'objet d'un prolongement au nord jusqu'à la Mairie de Saint-Ouen. L'accroissement de trafic qui en découle, nécessite d'exploiter la ligne 14 avec des rames de 8 voitures en lieu et place des rames de 6 voitures. Les quais de l'ensemble des stations existantes ont été conçus pour être exploités avec 8 voitures. Cependant, l'allongement de 6 à 8 voitures constitue une modification d'exploitation conséquente qui nécessite l'adaptation des infrastructures afin, notamment, d'assurer la conformité réglementaire en termes d'évacuation.

Pour la Station OLYMPIADES les travaux suivants ont été réalisés :

**Accès principal**

Création d'une **sortie** (couloir et escalier fixe) depuis la salle des billets existante vers le niveau voirie. Cet accès aura simplement des escaliers fixes et sera à proximité de la Rue Nationale.

**Accès secondaire**

Modification de l'**issue de secours** existante, en créant un nouvel accès entre la mezzanine et l'issue de secours existante puis en créant une nouvelle sortie de secours en voirie.

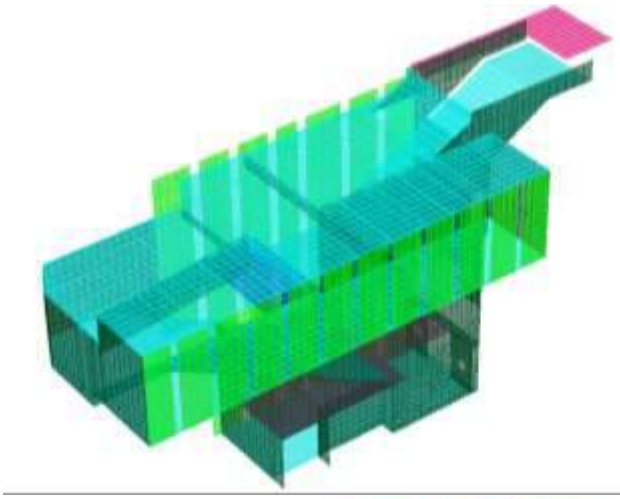
Création d'un **nouvel accès** allant des quais de la station jusqu'en voirie. Il s'agit d'un ouvrage réalisé entre parois moulées, avec des reprises en sous œuvre. Les dimensions maximales de cet ouvrage sont environ : 15 m de largeur, 30 m de longueur, et 25 m de profondeur finie.

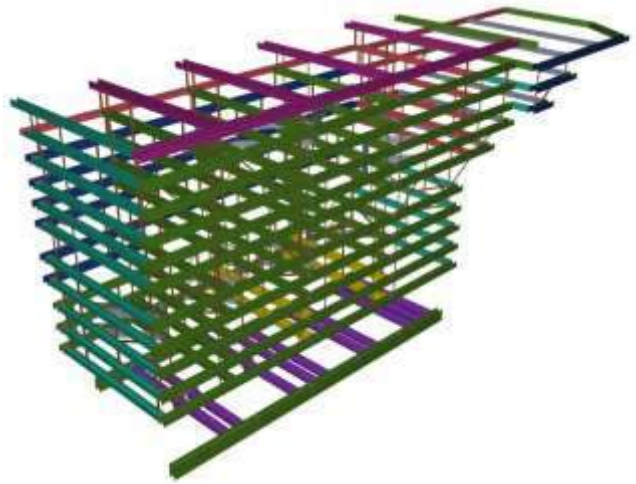
Cet accès sera équipé d'escaliers mécaniques et d'escaliers fixes et sera à proximité de la Rue du Château des Rentiers.

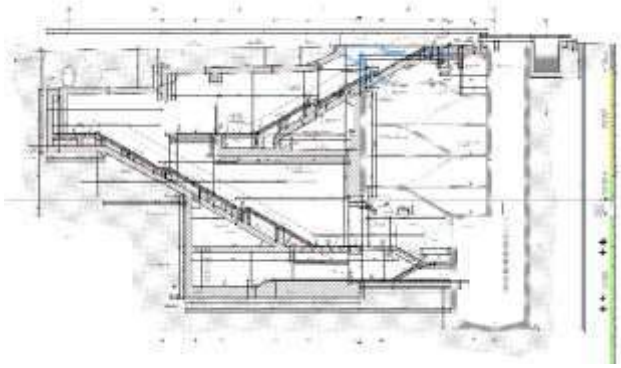
Le niveau du TN de l'accès principal est environ à **52.55m NVP**. La partie plus approfondie est au niveau **44.06b m NVP** (A.S. du radier) à environ 8m sous la voirie. La dalle de couverture est à 47.61f m NVP ce qui comporte une couverture du sol d'environ 4,5m. Le radier de l'accès

principal est au même niveau de la salle de billets (44.21f m NVP).
L'**accès secondaire** est réalisé au niveau d'un puits (escalier + puits de ventilation) existant qui descende déjà jusqu'aux niveaux 35.14f m NVF et 27.15m NVP. Le niveau de la voirie à cet endroit est environ **54.77m NVP** soit à -2,27m par rapport à la voirie au niveau de l'accès principal. Le niveau de la nouvelle salle de billets dans l'accès secondaire est **46.07b m NVP**.
L'ouvrage pour les escaliers d'accès au quai arrive à la profondeur du quai, à environ 30.98b m NVP (A.I. radier). L'ouvrage de l'accès secondaire présente une dalle de couverture en pente, au niveau +52.70m NVP soit à environ 2m sous la voirie, et un deuxième niveau de dalle à 50.57b m NVP soit à environ 4m sous la voirie. La partie de la salle de billets présente donc une profondeur d'environ 8,7 m sous la voirie. Le puits vers le quai de la station arrive à – 25m environ.

ENSER a conduit les études à l'aide su logiciel BIM TEKLA Structures pour les plans de soutènement provisoire et à l'aide du logiciel SAP2000 pour le calcul du tablier.







# Chantier de réouverture et renaturation de la Bièvre à l'Hay-Les-Roses

**Période :**
**SEPTEMBRE 2014 - JUILLET 2015**

**ETUDES D'EXECUTION – CODE ENSER S14143**

| | |
|---|---|
| **Maître d'ouvrage : MOA** | VAL de MARNE Conseil général |
| **Maître d'œuvre : MOE** | VAL de MARNE Conseil général |
| **Contrôle technique :** | SECTEUR |
| **GROUPEMENT D'ENTREPRISES :** | PARENGE / URBAINE DE TRAVAUX FAYAT |
| **OBJET :** | **ETUDES D'EXECUTION DU PROJET DE REOUVERTURE ET RENATURATION DE LA BIEVRE, A L'HAY- LES-ROSES, EN VALE DE MARNE, ILE DE FRANCE.** |

En juillet 2014 ENSER a été consultée par le groupement d'entreprise PARENGE et URBAINE DE TRAVAUX pour réaliser les études d'exécution du projet de réouverture et renaturation de la Bièvre, à l'Hay- les-Roses, en Vale de Marne, Ile de France.
Le projet consiste en :

1. La réouverture sur 2 tronçons du collecteur de la Bièvre, affluent à la Seine, sur une longueur totale d'environ 650m, entre l'avenue Victor Hugo et l'allée du Parc de la Bièvre en Val de marne ;
2. La création d'une chambre à sable en béton armé en amont ;
3. La création de 4 ouvrages d'entonnement, y compris les couvertures métalliques ;
4. La réalisation d'une passerelle piétonne ;
5. La continuation d'une passerelle piétonne existante ;
6. L'aménagement des talus y compris la mise en place d'un mur de soutènement pour le tronçon en aval ;
7. La réalisation d'une nouvelle digue entre le futur lit de la Bièvre et le bassin existant.

ENSER a été engagée sur le projet pour environ 1 an et les études ont compris, au total, la production de 86 documents.

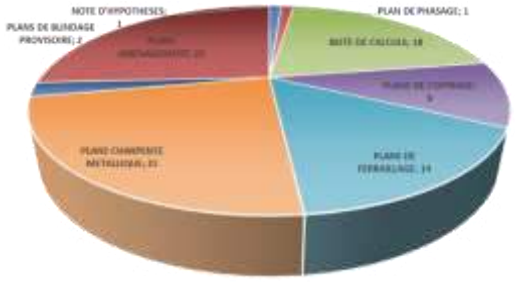



Figure 1 : Détail des documents EXE rédigés

Figure 2 : Vue du chantier en mars 2015

Le chantier s'est déroulé avec le collecteur Bièvre en fonctionnement. Les variations dans le réseau sont estimées entre 150l/s minimum et 7m3/s pour un événement exceptionnel (crue 2001). 3m3/s sont déjà déviés en amont du projet ce qui implique que le débit maximal est de 4m3/s.
Un busage capable de collecter 150l/s jusqu'à 1m3/s a été prévu en phase de chantier.

Figure 3 : Plan de repérage de la zone

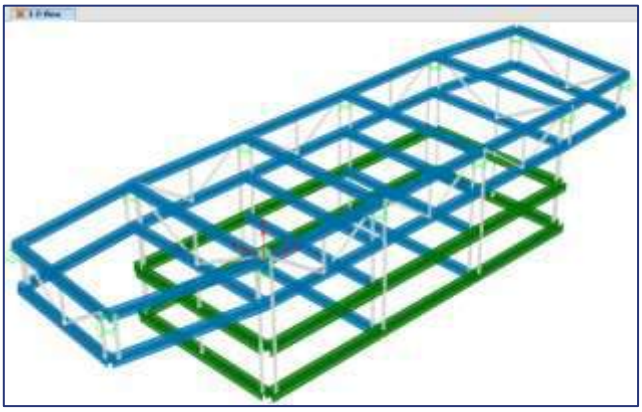


Figure 4 : Modélisation 3D du blindage de CAS

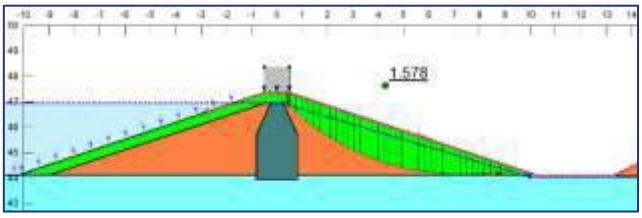



Figure 5 : Calcul de la stabilité de la digue

Figure 6 : Réalisa
busage provisoire

# METRO LIGNE 6 – INTERSTATION PASSY-TROCADERO - Square Yorktown. Création d'un ouvrage de ventilation

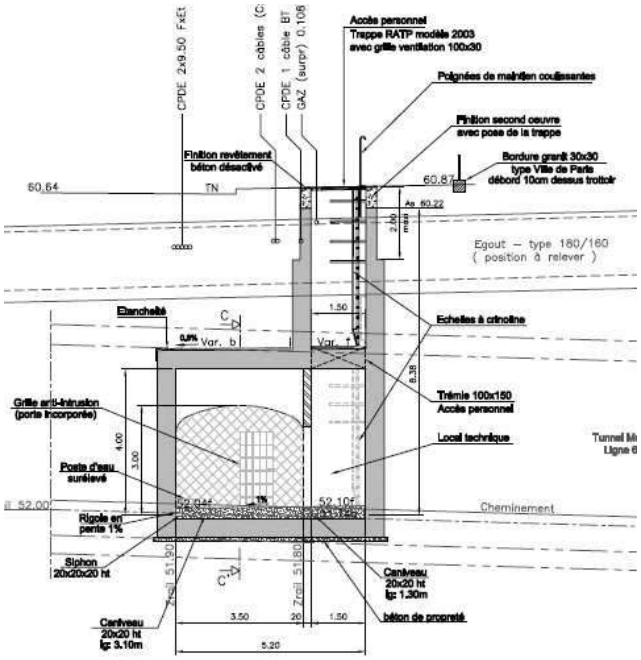
**Période :**

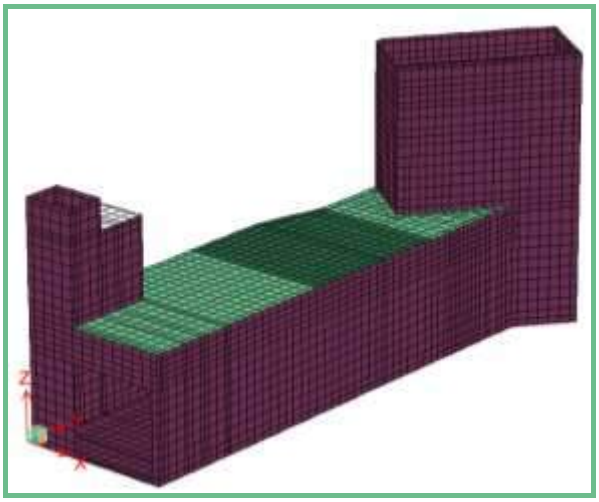
**JUIN 2014-NOVEMBRE 2014**

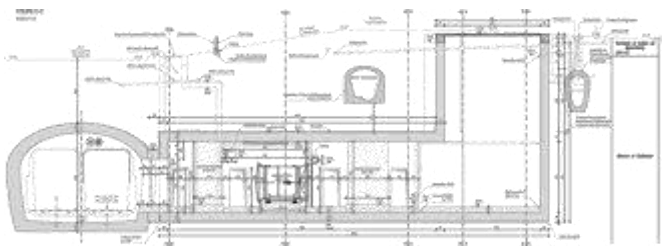
**ETUDES D'EXECUTION – CODIFICATION ENSER S14089**

| | |
|---|---|
| **Maîtrise d'Ouvrage : MOA** | RATP |
| **Maîtrise d'Œuvre: MOE** | SYSTRA |
| **GROUPEMENT D'ENTREPRISES :** | **Groupement** TPI / VINCI CONSTRUCTION FRANCE |
| **OBJET :** | **METRO LIGNE 6 – INTERSTATION PASSY-TROCADERO - Square Yorktown.**<br><br>**Travaux de génie civil pour la réalisation d'un ouvrage de ventilation dans l'inter station Passy/ Trocadéro de la ligne 6 du métro Parisien, situé dans le Square YORKTOWN à Paris 16e arrondissement Prestations d'études d'exécution jusqu'à l'obtention du BPE pour l'ouvrage de ventilation en inter station Passy-Trocadéro – soutènement provisoire et revêtement définitif.** |

Dans le cadre de l'opération de remplacement des ventilateurs afin d'augmenter le niveau de désenfumage de l'enceinte du métro parisien, le présent marché a pour objet la réalisation d'un ouvrage de ventilation dans l'inter-station Passy / Trocadéro de la ligne 6 du métro Parisien, situé dans le Square Yorktown dans le 16ème arrondissement de Paris.
L'ouvrage est constitué d'un puits de ventilation, (de dimensions d'environ 5,91m x 2,80m, de profondeur d'environ 11m avec 10cm d'épaisseur du radier + béton de propreté) ; d'une galerie de liaison (section courante 5,2m (L) x 4m (H)), d'un accès personnel (puits d'ouverture nette 3m x 1,50m, profondeur d'environ 11m (comme pour le puits de ventilation).







Le calcul du revêtement définitif en béton armé (emploi d'un béton C30/37) a été conduit selon l'Eurocode 2. La modélisation de l'ouvrage a été réalisée avec le logiciel par éléments finis SAP2000 Advanced v.15 de Computers&Structures Inc. Berkeley (USA) aussi bien pour la phase provisoire que pour la phase définitive.

# METRO LIGNE 4 – INTERSTATION MOUTON DUVERNET – DENFERT ROCHEREAU
# 15 Avenue du Général Leclerc

**Période :**

**OCTOBRE 2013 – JUILLET 2014**

**ETUDES D'EXECUTION – CODIFICATION ENSER S13184**

**Maître d'ouvrage : MOA**

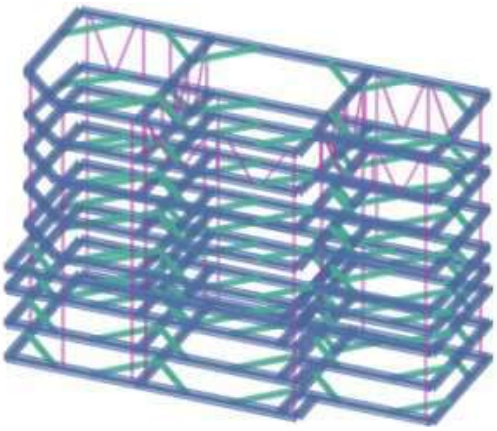
**Maîtrise d'Œuvre: MOE**

**ENTREPRISE:**

**OBJET :**

**METRO LIGNE 4 Renforcement d'un ouvrage de ventilation. Travaux de génie civil pour le renforcement d'un ouvrage de ventilation en inter station « Mouton Duvernet – Denfert Rochereau » sur la ligne 4 du métro [PARIS-FRANCE]. Prestations d'études d'exécution jusqu'à obtention du BPE pour l'ouvrage de ventilation enterré Larochefoucauld (ouvrages définitifs et provisoires).**

Dans le cadre de l'opération de renforcement d'ouvrages de ventilation, ENSER srl a développé pour l'entreprise PARENGE, les études d'exécution pour les travaux de génie civil concernant le renforcement d'un ouvrage de ventilation Rue Jules Verne (inter station Mouton Duvernet – Denfert Rochereau, ligne 4 du métro à Paris).



L'ouvrage existant est une ventilation mécanisée formée par un puits rectangulaire de 2.52 m par 6.32 m sur une hauteur de 3.69m, d'une galerie horizontale sur deux niveaux l'accès inférieur débouchant sur la ligne 4.
La galerie du ventilateur est constituée de deux puits. Le premier puits a une largeur de 5,00m et une longueur de 8,00m. Pour une longueur de 4,40m l'ouvrage a une hauteur nette de 3,34m et une épaisseur de la dalle de couverture et du radier de 40cm. Le deuxième puits a une largeur de 3,80m et une longueur de 3,95m avec une hauteur nette de 6,31m et une épaisseur de la dalle de couverture de 40cm et du radier de 55cm.

Le calcul du revêtement définitif en béton armé a été conduit selon l'Eurocode 2. La modélisation de l'ouvrage a été réalisée avec le logiciel par éléments finis SAP2000 Advanced v.15 de Computers&Structures Inc. Berkeley (USA) aussi bien pour la phase provisoire que pour la phase définitive.

# GALERIE EDP-TRAVERSEE RD7 (OA6)
# Villejuif et Athis-Mons à proximité de la RN7

**Période :**
**OCTOBRE 2013 – NOVEMBRE 2014**

**ETUDES D'EXECUTION – CODIFICATION ENSER S13179**

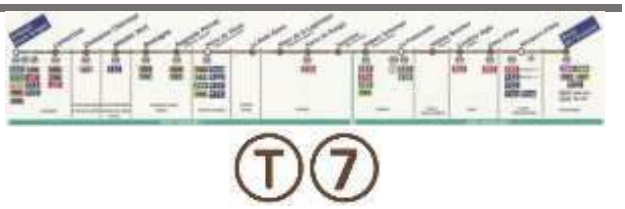
**Maître d'ouvrage : MOA**

**Maîtrise d'Œuvre: MOE**

**ENTREPRISE :**

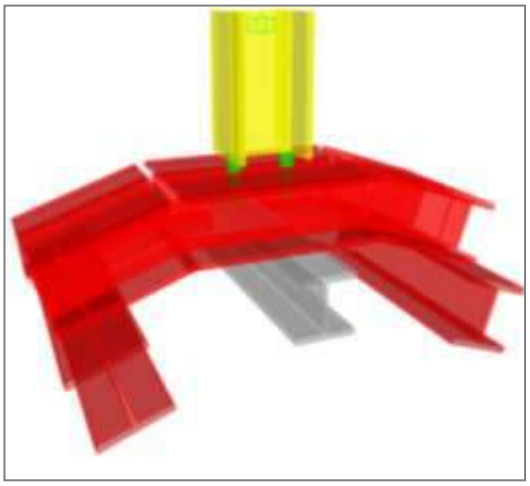
**OBJET :**

**TRAMWAY de VILLEJUIF à ATHIS-MONS Prolongation de la galerie EDP. Galerie de visite et de maintenance de la canalisation de diamètre 1800 mm d'Eau de Paris (EDP) située sur la commune de Vitry Sur Seine. Prolongation vers le Sud-Est de la galerie EDP.**
**Prédimensionnement pour Appel d'Offre et Prestations d'études d'exécution jusqu'à obtention du BPE pour l'ouvrage enterré de prolongation vers le SUD-EST de la galerie EDP existante (soutènement provisoire, revêtement définitif).**



Dans le cadre de la construction du Site de Maintenance et de Remisage (SMR) et des travaux de requalification de la RD7 qui impactent la galerie de visite et de maintenance de la canalisation de diamètre 1800 mm d'Eau de Paris (EDP) située sur la commune de Vitry Sur Seine, l'entreprise PARENGE a fait appel à ENSER srl. ENSER srl a développé les études d'exécution pour les travaux de génie civil concernant la prolongation de la galerie EDP existante, à proximité de la future ligne de tramway entre Villejuif et Athis-Mons, à l'entrée du SMR, sur la commune de Vitry Sur Seine, dans le département du Val de Marne (94).

L'ouvrage à réaliser consiste en une prolongation de la galerie EDP existante d'une longueur d'environ 13m de longueur, 4,70m de largeur et 4,10m de hauteur ; le comblement du puisard existant à l'aide d'un gros béton ; l'arasement des têtes des deux puits d'accès existants. Le travail consiste également à réaliser des butées de soutènement pour la conduite.



Le calcul du revêtement définitif en béton armé (emploi d'un béton C35/45) a été conduit selon l'Eurocode 2. La modélisation de l'ouvrage a été réalisée avec le logiciel par éléments finis SAP2000 Advanced v.15 de Computers&Structures Inc. Berkeley (USA) aussi bien pour la phase provisoire que pour la phase définitive.

# LOCAL TECHNIQUE TERRASSE DU MIDI
# Château de Versailles

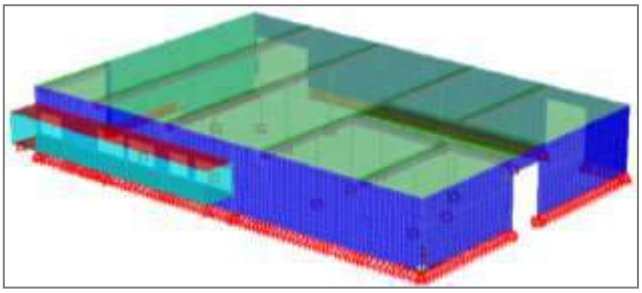
**Période :**

**DECEMBRE 2013 – JUILLET 2014**

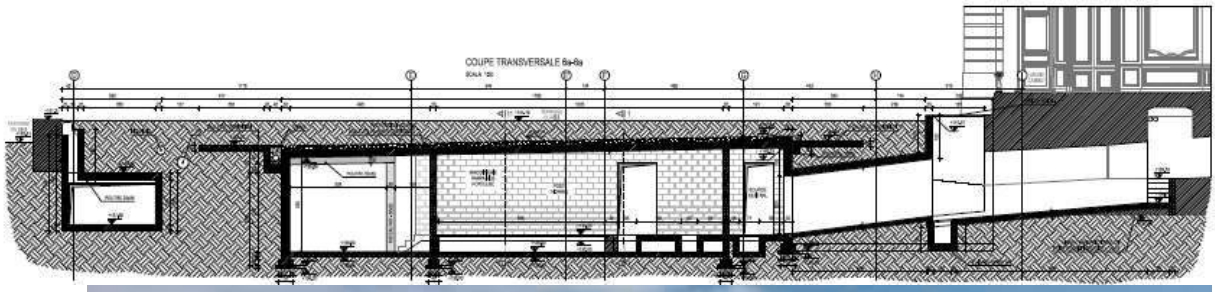
**ETUDES D'EXECUTION – CODIFICATION ENSER : S13151**

| | |
|---|---|
| **Maîtrise d'Ouvrage : MOA** | |
| **Maîtrise d'Ouvrage Délégué :** | |
| **Maîtrise d'Œuvre: MOE** | |
| **ENTREPRISE :** | PARENGE |
| **OBJET :** | **Création d'un local technique sous terrasse du midi partiellement équipé et aménagement de la galerie technique (sous opération 1.1) - LOCAL TECHNIQUE TERRASSE DU MIDI Prédimensionnement pour Appel d'Offre et Prestations d'études d'exécution jusqu'à l'obtention du BPE pour le local technique enterré sous la Terrasse du Midi** |

Dans le cadre de l'opération de rénovation des réseaux, mise en sécurité et en sûreté et traitement climatique des Grands appartements sud du Château de Versailles, ENSER srl a développé pour l'entreprise PARENGE, les études d'exécution pour les travaux de génie civil pour la construction d'un local technique sous la terrasse du Midi partiellement équipé et aménagement de la galerie technique.
L'ouvrage est constitué d'un bâtiment enterré (dimensions générales de 51,7m long x 17,9m large x 3,72m d'hauteur (valeur moyenne) ; d'une prise d'aire (dimensions générales de 34,8m long x 3,5m large x 1,8m d'hauteur de la partie enterrée) ; d'une galerie de ventilation OUEST (dimensions 13,7m long x 3m large x 1,80m d'hauteur) ; d'une galerie de ventilation EST (dimensions 14,3m long x 2,25m large x 1,80m de hauteur); d'une galerie de liaison vers le Grand Cabinet (dimensions variable (largeur entre 1,4m et 1,7m)) ; d'une galerie de liaison vers la Cour des Princes avec largeur interne 2m.



Le calcul du revêtement définitif en béton armé (emploi d'un béton C40/50) a été conduit selon l'Eurocode 2. La modélisation de l'ouvrage a été réalisée avec le logiciel par éléments finis SAP2000 Advanced v.15 de Computers&Structures Inc. Berkeley (USA) aussi bien pour la phase provisoire que pour la phase définitive.



# OUVRAGE CADRE EN BETON ARME
# Z.A.C Clichy Batignolles – Secteur nord

**Période :**

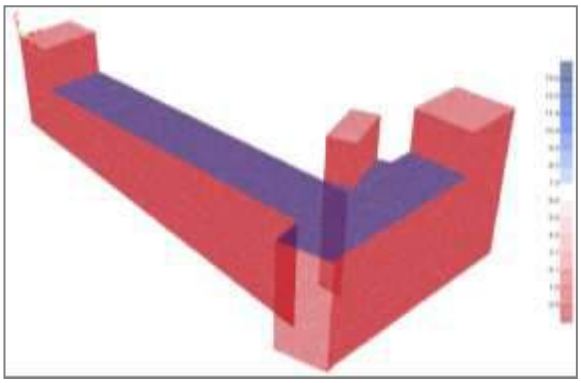
**MAI 2013 – OCTOBRE 2014**

**ETUDES D'EXECUTION – CODIFICATION ENSER S13088**

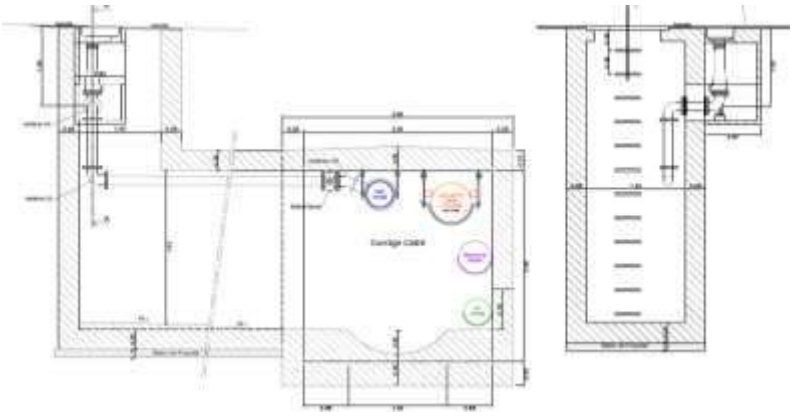
| | |
|---|---|
| **Maîtrise d'Ouvrage : MOA** | **PARIS BATIGNOLLES AMÉNAGEMENT** |
| **Maîtrise d'Œuvre: MOE** | OGI |
| **ENTREPRISE :** | PARENGE |
| **OBJET :** | **ZAC CLICHY BATIGNOLLES**<br><br>**Création d'un ouvrage cadre en béton armé. Travaux d'aménagement de la rue du Bastion et de la rue Suares. Prestations d'études d'exécution jusqu'à l'obtention du BPE pour l'ouvrage cadre en béton armé** |

Dans le cadre des travaux d'aménagement de la rue du Bastion et de la rue Suares dans le 17ème arrondissement de Paris, ENSER Srl a développé pour l'entreprise PARENGE, les études d'exécution pour les travaux de génie civil et pour la construction d'ouvrages d'assainissement (génie civil d'ouvrages cadre, regards de visite, bouches d'égout, avaloirs et branchements particuliers).

L'ouvrage est constitué d'un ouvrage cadre (2,95m x 2,80m de dimensions extérieures) en béton armé de longueur 423,64m ; et de 25 ouvrages ponctuels, à savoir :10 regards de visite ; 13 bouches d'égout (avaloirs) ; 2 branchements particuliers (aux limites de prestations).



Le calcul du revêtement définitif en béton armé (emploi d'un béton C35/45) a été conduit selon l'Eurocode 2. La modélisation de l'ouvrage a été réalisée avec le logiciel par éléments finis SAP2000 Advanced v.15 de Computers&Structures Inc. Berkeley (USA) aussi bien pour la phase provisoire que pour la phase définitive.



# CHÂTEAU DE VERSAILLES – Mise en sécurité et rénovation des réseaux techniques et mise en sureté du Château – Galerie technique – Phase 1

**Période :**

**NOVEMBRE 2012– JANVIER 2013**

**ETUDES D'EXECUTION – CODIFICATION ENSER S12182**

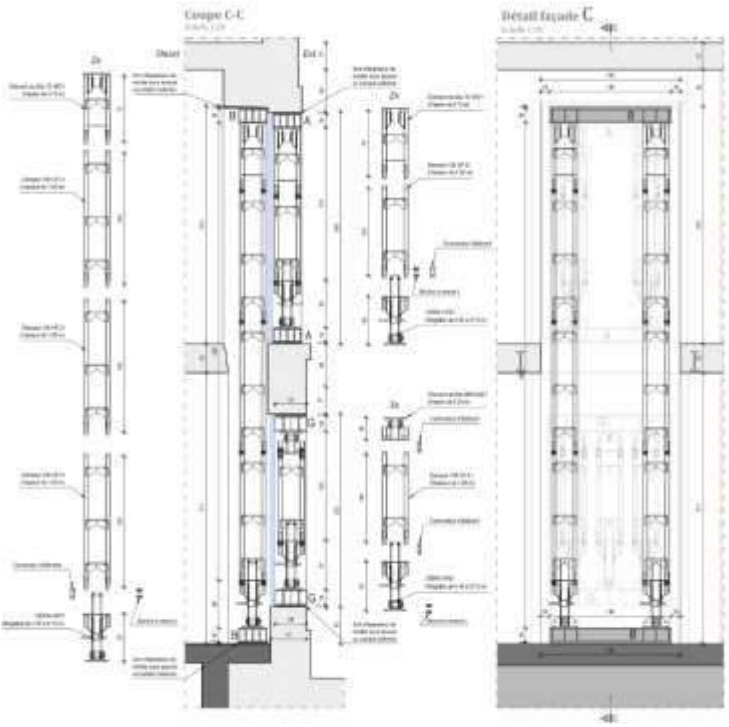
| | |
|---|---|
| **Maître d'ouvrage : MOA** | l'Opérateur du patrimoine et des projets immobiliers de la Culture |
| **Maîtrise d'Œuvre: MOE** | BDM Architecture & Patrimoine |
| **BET :** | setec bâtiment |
| **ENTREPRISE :** | PARENGE |
| **OBJET :** | **CHÂTEAU DE VERSAILLES Mise en sécurité et rénovation des réseaux techniques et mise en sureté du Château. Galerie technique – Phase 1. Etaiement des baies de l'ouvrage de l'Escalier du Grand Commun. Prestations d'études d'exécution jusqu'à obtention du BPE pour l'étaiement des baies de l'ouvrage de l'Escalier du Grand Commun.** |

En novembre 2012 l'Entreprise PARENGE a consulté ENSER srl pour développer les études d'exécution de l'étaiement des murs maçonnés de l'ouvrage de l'Escalier du Grand Commun (Aile du Midi, Château de Versailles) par la mise en œuvre d'étais métalliques lourds dans l'embrasure des baies sur la hauteur du rez-de-chaussée et de l'entresol (à positionner le plus près possible des piédroits).

Le système d'étaiement provisoire s'insère dans le cadre du projet de régénération des trumeaux pour le futur appui des empochements de la dalle E0 (niveau Entresol). ENSER srl était le bureau d'étude qui avait développé, en 2011, l'étude d'exécution de l'ouvrage en béton armé de l'Escalier susdite.

Le phasage de réalisation des empochements, où le système d'étaiement s'insère, a été considéré comme suit :

1. Phase 1 (régénération des trumeaux successivement à l'étaiement des baies)
2. Phase 2 (réalisation des cavités pour les sommiers en b.a. et les empochements de la dalle E0)
3. Phase 3 (réalisation des sommiers en b.a.)
4. Phase 4 (exécution de la dalle en plancher bas de l'entresol)
5. Phase 5 (dépose de l'étaiement)



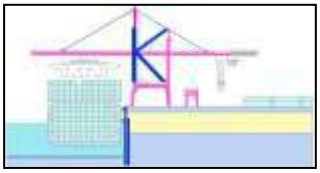
Le système d'étaiement des baies est constitué de profilés métalliques de type HEB 160 (acier de classe S275 JR) ayant la fonction de linteaux/éléments de répartition de la charge à mettre en place horizontalement, et étais lourds HARSCO HP21 en direction verticale. Il s'agit d'un étaiement lourd constitué de différents éléments modulaires. La présence d'un vérin (à mettre en place à la base de l'étai ou à la limite à la base et en tête) permet d'avoir la possibilité de prolonger la hauteur de la base de 45cm jusqu'à 75cm. Cette caractéristique est très importante pour le chantier en objet, lorsque les tolérances, dues aux incertitudes dans les relevées géométriques des baies, peuvent être de l'ordre de quelque centimètre. Chaque trumeau est soumis à environ 60t de charge.

# Etude de vulnérabilité sismique – Port de Kribi

**Période :**
**JUIN 2013 – AVRIL 2015**

**ETUDES DE VULNERABILITÉ SISMIQUE– CODIFICATION S12115**

**Maître d'ouvrage : MOA**



**Comité de pilotage et de suivi de la réalisation du complexe industrialo-portuaire de Kribi**

**CLIENT:**

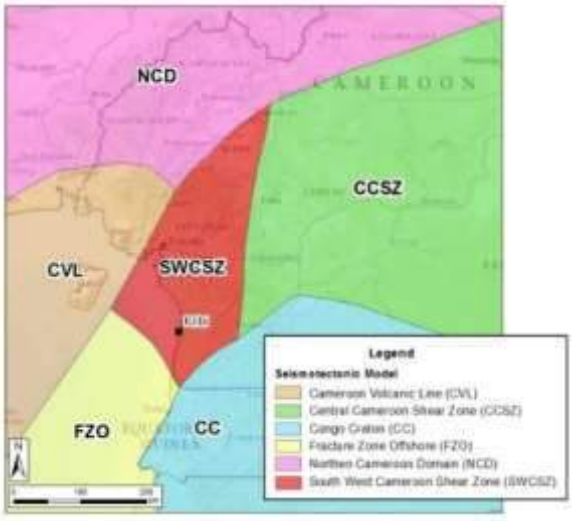
**REPUBLIQUE DU CAMEROUN**

**ETUDE DE SISMICITE : RISQUES ET ALEAS SISMIQUES POTENTIELS DE LA ZONE AFFECTEE AU COMPLEXE INDUSTRIALO PORTUAIRE DE KRIBI.**

**OBJET :**

**Analyse et évaluation de l'aléa sismique, de la réponse sismique locale, des scénarios de risque et des effets sur les structures affectées par différents séismes.**

Le **groupement ENSER srl/OGS/Silvia Castellaro** était titulaire du marché international ayant pour objet l'étude de sismicité de la zone affectée au Complexe Industrialo-Portuaire de Kribi (CIPK), une ville côtière dans le golfe de la Guinée. L'étude technique proposée par le groupement comprenait l'ensemble des études *sismologiques*, *géologiques*, *géotechniques*, sur la base de l'analyse des effets produits par les séismes, qui se sont vérifiés dans un territoire donné, et de l'anticipation, avec des évaluations quantitatives, des scénarios et des effets qui peuvent être induits localement par un **séisme de référence** (à l'échelle du site, c'est à dire dans les différents sites, dans les sols de fondation, au niveau des bâtiments et des infrastructures). Cette étude définit les critères pour la subdivision de la zone d'étude en indiquant pour chaque zone identifiée les **paramètres techniques** à utiliser pour la **planification** urbaine et pour la **conception** et le **projet** des ouvrages (bâtiments, infrastructures).

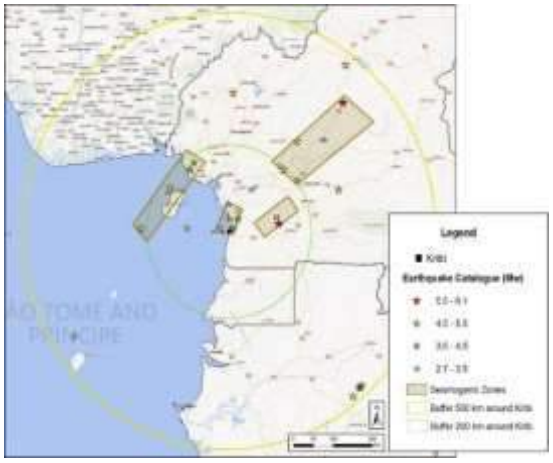



**Modèle sismotechnique de la zone**

L'étude sismique est composée de trois niveaux d'analyse (I°, II°, III°), à savoir :

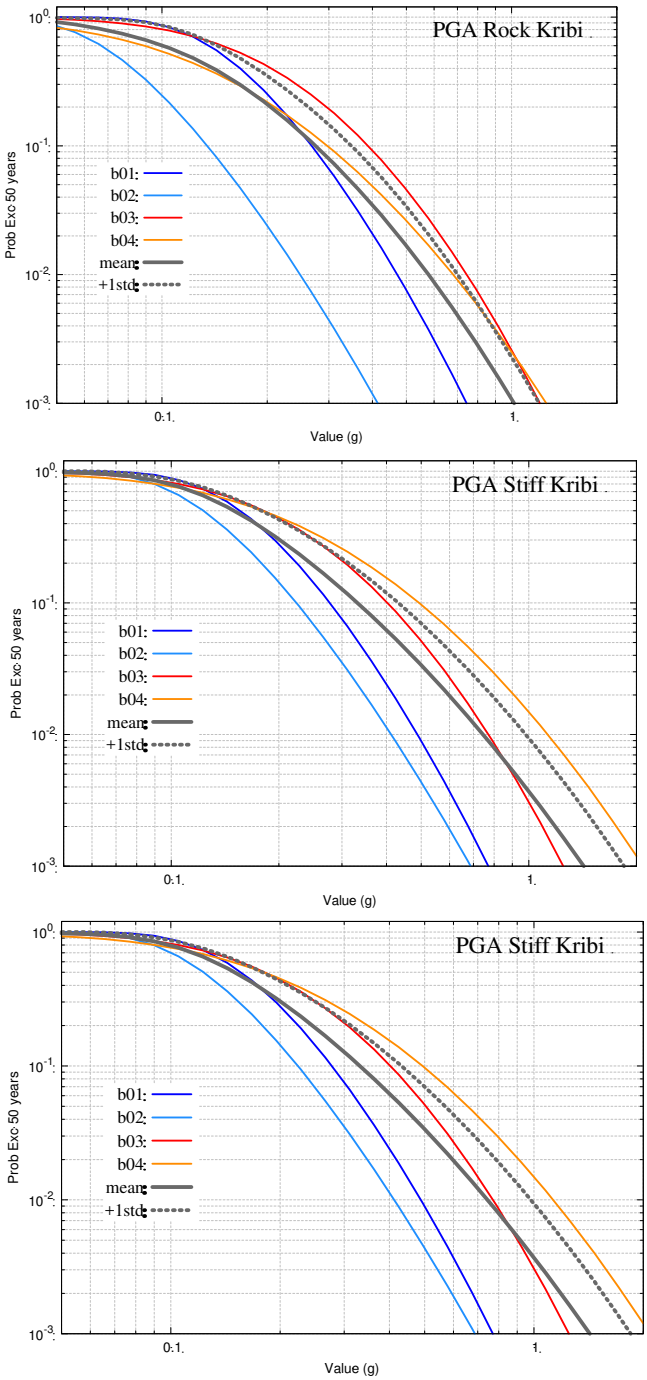
1. Le I° niveau fournit des informations préliminaires et nécessite la collecte de toutes les données disponibles et leur interprétation ;

2. Le II° niveau inclut la création d'un modèle sismotectonique basé sur la zone du projet et l'exécution de l'Analyse du Risque sismique probabiliste (PSHA) ;
3. Le III° niveau inclut l'étude des effets en site comme l'amplification du mouvement du sol, obtenue au moyen de mesures géophysiques en site et par des analyses de bruit de fond sismique, l'évaluation de la liquéfaction et l'analyse simplifiée de l'interaction sol-structures.

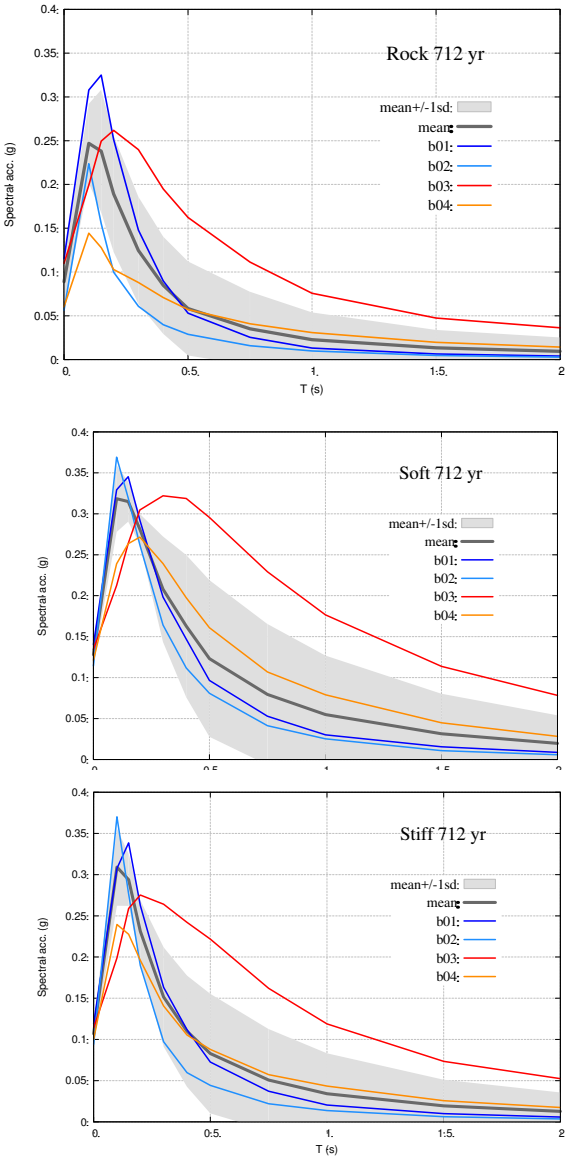


**Carte des zones sismogénétiques et de la sismicité de Kribi**

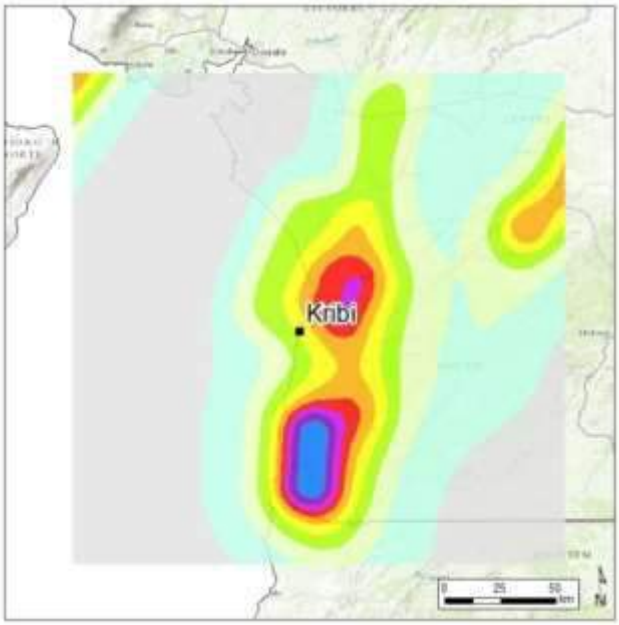
**Carte des failles actives**

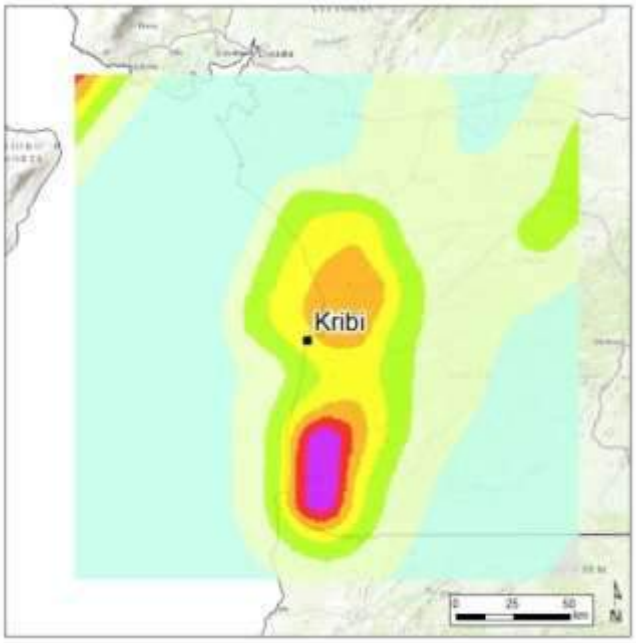



**Courbes de l'aléa sismique (PGa) pour les sols rocheux (a) raides (b) et souples (c)**

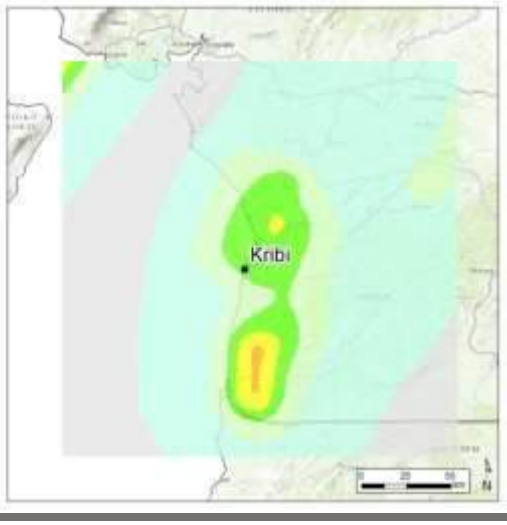



**Evaluation des spectres de réponse élastique**



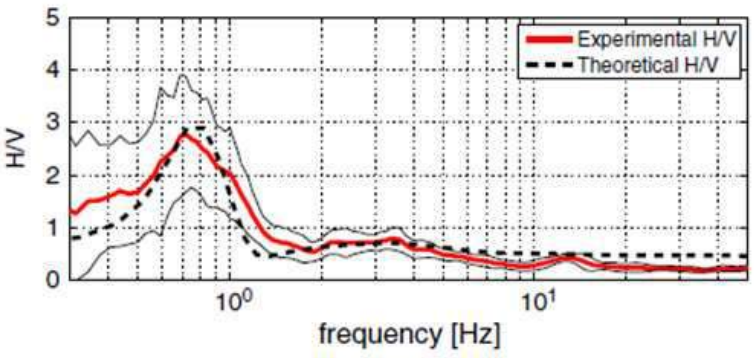




**Cartes de l'aléa sismique en termes de PGA (Peak Ground Accélération)**



## MESURE DES PROPRIETÉS DES SOLS DANS LA PRATIQUE

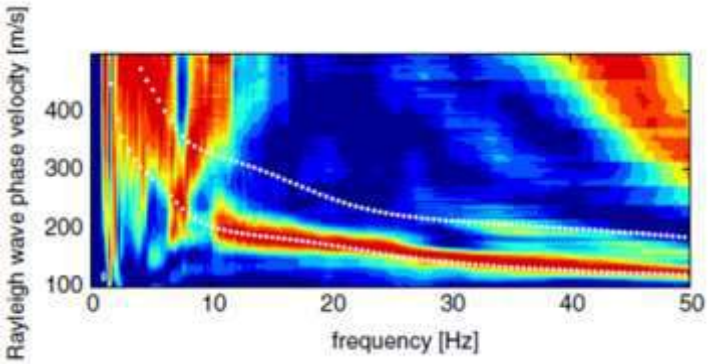
MULTICANAUX (actif/passif)




**MICROTREMOR H/V**
Pour évaluer les fréquences de résonance dans le domaine de l'ingénierie [0.1, 20] Hz

A STATION UNIQUE (passif)

**SURFACE WAVE ARRAY**
Pour évaluer la valeur de Vs à des faibles profondeurs



# METRO LIGNE 4 – MAIRIE DE MONTROUGE
# Lot S3 – Accès secondaire CRESP

**Période :**
**JUILLET 2012 – JUILLET 2013**

**ETUDES D'EXECUTION – CODIFICATION ENSER S12109**

**Maîtrise d'Ouvrage : MOA**

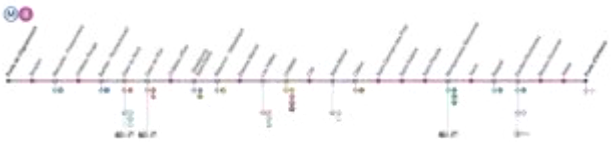
**Maîtrise d'Œuvre: MOE**

**ENTREPRISE :**

Cresp, à ciel ouvert, de la station « Mairie de Montrouge ».

**OBJET :**

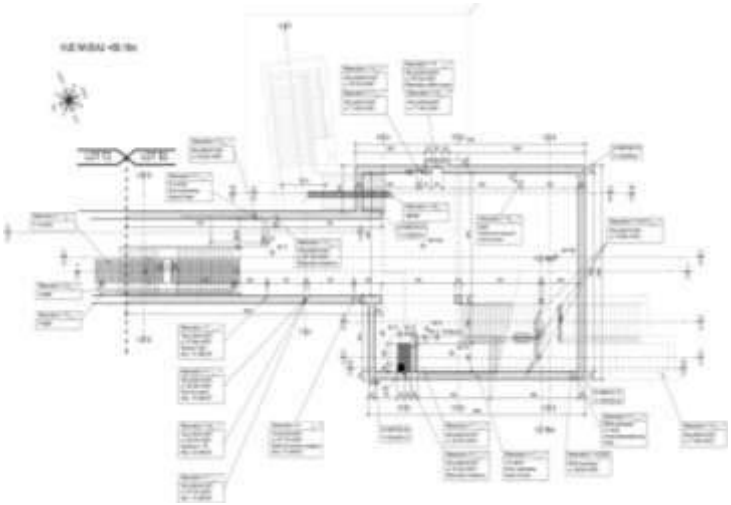
**METRO LIGNE 4 Travaux de génie civil pour le prolongement de la ligne 4 du métro de la Porte d'Orléans à Bagneux [PARIS-FRANCE]. Prestations d'études d'exécution jusqu'à l'obtention du BPE l'accès secondaire CRESP en béton armé (ouvrages définitifs et provisoires)**



Dans le cadre de la première phase du prolongement de la ligne de métro n°4, ENSER Srl a développé pour l'entreprise PARENGE, les études d'exécution pour les travaux de génie civil de la construction de l'accès secondaire.

L'ouvrage est un ouvrage cadre de 16m de long, 14m de large et 8m de profondeur. Il est constitué de deux débouchés en surface et d'un couloir d'accès réalisé sous platelage de 10m environ et à ciel ouvert pour 7m environ. L'ouvrage est réalisé à la suite d'un terrassement à ciel ouvert en blindage traditionnel (profilés métalliques de soutènement et bastaings en bois). Le revêtement définitif est en béton armé et comporte l'intégration des profilés de soutènement provisoire.

Le calcul du revêtement définitif en béton armé a été conduit selon l'Eurocode 2. La modélisation de l'ouvrage a été réalisée avec le logiciel par éléments finis SAP2000 Advanced v.15 de Computers&Structures Inc. Berkeley (USA) aussi bien pour la phase provisoire que pour la phase définitive.



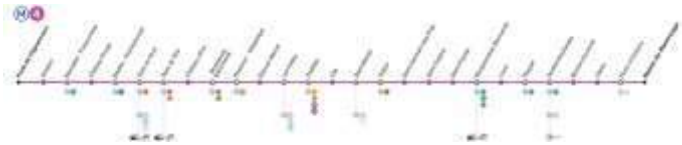
# METRO LIGNE 4 – Gros-Œuvre et aménagement du ventilateur Bernard Palissy

**Période :**

**JUILLET 2012 – DECEMBRE 2012**

**ETUDES D'EXECUTION – CODIFICATION ENSER S12096**

| | |
|---|---|
| **Maître d'ouvrage : MOA** | RATP |
| **Maîtrise d'Œuvre : MOE** | RATP |
| **ENTREPRISE :** | PARENGE |
| **OBJET :** | **METRO LIGNE 4 Gros-Œuvre et aménagement du ventilateur Bernard Palissy. Projet de création, renforcement et renouvellement de ventilation et désenfumage en tunnel du métro et du RER. Travaux de génie civil pour la modification d'un ouvrage de ventilation en inter station « Saint Germain des Près/ Saint Sulpice » sur la ligne 4 du métro [PARIS-FRANCE]. Prestations d'études d'exécution jusqu'à obtention du BPE pour l'ouvrage de ventilation en béton armé (ouvrages définitifs et provisoires)** |



Dans le cadre de l'opération de création d'ouvrages de ventilation, ENSER srl a développé pour l'entreprise PARENGE, les études d'exécution pour les travaux de génie civil concernant la modification d'un ouvrage de ventilation en inter station » Saint Germain des Près/Saint Sulpice » sur la ligne 4 du métro.

L'ouvrage se situe au droit du 52 Rue de Rennes à proximité de la Rue Bernard Palissy et de la place du Québec. L'axe de la prise d'air en tunnel se situe au PK 7.162 à environ 112m du tympan de la station Saint Germain des Près.

La réalisation du local technique en sous-œuvre, de dimensions d'environ 6,2m de profondeur et 3,2m de largeur se fait par le terrassement et la mise en place de cintres métalliques en avancement (profilés métallique HEB200).
Le calcul du revêtement définitif en béton armé (emploi d'un béton C35/45) a été conduit selon l'Eurocode 2. La modélisation de l'ouvrage a été réalisée avec le logiciel par éléments finis SAP2000 Advanced v.15 de Computers&Structures Inc. Berkeley (USA) aussi bien pour la phase provisoire que pour celle définitive.

La modélisation MEF a prévue l'emploi d'éléments FRAME.

L'armature de base (à prévoir dans un béton qui intègre déjà les profilées métalliques du soutènement provisoire) considérée est un treillis soudé ST65C (HAø9@100mmx100mm).

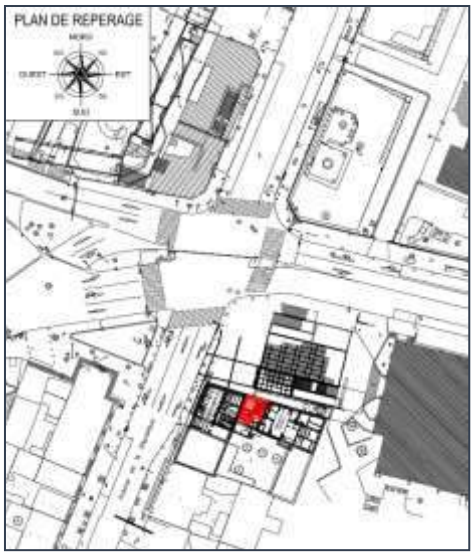
# METRO LIGNE 4 – MAIRIE DE MONTROUGE (92) Gaine d'ascenseur n°3 – Voirie/Salle des billets

**Période :**

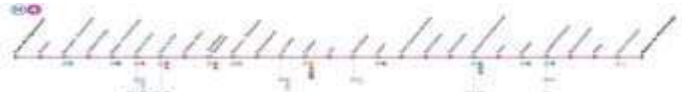
**JUIN 2012 – AOUT 2012**

**ETUDES D'EXECUTION – CODIFICATION ENSER S12057**

| | |
|---|---|
| **Maître d'ouvrage : MOA** | RATP |
| **Maîtrise d'Œuvre: MOE** | XELIS |
| **ENTREPRISE:** | PARENGE |
| **OBJET :** | **METRO LIGNE 4 Gaine d'ascenseur. Travaux de génie civil. Réalisation d'une gaine d'ascenseur pour l'accès principale du nouveau terminus de la ligne 4 du métro à Mairie de Montrouge. Prestations d'études d'exécution jusqu'à obtention du BPE pour la gaine d'ascenseur en béton armé (ouvrages définitifs et provisoires).** |



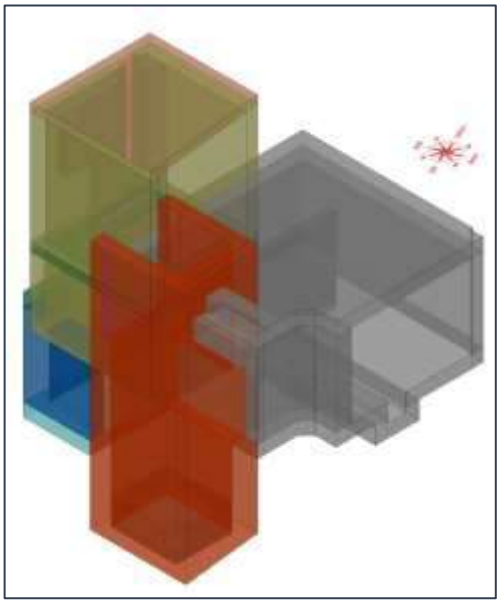

Plus précisément, ENSER a développé les études



Dans le cadre du prolongement de la ligne 4 de la Porte d'Orléans à Bagneux ENSER srl a développé les études d'exécution, pour l'entreprise PARENGE, de la gaine d'ascenseur n°3 voirie/Salles des billets à Montrouge.

Les études ont prévu tout d'abord la rédaction d'une note d'hypothèses générales, suivie par une note de calculs des ouvrages de

soutènements provisoires. La gaine d'ascenseur arrive jusqu'au niveau +64,47m(B), avec le TN à +71,10m.
Le soutènement provisoire est réalisé en blindage traditionnel, c'est-à-dire en prévoyant l'emploi de bastaings et cadres métalliques (liernes et butons pour la plus grande partie HEB220).



Le calcul du revêtement définitif en béton armé (emploi d'un béton C30/37) a été conduit sous condition de fissuration préjudiciable selon les règles BAEL. La modélisation de l'ouvrage a été réalisée avec le logiciel par éléments finis SAP2000 Advanced v.15 de Computers&Structures Inc. Berkeley (USA).
La modélisation MEF emploie des éléments AREAS de type SHELL et MEMBRANE selon les cas.
L'armature de base (à prévoir dans un béton qui intègre déjà les profilés métalliques du soutènement provisoire) considérée est un treillis soudé ST65C (HAø9@100mmx100mm).
Dans les zones plus sollicitées (étudiées par l'intermédiaire de sections cuts dans le model) il a été prévu la disposition d'armature supplémentaire jusqu'à HAø25@200mm.

# METRO LIGNE 11 – INTERSTATION GONCOURT-BELLEVILLE
# Rue du Faubourg du Temple – Rue Jules Verne

**Période :**

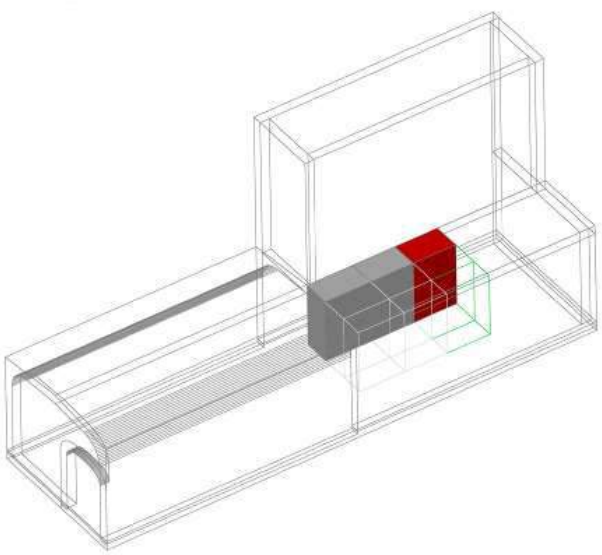
**AVRIL 2012 – JUILLET 2013**

**ETUDES D'EXECUTION – CODIFICATION ENSER S12051**

| | |
|---|---|
| **Maîtrise d'Ouvrage : MOA** | RATP |
| **Maîtrise d'Œuvre: MOE** | RATP |
| **ENTREPRISE :** | PARENGE |
| **OBJET :** | **METRO LIGNE 11 Création d'un ouvrage de ventilation. Travaux de génie civil pour la création d'un ouvrage de ventilation en inter station « Goncourt-Belleville » sur la ligne 11 du métro [PARIS-FRANCE]. Prestations d'études d'exécution jusqu'à l'obtention du BPE pour l'ouvrage de ventilation en béton armé (ouvrages définitifs et provisoires du puits d'accès à la chambre de ventilation, de la galerie du ventilateur et de la galerie de liaison).** |

Dans le cadre de l'opération de création d'ouvrages de ventilation, ENSER srl a développé pour l'entreprise PARENGE, les études d'exécution pour les travaux de génie civil concernant la construction d'un ouvrage de ventilation Rue Jules Verne (inter station Goncourt-Belleville, ligne 11 du métro à Paris Châtelet – Mairie des Lilas).

L'ouvrage est constitué d'un puits d'accès à la chambre du ventilateur (dimensions d'environ 10m x 2m, profondeur de 11m), d'une galerie du ventilateur (largeur maximale de 6,4m et hauteur maximale de 5m, avec une couverture de sol de 6m environ) et d'une galerie de liaison avec le tunnel du métro qui se trouve à la Rue Faubourg du Temple (section 3,7m x 3,8m et longueur d'environ 28m).



Le calcul du revêtement définitif en béton armé (emploi d'un béton C35/45) a été conduit selon l'Eurocode 2. La modélisation de l'ouvrage a été réalisée avec le logiciel par éléments finis SAP2000 Advanced v.15 de Computers&Structures Inc. Berkeley (USA) pour la phase provisoire comme pour la phase définitive.

# Aile du Midi – Escalier du Grand Commun
# Chateau de Versailles

**Période :**
**AVRIL 2012 – JANVIER 2013**

**ETUDES D'EXECUTION – CODIFICATION ENSER S12039**

| | |
|---|---|
| **Maître d'ouvrage : MOA** | **L'opérateur du patrimoine et des projets immobiliers de la culture (OPPIC)** |
| **Maîtrise d'Œuvre: MOE** | **Architecte en chef des M.H. Frédéric Didier** |
| **BET :** | setec bâtiment |
| **ENTREPRISE :** | **ENTREPRISE Georges LANFRY**<br>**18 Impasse Barbet**<br>**76250 Déville-lès-Rouen** |
| **OBJET :** | **Prestations d'études d'exécution jusqu'à l'obtention du BPE pour les sommiers en béton armé du plancher E0 de l'ouvrage de l'Escalier du Grand Commun**<br>**Réservations à réaliser dans 6 trumeaux pour des empochements de la dalle du niveau E0** |

En avril 2012 l'Entreprise Georges LANFRY a consulté ENSER srl pour développer les études d'exécution des sommiers en béton armé pour le futur appui des empochements de la dalle E0 (niveau Entresol) de l'ouvrage de l'Escalier du Grand Commun, Aile du Midi du Château de Versailles. En 2011, ENSER srl était le bureau d'étude qui avait développé l'étude d'exécution de l'ouvrage en béton armé de l'Escalier susdite.

Le phasage de réalisation des empochements a été considéré comme suit :

1- Phase 1 (régénération trumeaux)

- Étaiement du mur maçonné par mise en œuvre d'étais métalliques lourds dans l'embrasure des baies sur la hauteur de rez-de-chaussée et de l'entresol ;
- Remplacement (un trumeau à la fois) de la maçonnerie dégradée des cœurs de trumeaux dans la hauteur de l'entresol par une maçonnerie de pierre sur une profondeur d'environ 40 à 50cm.
- Remplacement des pierres d'encadrement des trumeaux (obligatoirement réalisé après la mise en œuvre de la totalité des pierres de remplacement du cœur).
- Dépose des ossatures métalliques de cerclage des trumeaux dans la hauteur du rez-de-chaussée (à réaliser trumeau par trumeau avant le changement des pierres d'encadrement).
- Remplacement des pierres d'encadrement des trumeaux dans la hauteur du rez-de-chaussée (un trumeau à la fois).

- Démolition du plancher existant au niveau d'entresol. La dépose de l'ancien plancher métallique (niveau entresol existant) se fait un tiers à la fois ;
- Remplacement des pierres d'encadrement dans l'épaisseur de l'ancien plancher déposé précédemment.
- Brochage systématique des trumeaux avec barres inox HA20 (1 tige tous les 40cm de hauteur et de largeur du trumeau).

2 - Phase 2 (réalisation des cavités pour les sommiers en b.a. et les empochements de la dalle E0)

- Création des cavités dans les trumeaux pour la réalisation des sommiers en béton armé et des empochements.
- Forage de ø50 des trumeaux pour la successive mise en place des 4HA25 (originairement prévus par la FTM n°24) de liaison entre les trumeaux et le béton armé des sommiers. La disposition des 4HA25 se fait en forme de X pour tenir compte de l'encombrement des étais HP21 HARSCO.

3 - Phase 3 (réalisation des sommiers en b.a.)

- Dépoussiérage des forages.
- Mise en place de la cage d'armature des sommiers.
- Mise en place des 4HA25.
- Remplissage des forages ø50 avec résine, réalisation des sommiers y compris remplissage au mortier sans retrait pour le calage de la maçonnerie au-dessus du sommier.

4 - Phase 4 (exécution de la dalle en plancher bas de l'entresol)

- À la suite du durcissement du béton des sommiers, forage dans la section transversale des trumeaux, en correspondance de la cavité de l'empochement pour la mise en œuvre de 2ø14 doux à sceller immédiatement (à la suite du dépoussiérage) avec la résine. Les aciers doux sont « en attente » dans la cavité de l'empochement.
- Ferraillage et bétonnage du tiers du plancher E0 considéré. A cause de l'encombrement des étais HP21 entre les baies, les zones du plancher E0 entre les trumeaux ne sont pas bétonnées. De l'acier en attente devra être prévu.

5 - Phase 5 (dépose de l'étaiement)

- Suite au durcissement du béton du dernier tiers de la dalle E0, l'étaiement provisoire des trumeaux est déposé. Le bétonnage de la dalle pourra être achevé avec la réalisation des zones entre les trumeaux.

# Réhabilitation des collecteurs des Tuileries et Pont-Neuf à PARIS 1er

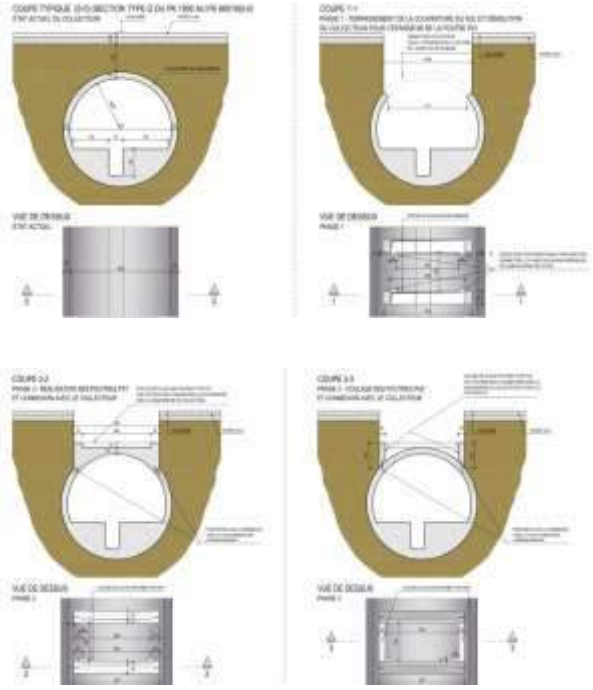
**Période :**
**OCTOBRE 2011**

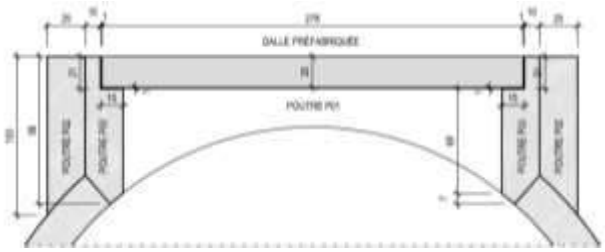
**ETUDES D'EXECUTION – CODIFICATION ENSER S11166**

| | |
|---|---|
| **Client :** | MAIRIE DE PARIS |
| **Assistant Maîtrise d'Œuvre** | STRUCTURE & RÉHABILITATION |
| **ENTREPRISE :** | PARENGE |
| **OBJET :** | **Réhabilitation des collecteurs des Tuileries et Pont- Neuf à PARIS 1er. Création d'une trémie sur le collecteur des Tuileries Place de la Concorde à PARIS 8ème. Etude d'exécution. Projet des structures en béton armé.** |

En octobre 2011 ENSER srl a été consultée par l'entreprise PARENGE pour la réalisation des études d'exécution concernant la réalisation d'une trémie dans le collecteur des Tuileries. Cette étude s'insère dans le contexte des travaux de réhabilitation des collecteurs des Tuileries et Pont Neuf à PARIS 1er.

- Client : Mairie de PARIS ;
- Assistant Maîtrise d'œuvre : Structure et Réhabilitation ;
- Lieu de création de la trémie : Place de la Concorde à PARIS 8ème, sur le collecteur des Tuileries ;
- Utilité de la trémie : permettre de descendre du matériel et des fournitures dans le collecteur ;
- Caractéristiques de la trémie : ouverture libre 2,50m x 1,55m au sommet de la voute. Une dalle amovible est à prévoir pour la fermeture définitive du puits. La couverture du terrain avec une voie de circulation, est de 1,50m de hauteur. La voûte est en maçonnerie et faite avec une épaisseur de 25 cm ;
- Étude à réaliser : Note de calcul, plans de coffrage et d'armatures pour la trémie et la dalle de couverture. Particularité : la sous-face des poutres, à l'intérieur de l'ouvrage, épouse la forme de la voûte.

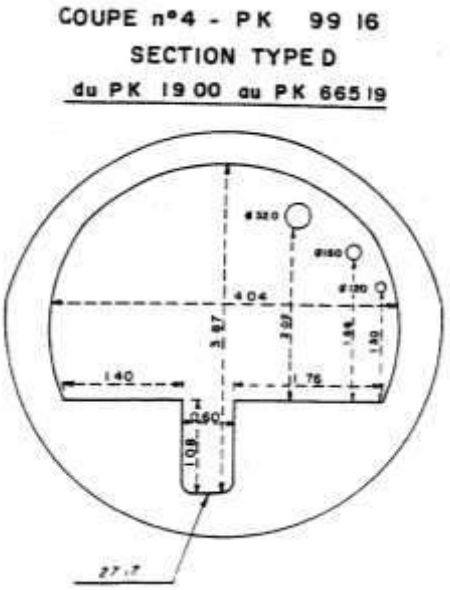




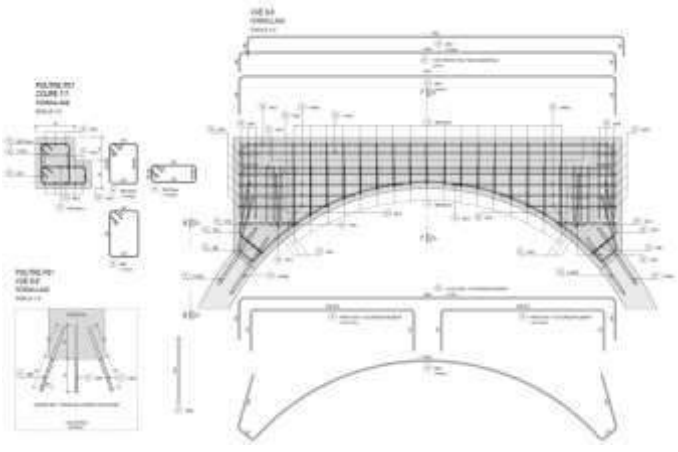
Dans la phase finale, la trémie est fermée grâce à une dalle préfabriquée en appui sur quatre poutres périphériques coulées directement en place et successivement recouvertes de terrain jusqu'au niveau de l'actuelle chaussée.
Le phasage des travaux consiste à :

1. Terrasser jusqu'à la surface du collecteur et blinder la zone d'intervention pour la largeur nécessaire à l'entreprise ;
2. Démolir le collecteur pour la largeur de la poutre transversale à ce dernier (et qui reprend la forme de la voûte en sous face ;
3. Couler les poutres P01 ;
4. Couler les poutres P02, sans démolition du collecteur. Les poutres P02 ont une largeur de 25cm et une longueur, dans le sens longitudinal du collecteur de 1,55m ;
5. Démolir la partie du collecteur de 3m x 1,55m ;
6. Couler les poutres P03.

A la fin des travaux la trémie est couverte par une dalle préfabriquée amovible.




**Coupe du collecteur considérée**



**Détail du ferraillage**

# Nouveau port minéralier de NOUADHIBOU
# Construction de la passerelle d'accès et du quai

**Période :**

**MAI 2011 – DECEMBRE 2011**

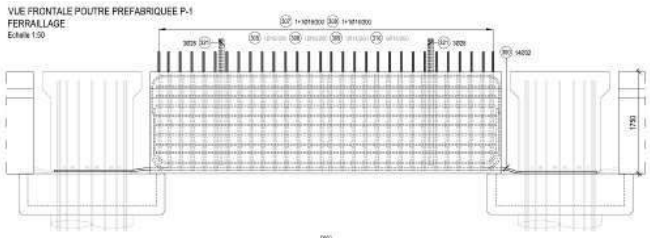
**ETUDES D'EXECUTION – CODIFICATION ENSER S09162**

| | |
|---|---|
| **Maîtrise d'Ouvrage : MOA** | الشركة الوطنية للصناعة والمناجم SOCIETE NATIONALE INDUSTRIELLE ET MINIERE – Snim |
| **Assistance à la Maitrise d'Ouvrage :** | egis International |
| **ENTREPRISE :** | 中国水利水电建设集团公司 SINOHYDRO CORPORATION |
| | **Projet détaillé du Nouveau Port Minéralier de Nouadhibou République Islamique de Mauritanie** |
| **OBJET :** | **PROJET STRUCTUREL DETAILLE (FONDATIONS, BETON ARME, BETON ARME PREFABRIQUE ET BETON ARME PRECONTRAINT) POUR LA CONSTRUCTION DE LA PASSERELLE D'ACCES ET DU QUAI DU NOUVEAU PORT MINERALIER DE NOUADHIBOU** |

Depuis mars 2011 ENSER srl est engagée, sous la supervision du directeur technique G. Guadagnini, dans le développement des études d'exécution du projet du Nouveau Port Minéralier, situé au port de Nouadhibou, pour l'entreprise Sinohydro Corporation.
Le port est destiné au chargement de cargos minéraliers de fer de 50 000 Tpl à 250 000 Tpl et de 12 000 tonnes/heure design. Il est en continu du terminal SNIM existant.

Le nouveau port est constitué de :

- ✓ Une passerelle d'accès au quai sur pieux métalliques de 792,8 m de long et 10,45 m de large (chaussée de 5m de largeur et partie restante destinée au convoyeur TAKRAF CV-7C) à l'exception de 2 zones où la largeur passe à 12,45m (chaussée de 7m pour permettre le croisement des camions). Les travées de la passerelle ont des portées variables, en fonction des équipements TAKRAF installés. Les portées inférieures à 20m prévoient l'emploi de poutres en béton armé préfabriqué alors que les portées supérieures nécessitent des poutres précontraintes. La technologie choisie, compte tenu des conditions locales du chantier, est celle de la précontrainte par post-tension (selon les prescriptions SETRA du document VIPP).
- ✓ Un quai sur pieux de 403 m de long et de 20 à 30m de large. Le quai est réalisé selon un système d'éléments préfabriqués (provisoires et définitifs) c'est-à-dire :
    - Pile-caps en béton armé préfabriqués provisoires pour la réalisation de l'appui en tête des pieux métalliques ;
    - Poutres en béton armé préfabriquées de type 1 (sous les rails du chargeur de navire TAKRAF) de dimension 1,75mx1,6m et de type 2 de dimension 1,75mx1,4m ;
    - Prédalles centrales et de rive, de 20cm d'épaisseur acheminées grâce à une coulée en œuvre de 25cm formant une dalle de 45cm total ;
- ✓ 11 Ducs d'Albe d'accostage sur pieux indépendants du quai ;
- ✓ 4 Ducs d'Albe d'amarrage sur pieux indépendants du quai et liés au quai par 2 passerelles de lamanage,

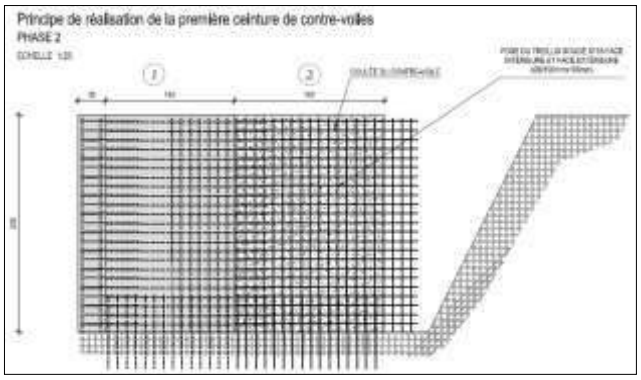


# CHÂTEAU DE VERSAILLES – Mise en sécurité et rénovation des réseaux techniques et mise en sureté du Château
# Galerie technique– Phase 1
# Escalier du Grand Commun

**Période : JANVIER 2010 – MARS 2013** | **ETUDES D'EXECUTION – CODIFICATION ENSER S09138**

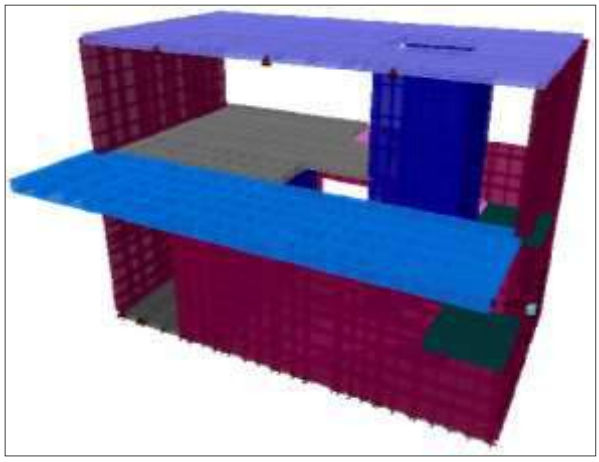
| | |
|---|---|
| **Maîtrise d'Ouvrage : MOA** | Oppic |
| **Maîtrise d'Œuvre: MOE** | **Architecte en Chef des M.H. Frédéric Didier** |
| **ENTREPRISE :** | PARENGE |
| **OBJET :** | **CHÂTEAU DE VERSAILLES Mise en sécurité et rénovation des réseaux techniques et mise en sureté du Château. Galerie technique – Phase 1. Escalier du Grand Commun. Etude d'exécution. Projet des structures de soutènement provisoire et des structures en béton armé.** |

Le calcul de l'ouvrage en objet a été conduit avec des calculs classiques « à la main » et avec une modélisation 3D par éléments finis. La modélisation 3D concerne en particulier la partie « principale » de l'ouvrage, c'est-à-dire l'ensemble des voiles périphériques, les dalles (niveau S1, 00 et S1), la volée des escaliers et la cage de l'ascenseur. Cela permet de voir les effets du comportement « en boite » de l'ouvrage et l'interaction des voiles avec les dalles et surtout avec la cage de l'ascenseur.

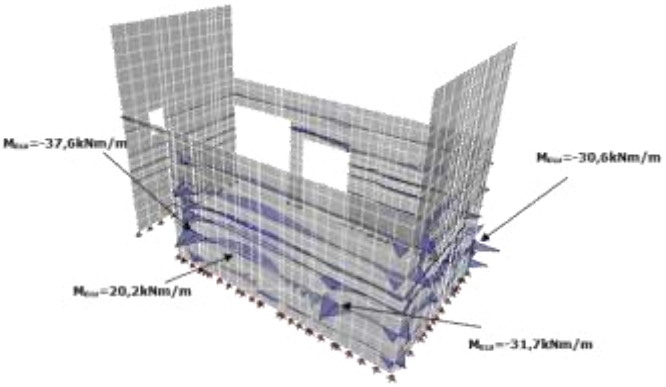


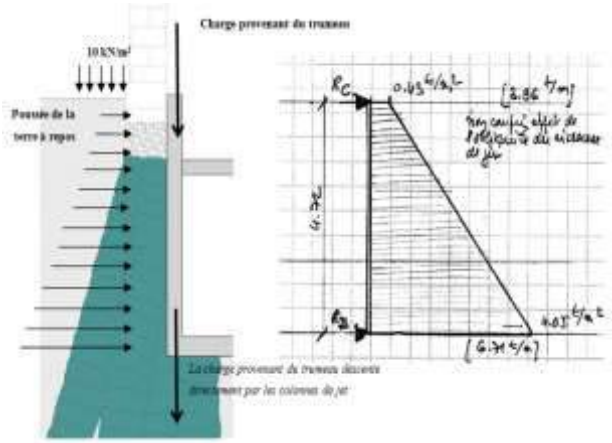

A l'égard du logiciel de calcul par éléments finis nous avons retenu les produits CSi [Computers & Structures Inc, www.csiberkeley.com] comme étant aptes à réaliser ce type de calcul. Le logiciel par éléments finis a été employé uniquement pour la détermination des sollicitations des enveloppes des combinaisons considérées.

Toutes les justifications concernant le béton armé ont été conduites à l'aide du logiciel freeware V.C.A.S.L.U, logiciel développé par le Professeur Piero Gelfi de l'Université de Brescia [http://dicata.ing.unibs.it/gelfi/software/programmi_studenti.html]. Le logiciel a été organisé selon les normes BAEL.



L'ouvrage est pensé et calculé en phase finale. Cela est en lien avec la conception des justifications montrées dans la Note MOE 008 de la maitrise d'œuvre.
Il est raisonnable de considérer que les terres arrières aux colonnes de jet poussent avec le coefficient « au repos ». La charge verticale provenant des trumeaux « descend » par les colonnes de jet et ne comporte donc pas d'augmentation de l'effort horizontal.
Cependant, nous avons retenu que la charge d'exploitation de 10kN/m2 augmente la poussée au repos.
L'hypothèse précédente est basée sur le fait que les fondations existantes sont régénérées par des injections armées, capables d'éliminer le risque de rupture localisée. Une fois régénérées, les fondations existantes seront capables de « descendre » la charge provenant des trumeaux jusqu'aux colonnes de jet-grouting. Au contraire, si les injections sont capables de transmettre des compressions, elles ne peuvent pas assurer la transmission des efforts de traction. Ceci ne concerne que les efforts horizontaux (poussée des terres au repos) qui sont repris par les contre-voiles en béton armé. Toutefois, dans les combinaisons de charge à l'ELU et l'ELS nous avons aussi pris en compte le cas où cette poussée n'est pas présente.




Le moment fléchissant maximal dans le sens vertical est de -41,7kNm/m à l'ELU tandis que celui dans le sens horizontal est de -37,6kNm/m. Nous disposons d'un treillis soudé ST65 (ø9/100mm dans les deux directions) sur la face intérieure et sur celle extérieure des voiles. Ceci permet d'avoir un moment résistant variable entre 56,1kNm (valeur associée à l'épaisseur minimale de 25cm du voile en correspondance du trumeau T7, Cour des Bouches) et 84,2kNm/m (valeur associée à l'épaisseur maximale de 36cm en correspondance du trumeau T5, Rue de l'Indépendance Américaine).