

VILLE DE NEUILLY SUR SEINE

POLE ESPACES PUBLICS
SERVICE VOIRIE ET RESEAUX

HOTEL DE VILLE
96 RUE ARCHILLE PERETTI
92522 NEUILLY-SUR-SEINE CEDEX

REPRISE D'ETANCHEITE DU TUNNEL MADRID SUR L'AVENUE CHARLES DE GAULLE

NEUILLY SUR SEINE

RAPPORT DE DIAGNOSTIC

AFFAIRE N°18.088			DOCUMENT N°18.088-01			IND. A
A	30.10.2018	LAC	LAC	WOJNA	1ère émission	18+ 4 annexes
IND.	DATE	ETABLI	VERIFIE	APPROUVE	MODIFICATIONS	Nb Pages

SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION.....	3
1.1.	CONTEXTE GENERAL.....	3
1.2.	INTERVENANTS	3
2.	EMPRISE DU PROJET ET PRESENTATION DE L'OUVRAGE	5
2.1.	LOCALISATION DU PROJET	5
2.2.	PHASAGE DE TRAVAUX ENVISAGE.....	6
3.	DOCUMENTS DE REFERENCE ET CONSISTANCE DE LA MISSION	6
3.1.	DOCUMENTS DE REFERENCE.....	6
3.2.	CONSISTANCE DE LA MISSION DIAG.....	6
4.	PRESENTATION DE L'OUVRAGE.....	7
4.1.	LOCALISATION ET PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES	7
4.2.	RECONNAISSANCES REALISEES EN 2018 PAR ESIRIS	9
4.3.	CONSTATS REALISES PAR LA DIRIF	10
5.	RECONNAISSANCES COMPLEMENTAIRES	14
6.	AVIS TECHNIQUE SUR L'ETANCHEITE EN PLACE.....	15
6.1.	AVIS SUR LA NATURE DE L'ETANCHEITE	15
6.2.	PROGRAMME DE TRAVAUX	17

1. INTRODUCTION

1.1. CONTEXTE GENERAL

La VILLE DE NEUILLY-SUR-SEINE a entrepris un important projet de rénovation des contre-allées de l'Avenue Charles de Gaulle. Ce projet a plusieurs objectifs, de par sa position stratégique entre le quartier central des affaires de La Défense et Paris :

- Créer une dynamique urbaine entre deux pôles emblématiques du Grand Paris ;
- Agréger autour de cet axe des perspectives économiques, sociales et culturelles ;
- Développer des équilibres en phase avec les exigences sociales et environnementales.

La requalification des espaces publics de l'Avenue Charles de Gaulle sera l'occasion de procéder à la reprise partielle de l'étanchéité du tunnel de la RN13, construit entre 1988 et 1992 dans le cadre du prolongement de la Ligne 1 du métro et de la réalisation du tunnel de l'A14 (l'ouvrage de génie civil est géré par la DIRECTION DES ROUTES D'ILE DE France, tandis que les aménagements de surface appartiennent à la VILLE DE NEUILLY. Bien qu'il s'agisse d'une tranchée couverte au sens propre, on conservera dans ce qui suit le terme de "tunnel" pour qualifier l'ouvrage routier souterrain de la RN13.

Le projet porte sur l'ensemble de la section comprise entre la rue des Huissiers et le Pont de Neuilly, mais ne vise a priori que la reprise partielle de l'étanchéité consistant en :

- Un traitement des lignes de joints
- Une reprise ponctuelle sur une emprise estimée par la DIRECTION DES ROUTES D'IdF entre 1000m² et 5000m².

Le présent document a pour objet de présenter l'étude de diagnostic de l'étanchéité du tunnel Madrid, sachant que l'ouvrage fait l'objet de peu de données techniques, sauf des carnets de plans que SOGETI, Maître d'œuvre général de l'opération de requalification des espaces publics a pu obtenir de la part de BOUYGUES, entreprise en charges des travaux de l'extension de la ligne 1 et de la couverture de la RN13.

En outre, dans le cadre du projet global, des reconnaissances préliminaires ont été effectuées par ESIRIS, à partir d'un cahier des charges établi par SOGETI, et serviront d'entrant à la présente phase de diagnostic. Ces reconnaissances ont montré la présence potentielle d'étanchéité en surface de la dalle, sans pour autant en déterminer la continuité et les performances actuelles.

Pour compléter ces données, SEPIAGC a demandé à la VILLE DE NEUILLY de faire réaliser des fouilles de reconnaissance des structures recouvrant le tunnel, visant à déterminer la présence et les caractéristiques de l'étanchéité ainsi qu'à effectuer des essais sur le complexe d'étanchéité mis en place.

Deux visites de l'intrados du tunnel ont été effectuées par SEPIAGC à l'occasion de périodes de fermetures de la circulation pour des besoins d'entretien indépendants de l'étanchéité de l'ouvrage, les 9 et 11 octobre 2018.

Le présent rapport a pour objet d'établir le diagnostic de la structure recouvrant le tunnel de NEUILLY et plus particulièrement de son étanchéité.

1.2. INTERVENANTS

Les intervenants au projet sont les suivants :

- VILLE DE NEUILLY SUR SEINE : Maître d'Ouvrage de l'opération de requalification des contre-allées
Hôtel de Ville
96 Avenue Achille Peretti
92522 NEUILLY-SUR-SEINE CEDEX

Représentée par :
M. NEVEU, Directeur Général des Services
Me. GEZEQUEL, Chargée de projets

- DIRECTION DES ROUTES D'ILE DE FRANCE : Maître d'Ouvrage du tunnel routier N13
21-23 rue Miollis
75732 PARIS CEDEX 15

Représenté par :
M. GIRARDIN, Chargé d'affaire

- SEPIAGC : Maître d'œuvre pour la reprise d'étanchéité
163-165 Avenue Charles de Gaulle
92200 NEUILLY-SUR-SEINE

Représenté par :
M. LAC, Directeur
M. GU, Ingénieur

- Groupeement ILEX(Mandataire)-SOGETI-DUMETIER DESIGN : Maître d'œuvre pour la
requalification des contre-allées
SOGETI : Bureau d'études en charge de l'ingénierie du projet
387 rue des champs
BP 509
76235 BOIS-GUILLAUME CEDEX

Représenté par :
M. FOURNY, Directeur
Me. BOUCHER, Ingénieur

- CSPS :
M. KERMAN
M. RICOLLET

La campagne de reconnaissance générale a été assurée par ESIRIS :

- ESIRIS
4 rue de la Mare à Tissier
ZAC de Villepècle
91280 SAINT-PIERRE DU PERRY

Les reconnaissances complémentaires demandées par SEPIAGC à la VILLE DE NEUILLY ont été réalisées par STRUCTUREO, à partir de fouilles et de prélèvements réalisés par EIFFAGE ROUTE, bailleur de la Ville :

- STRUCTUREO
21, rue Georges Sand
94400 VITRY SUR SEINE

Enfin, bien que les travaux à réaliser dans le cadre de la reprise de l'étanchéité du tunnel ne soient pas soumis au contrôle technique prévu par la loi du 04.01.1978 relative à l'assurance-construction, la VILLE DE NEUILLY soumettra les études et les travaux au visa d'un Contrôleur Technique (non désigné à la présente date).

2. EMPRISE DU PROJET ET PRESENTATION DE L'OUVRAGE

2.1. LOCALISATION DU PROJET

Le projet de requalification des contre-allées de l'Avenue Charles de Gaulle est situé de part et d'autre de la RN13 reliant la Porte Maillot au quartier de la Défense.

L'artère urbaine est bordée sur ses côtés Nord et Sud de deux contre-allées qui constituent l'Avenue Charles de Gaulle (Figure 1).

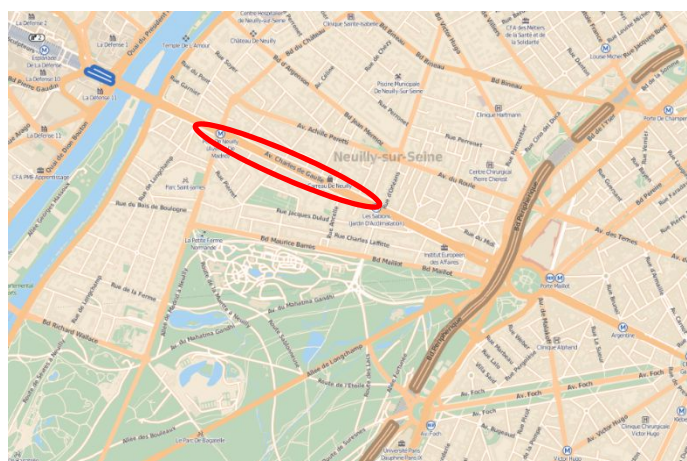


Figure 1 : Localisation générale du projet de requalification de l'Avenue Charles de Gaulle

La RN13 emprunte un tracé plongeant à partir de la rue de l'Eglise pour déboucher en surface Pont de Neuilly. Les travaux de requalification des contre-allées viseront donc le tronçon situé entre les quais et la rue des Huissiers, et sont envisagés en plusieurs phases successives (Figure 2).

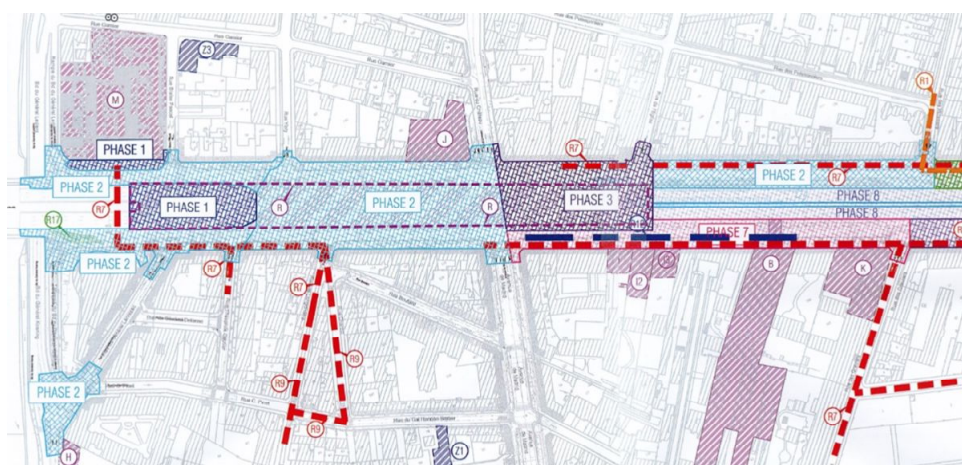


Figure 2 : Délimitation de la zone de projet et scindement en phases élémentaires

2.2. PHASAGE DE TRAVAUX ENVISAGE

Les travaux de requalification des espaces publics envisagés par la VILLE DE NEUILLY ont été scindés en plusieurs phases par le Maître d'œuvre de l'opération SOGETI. Aujourd'hui, la tranche ferme concerne l'extrémité Ouest de l'Avenue Charles de Gaulle, côté Seine, les autres sections (jusqu'environ au droit du Théâtre de NEUILLY et côté Porte Maillot, faisant l'objet de tranches conditionnelles au marché de VRD.

Le présent diagnostic a été effectué sur la totalité de l'emprise du réaménagement, depuis la trémie côté Seine jusqu'à celle côté Porte Maillot.

3. DOCUMENTS DE REFERENCE ET CONSISTANCE DE LA MISSION

3.1. DOCUMENTS DE REFERENCE

Les documents suivants ont été mis à la disposition de SEPIA GC :

- "Rapport de reconnaissance G₀+G_{2AVP}" n°17.3.1961 ind. B. ESIRIS. 04.05.2018.
- DCE de requalification des espaces publics, y compris plans des existants, plans de projet, notice, carnet de phasage. ILEX-SOGETI-DUMETIER. Juillet 2018.
- Rapport d'essai n°STO-18-248, "Essais d'adhérence". STRUCTUREO. 24.10.2018.
- "Plan de repérage des infiltrations à l'intérieur du tunnel de Neuilly". Direction Régionale et Interdépartementale de l'Equipeement et de l'Aménagement de l'Ile de France. 14.09.2017.

Les documents suivants seront également exploités et pris en compte dans le cadre du présent DIAG :

- Fascicule 67 titre III du Cahier des Clauses Techniques Générales applicable aux marchés de travaux de génie civil – section "Etanchéité des ouvrages souterrains". Version 2.1 du 10.07.2014
- Guide de l'inspection du génie civil des tunnels routiers – livre 2 "*Catalogue des désordres*". CETU. Janvier 2015.
- Dossier pilote des tunnels – génie civil, section 5 "*Etanchéité et revêtement*". Juillet 1998.
- Recommandations du GT9 de l'AFTES "*Traitement d'arrêt d'eau dans les ouvrages souterrains*".
- Marché de Maîtrise d'œuvre de reprise de l'étanchéité confié par la VILLE DE NEUILLY à SEPIAGC.
- Visites de site effectuées les 9 et 11 octobre 2018

3.2. CONSISTANCE DE LA MISSION DIAG

La mission DIAG porte sur la totalité de l'étanchéité de l'ouvrage enterré, et doit veiller à faisabilité technique et financière de l'opération. A cette fin, la mission DIAG propose des méthodes de réparation assorties de délais de réalisation et de mise en œuvre, et définit également ces orientations dans un souci de cohérence financière du projet.

Au titre de cette mission, nous avons prévu de restituer au Maître d'Ouvrage les documents suivants :

- Etat des lieux de l'ouvrage (conception, utilisation, contraintes extérieures, etc.) ;
- Analyse technique de la conformité de l'ouvrage aux normes et règlements en vigueur ;
- Analyse de la solidité structurelle et mécanique de l'ouvrage, son vieillissement, en particulier sur la base des deux campagnes de reconnaissances d'ESIRIS et de SRUCTUREO ;
- Programme de travaux sur l'ouvrage dans le souci de la qualité globale de réponse aux besoins du maître de l'ouvrage, ainsi que de la conformité réglementaire. Le programme est assorti d'une faisabilité technique avec étude des méthodes d'adaptation, estimation budgétaire et étude de phasage ;
- Proposition des compléments d'étude à engager pour confirmer ou préciser le diagnostic.

4. PRESENTATION DE L'OUVRAGE

4.1. LOCALISATION ET PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES

Le tunnel de NEUILLY a été construit à la fin des années 1980 par un Groupement d'Entreprises constitué par BOUYGUES-SGE TPI-FOUGEROLLE-CITRA-QUILLERY, sous la Maîtrise d'œuvre de la RATP dans le cadre du prolongement de la ligne 1 à la Défense. Les plans de coffrage datant de l'époque de la construction ont été obtenus par SOGETI et portés à notre connaissance (Cf. Annexe 1).

L'ouvrage a été appelé "Ouvrage de cul-de-sac Pont de Neuilly à la trémie de mise à l'air libre et ouvrage souterrain routier à Neuilly". Il a été scindé en 13 zones dont l'origine correspond à l'entrée en souterrain côté Porte Maillot (zone 1).

La longueur du tunnel est de 417m et sa structure consiste en un double portique en béton armé comprenant une galerie centrale de largeur constante sur les sections 1 à 5 incluse, puis s'évasant un peu de la section 6 à la section 13. La largeur totale est d'environ 32 à 33 m. Les plans de coffrage obtenus ne mentionnent pas le mode de fondation des voiles des portiques, sauf très localement au droit de la zone 10 (pieux $\phi 800$).

La dalle de couverture présente une épaisseur constante de 70 cm sauf pour les zones 5 à 7 (55 cm) ; les voiles d'extrémité ont une section de 50 cm et les centraux 45 cm. La pente de la dalle supérieure est de 2.5% vers l'extérieur pour l'ensemble des sections (Cf. profil en travers type figure 3a). On note au droit des sections 4 à 7 un système de dalles sur appuis néoprènes qui constitue une singularité pour l'ouvrage (Figure 3b).

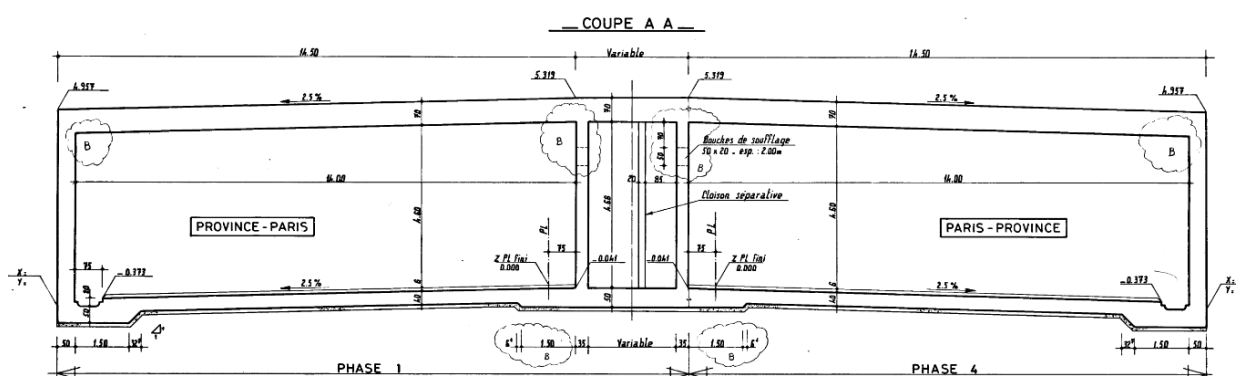


Figure 3a : Profil en travers-type du tunnel de NEUILLY (section courante en double portique)

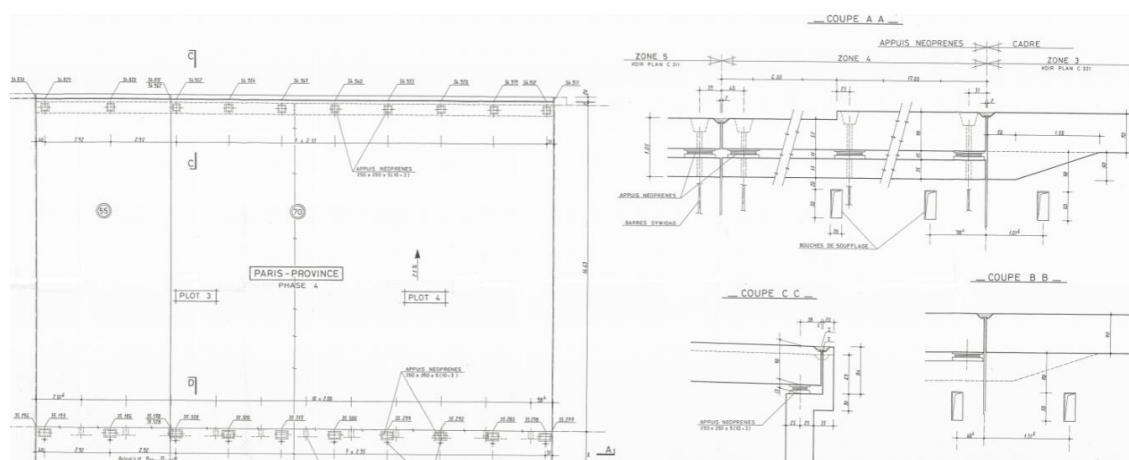


Figure 3b : Vue en plan et coupes de détail des sections 4 à 7 sur appuis néoprènes intermédiaires et latéraux

Chaque zone est séparée de la zone suivante par un joint en couverture d'épaisseur 20mm et disposés tel qu'indiqué dans le tableau 1 ci-dessous. Les longueurs de dalle sont variables selon les zones, de 23 à 47 m.

Les plans de coffrage indiquent des émergences et pénétrations qui représentent des points singuliers pour l'étanchéité.

Limite de zone Zone 1 : Porte Maillot (PM505.948) Zone 13 : La Défense (PM88.300)	Ref. PM ⁽¹⁾	Longueur de la zone (m)	Joint transversal en limite de zone	Joint d'étanchéité longitudinale (zones sur appuis néoprène uniquement)
Zone 1 / zone 2	505.948	38.51	Oui	-
Zone 2 / zone 3	465.948	40.00	Oui	-
Zone 3 / zone 4	437.948	28.00	Oui	-
Zone 4 / zone 5	414.948	23.00	Oui	Non renseigné
Zone 5 / zone 6 (baïonnette)	385.939/375.648	39.30/29.00	Oui	Non renseigné
Zone 6 / zone 7	352.848	33.10/22.80	Oui	Non renseigné
Zone 7 / zone 8	329.148	23.70	Oui	-
Zone 8 / zone 9	292.292	36.86	Oui	-
Zone 9 / zone 10	249.292	43.00	Oui	-
Zone 10 / zone 11	202.000	47.27	Oui	-
Zone 11 / zone 12	162.000	40.00	Oui	-
Zone 12 : zone 13	117.600	29.30	Oui	-

Tableau 1 : Repérage des joints transversaux de l'ouvrage et longueurs des éléments de dalle supérieure (source plans BOUYGUES)

(1) : les références de points métriques indiqués dans le tableau sont ceux des plans de coffrage. Une corrélation est présentée plus loin au regard du référencement DIRIF.

Les plans de coffrage de BOUYGUES ne mentionnent pas les épaisseurs de couverture envisagées sur les sections de dalle supérieures à l'époque de la construction.

Sur le plan de l'étanchéité mise en œuvre sur la dalle supérieure, les plans ne donnent pas d'information particulière, sauf, une vue de détail de traitement des joints transversaux en limites de dalles. La figure 4 présente un extrait du détail de joint de limite de zone courante et en limite de dalles en portique et de dalles sur appuis. Les plans ne font pas de mention sur la nature du fond de joint utilisé.

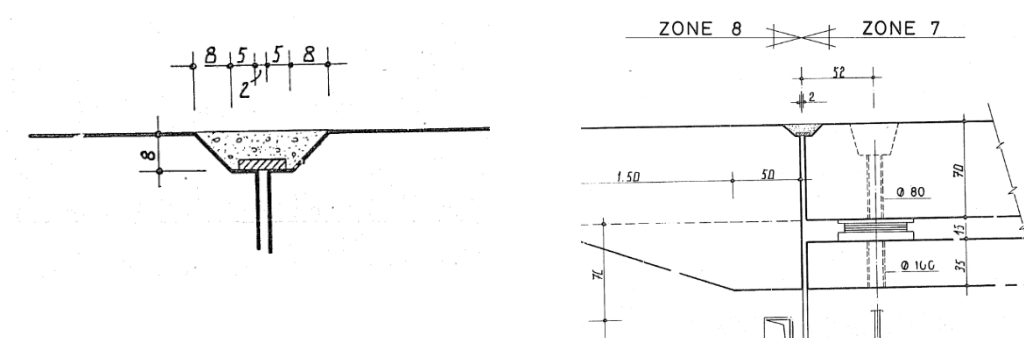


Figure 4 : Détail de traitement de l'étanchéité dans le cas courant (à gauche) et en limite de dalles avec/sans appuis néoprènes (à droite)

Les détails liés au traitement des réservations dans les dalles, les relevés d'étanchéité, les modes de traitement des retombées en zone courante ou pour les zones sur appuis ne sont pas renseignés par les plans de coffrage.

4.2. RECONNAISSANCES REALISEES EN 2018 PAR ESIRIS

ESIRIS a réalisé, pour le compte de la VILLE DE NEUILLY, une campagne de sondages, de fouilles et d'essais in-situ ou en laboratoire sur l'ensemble de l'emprise du réaménagement de surface.

On trouvera en Annexe 2 l'implantation des fouilles de reconnaissances effectuées par ESIRIS et des fouilles complémentaires demandées par SEPIAGC dans le cadre du DIAG et réalisées par EIFFAGE ROUTE/STRUCTUREO. Cette annexe présente les observations faites au droit des coupes des sondages pour les deux campagnes.

La campagne de reconnaissance d'ESIRIS a comporté 20 fouilles (F4 à F23) au droit du parvis de la dalle de Madrid, dont on trouvera la description faite par ESIRIS en page suivante (Tableaux 2a à 2e et pages 58 à 66 du rapport ESIRIS). Il faut mentionner ici que les fouilles de reconnaissance d'ESIRIS ont été réalisées par sondage destructif (diamètre non renseigné mais a priori inférieur à 100mm), et inspection endoscopique.

ESIRIS a noté les caractéristiques suivantes, par secteurs distincts :

- Parvis de la dalle Madrid (côté Pont de Neuilly) – F4 à F10 :
Les constats faits par ESIRIS sont les suivants :
 - o Les fouilles sur parvis n'ont pas identifié la présence d'étanchéité, sauf en F5 jusqu'à une profondeur de 65 cm ;
 - o Un vide a été identifié (galerie technique) en F4 ;
 - o Un joint d'étanchéité, couche de bitume de 2 cm d'épaisseur déposée sur un film aluminium A été mis en évidence au droit des sondages F5 et F10. Au droit de la fouille F6, l'étanchéité est assurée par un film polyane associé à un géotextile.

Dans ce cadre, pour lever le doute sur la présence ou non d'un complexe d'étanchéité, SEPIAGC a demandé la réalisation de fouilles complémentaires au niveau de la jardinière et en section "courante" de parvis (voir plus loin).
- Zone de voiries bus (F11 à F14) :
 - o En zone de circulation des bus, présence d'un complexe bitumineux avec film aluminium (type Paxalu) – Cf. fouilles F12&F14 juste sous les enrobés (-10 cm) ;
 - o Dans la jardinière (F11) : absence d'étanchéité jusqu'à -60cm ;
 - o Sur trottoir latéral à la voirie de bus : absence d'étanchéité jusqu'à -45 cm.
- Giratoire (F15 à F17) :
Au droit du giratoire, les résultats des fouilles ont été similaires à celles de la gare routière :
 - o Le sondage F17 a mis en évidence l'étanchéité juste sous les enrobés (-10cm)
 - o Les sondages F15 et F16 implantés sous le trottoir n'ont pas révélé de dispositif d'étanchéité jusqu'à -40 cm.
- Fontaine (F18-F19) :
Autour de la fontaine, deux points ont été investigués, l'un au droit des pelouses (F18) et le second au droit du parvis (F19). Les résultats ont été les suivants :
 - o Le sondage F18 a été réalisé à trop faible profondeur (-20 cm) pour pouvoir mettre en évidence une étanchéité ;
 - o Au droit du parvis, l'étanchéité a été identifiée à -60 cm, après 45 cm de béton maigre et la structure de parvis (chape et dalles de granite).

- Place de l'église (F20 à F23) :

Pour les secteurs en pelouse, la position de l'étanchéité est à -70cm de profondeur par rapport au sol fini, alors qu'au droit des voiries piétonnes elle se situe à environ -30 cm sous les dalles de granite.

L'écran étanche a été mis en évidence sur les trois fouilles F20 à F23. La fouille F24 a été réalisée insuffisamment profondément pour pouvoir le localiser.

Compte tenu de la technique d'investigation par sondage destructif et endoscopie en forage, SEPIAGC a préconisé l'ouverture de fouilles à l'air libre pour visualiser la structure du parvis et identifier la présence éventuelle et la nature de l'étanchéité.

De même, disposant de plans d'archives de BOUYGUES (dont n'avait pas connaissance ESIRIS lors de sa campagne de reconnaissance), nous avons proposé d'implanter certaines fouilles au droit de joints de construction pour pouvoir préciser la typologie de traitement de l'étanchéité au droit des joints transversaux. A cet effet, des prélèvements d'étanchéité et des tests d'adhérence ont pu être réalisés (Cf. §.5).

4.3. CONSTATS REALISES PAR LA DIRIF

La DIRIF a réalisé en 2017 une inspection de l'intrados des deux sens de circulation du tunnel. Bien que les parois des voiles latéraux et la sous-face de la dalle supérieure soient recouverts de plaques de protection au feu (type Promat ou équivalent), des traces d'humidité sont bien visibles, et des infiltrations dans l'ouvrage sont constatées en période de pluie (comme en période sèche).

Les constats ont été reportés sur le "Plan de repérage des infiltrations à l'intérieur du tunnel de Neuilly" en date du 14.09.2017, et des photographies des désordres illustrent le plan. Les constats ont été visuels et il n'a pas été effectué d'investigations complémentaires (degré de dégradation des plaques coupe-feu, mesures de teneur en eau des plaques) – Cf. Annexe 3.

Le système de repérage adopté par la DIRIF diffère de celui de BOUYGUES et une corrélation de profils métriques a été effectué dans le tableau 3 (le PM 0.00 de la DIRIF correspond au PM 88.300 de BOUYGUES).

Ce tableau donne les détails suivants :

- Profil de l'auscultation (dans les deux systèmes de repères)
- Position de joint de construction transversaux,
- Référence de la photo prise par la DIRIF lors de son inspection
- Commentaires sur les désordres observés (par sens de circulation) et sur l'existence ou non de joint

La comparaison des données issues des plans d'archive et de l'inspection de la DIRIF conduit aux remarques suivantes :

- La plupart des joints d'ouvrage sont bien visibles et ont été repérés lors de l'inspection. Quelques-uns sont légèrement décalés par rapport aux positions attendues, mais globalement on retrouve bien position des joints tels que repérés sur les plans datant de la construction de l'ouvrage. Seul un joint de la zone 8 (PM 308.300 BYG ou PM220 DIRIF) est bien visible sur le site mais n'apparaît pas clairement sur le plan datant de la construction.
- Les joints présentent pour un peu plus de leur moitié des infiltrations (58% des joints) qui s'accompagnent systématiquement d'infiltrations latérales sur les voiles pour le sens La Défense. Dans le sens Paris, les infiltrations des joints (également 58% de joints présentent des fuites) ne génèrent des infiltrations sur les voiles latéraux que dans 33% des cas, ce qui pourrait indiquer que l'état des joints latéraux y est meilleur.
- On note que le sens La Défense présente des infiltrations ponctuelles entre joints dans 45% des cas, accompagnées systématiquement de résurgences dans le voile latéral. Le sens Paris ne présente que très peu de zones d'infiltrations entre joints (9%), mais en revanche un ratio d'infiltration latéral important (64% des zones analysées).

Fouille	Couche de roulement/Terre végétale	Couche interface	1ere couche béton	Etanchéité /drainage	2nd couche béton
F4	Terre végétale (terreau) 0-50 cm	Film polyane	Béton maigre 50-90 cm	Cavité 90-180 cm	Béton
F5	Dalle de granite 0-5 cm	Chappe sable ciment 5-15 cm	Béton maigre 15-55 cm	Etanchéité Bitume + Film aluminium	Béton résistant 55-80 cm
F6	Dalle de granite 0-5 cm	Chappe sable ciment 5-15 cm	Béton maigre 15-55 cm	Polyane + géotextile	Béton résistant 55-80 cm
F7	Dalle de granite 0-5 cm	Chappe sable ciment 5-17 cm	Béton maigre 17-70 cm		
F8	Dalle de granite 0-5 cm	Chappe sable ciment 5-15 cm	Béton maigre 15-60 cm		
F9	Dalle de granite 0-5 cm	Chappe sable ciment 5-15 cm	Béton maigre 15-65 cm		
F10	Dalle de granite 0-5 cm	Chappe sable ciment 5-15 cm	Béton maigre 5-40 cm	Etanchéité Bitume + Film aluminium	Béton résistant 40-60 cm

Fouille	Couche de roulement/Terre végétale	Couche interface	1ere couche béton	Etanchéité /drainage	2nd couche béton
F11	Terre végétale (terreau) 0-40 cm	Géotextile	Béton maigre 40-50 cm	Sable saturé 50-60 cm	Béton résistant
F12	Enrobé 0-10 cm			Etanchéité Bitume + Film aluminium	Béton résistant 10-20 cm
F13	Dalle de granite 0-5 cm	Chappe sable ciment 5-15 cm	Béton compact 15-50 cm		
F14	Enrobé rouge 0-10 cm			Etanchéité Bitume + Film aluminium	Béton résistant 10-35 cm

Fouille	Couche de roulement/Terre végétale	Couche interface	1ere couche béton	Etanchéité /drainage	2nd couche béton
F15	Dalle de granite 0-5 cm	Chappe sable ciment 5-15 cm	Béton résistant 15-50 cm		
F16	Dalle de granite 0-5 cm	Chappe sable ciment 5-15 cm	Béton résistant 15-40 cm		
F17	Enrobé 0-10 cm			Etanchéité Bitume + Film aluminium	Béton résistant 10-35 cm

Fouille	Couche de roulement/Terre végétale	Couche interface	1ere couche béton	Etanchéité /drainage	2nd couche béton
F18	Terre végétale (terreau) 0-34 cm	Géotextile	Béton maigre 34-44 cm		Béton résistant 44-54 cm
F19	Dalle de granite 0-5 cm	Chappe sable ciment 5-15 cm	Béton maigre 15-60 cm	Etanchéité Bitume + Film aluminium	Béton résistant 60-80 cm

Fouille	Couche de roulement/Terre végétale	Couche interface	1ere couche béton	Etanchéité /drainage	2nd couche béton
F20	Terre végétale (terreau) 0-59 cm	Géotextile	Béton maigre 59-70 cm	Etanchéité Bitume + Film aluminium	Béton résistant 70-80 cm
F21	Dalle de granite 0-5 cm	Chappe sable ciment 5-15 cm	Béton maigre 15-30 cm	Etanchéité Bitume + Film aluminium	Béton résistant 30-50 cm
F22	Dalle de granite 0-5 cm	Chappe sable ciment 5-15 cm	Béton maigre 15-30 cm	Etanchéité Bitume + Film aluminium	Béton résistant 30-50 cm
F23	Terre végétale (terreau) 0-30 cm	Géotextile	Billes d'argiles expansées 30-40 cm		Béton résistant 40-50 cm

Tableaux 2a à 2e : Fouilles de reconnaissances et interprétations ESIRIS (Fouilles F4 à F23)

D'une manière générale les infiltrations dans l'ouvrage sont bien visibles, malgré la présence de plaques coupe-feu qui masquent la structure, avec des résurgences en sous-face de dalle supérieure et sur les voiles latéraux (Cf. Figure 5).

On doit noter que les zones 4 à 7, qui sont sur appuis néoprènes, ne montrent pas davantage d'infiltration sur les voiles latéraux que les autres sections, alors que ce type d'appui représente une singularité vis-à-vis de l'étanchéité de l'ouvrage.

Dans les sections d'extrémité pour lesquelles les voiles latéraux ne sont pas revêtus, on peut voir les fonds de joints latéraux, composés d'élastomère et de fibres tressées (Cf. Figure 6).

	Tunnel sens La Défense				Tunnel sens Paris			
	Joints présentant des infiltrations	Infiltrations en dalle section courante	Résurgence en voile zone de joint	Résurgence en voile section courante	Joints présentant des infiltrations	Infiltrations en dalle section courante	Résurgence en voile zone de joint	Résurgence en voile section courante
Nombre de désordres constatés	7	5	6	5	7	1	4	7
Ratio de désordre	58%	45%	50%	45%	58%	9%	33%	64%

Tableau 3a : Nombre de désordres observés et ratios de désordre par typologie

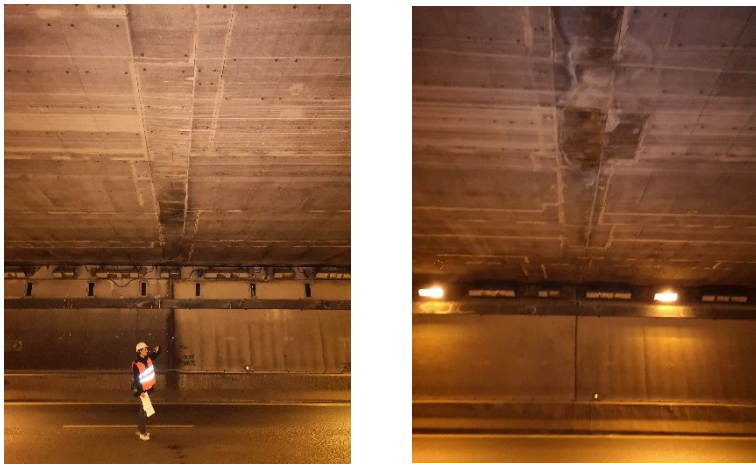


Figure 5 : Défauts d'étanchéité en dalle supérieure



Figure 6 : Fond de joint en élastomère tressé (zone de voile latéral non revêtu)

	Repérage des joints d'étanchéité transversale						Comparaison des positions des joints et constats d'auscultation DIRIF	
	PM BOUYGUES (joints identiques dans les deux sens)	Distance à l'origine d'ouvrage (m)	PM DIRIF sens La Défense	DIRIF ref. photo sens La Défense	PM DIRIF sens Paris	DIRIF ref. photo sens Paris	Commentaire sens La Défense	Commentaire sens Paris
Limite ouvrage côté La Défense	88.300	(m)	0.000	-	-	-	-	-
Joint zone 12	117.600	29.300	env. 34.000	37-38	env. 27	11	Position de joint non concordante. Traces d'infiltration en joint (?)	Joint sans fuite
Section courante zone 12	137.300	env. 49	-	-	env. 49	60	-	Résurgence d'eau en pied de voile
Joint zone 11	162.000	73.700	74.000	35-36	73.700	10-61	Position de joint concordante. Infiltration en pied de voile extérieur et en dalle supérieure	Position de joint concordante. Infiltration en dalle supérieure
Section courante zone 8	176.300	env. 88	-	-	env. 88	8	-	Infiltration en voile extérieur
Joint zone 10	202.000	113.700	113.500	32-33-34	env.115	62-63-64-65	Position de joint concordante. Infiltration en dalle supérieure	Position de joint presque concordante. Infiltration en dalle supérieure et en pied de voile extérieur
Section courante zone 10	236.300	env. 148	env. 148	30-31	-	-	Infiltration en dalle supérieure et sur voile extérieur (toute hauteur). Infiltration en pied de voile sur profil adjacent (photo 30)	-
Joint zone 9	249.292	160.992	-	-	162.000	06-67-68	Joint non repéré. Pas de désordre constaté	Position de joint concordante. Infiltration en dalle supérieure et dégradation du joint vertical sur voile intérieur (photos 66-69)
Section courante zone 9		env. 187	env.187	29	-	-	Infiltration sur voile extérieur. Pas de joint à ce profil	-
Section courante zone 9		env.195	env.195	40	-	-	Infiltration sur voile extérieur. Pas de joint à ce profil	-
Joint zone 8	292.292	203.992	204.000	28	env. 206	04-70-71	Infiltration en voile latéral	Joint mal repéré (PM 204 plutôt que 206). Infiltrations en dalle supérieure.
Section courante zone 8	308.300	env. 220	env. 220	25-26-27	-	-	Joint repéré par DIRIF. Possible mais non renseigné par BYG sur plan. Traces d'infiltration en dalle. Infiltration en pied de voile extérieur	-
Joint zone 7	329.148	240.848	-	-	env. 243	72	Joint non repéré par DIRIF sur le sens La Défense. Pas de désordre particulier	Joint mal repéré (PM 240 plutôt que 243). Infiltrations en voile latéral.
Section courante zone 7	345.300	env. 257	env. 257	22-23-24	env. 255	73	Joint repéré par DIRIF. Non renseigné par BYG sur plan - ce joint doit plutôt correspondre au PM 264.548 (cf. ci-dessous). Traces d'infiltrations en extrémité de dalle et sur voile extérieur.	Joint mal repéré (PM 257 plutôt que 255). Infiltrations en pied de voile latéral.
Joint zone 6	352.848	264.548	cf. PM257	idem	env. 266	01-11-74-76-77	CF Ci-dessus (photos 22-23-24)	Position de joint presque concordante. Infiltration en dalle supérieure et en pied de voile extérieur+intérieur
Joint zone 5.1	375.648	287.348	env. 294	19-20-21	287.000	00	Joint mal repéré probablement (plutôt à PM287 au lieu de PM294). Infiltrations en dalle supérieure et sur voiles latéraux	Joint en baionnette (pas de joint sens Paris à ce PM). Traces d'humidité mais pas d'infiltration significative
Joint zone 5.2	385.939	297.639	-	-	-	-	Joint en baionnette (pas de joint sens La Défense à ce PM)	
Section courante zone 5	404.300	env. 316	env.316	18	316.000	78-79	Infiltration ponctuelle en dalle supérieure. Pas de joint à ce profil.	Fissure en chaussée. Infiltrations importantes en voile extérieur
Joint zone 4	414.948	326.648	env. 330	13-14-15-16-17	329.000	80-81-82	Joint mal repéré probablement (plutôt à PM326 au lieu de PM330). Infiltrations en dalle supérieure et sur voiles latéraux	Joint mal repéré probablement (plutôt à PM326 au lieu de PM329). Infiltrations en dalle supérieure et sur voiles latéraux intérieur/extérieur
Joint zone 3	437.948	349.648	-	-	env.352	84-85-86	Joint non repéré par DIRIF sur le sens La Défense. Pas de désordre particulier	Joint mal repéré probablement (plutôt à PM349 au lieu de PM352). Infiltrations en dalle supérieure et sur voile latéral extérieur
Joint zone 2	465.948	377.648	env.369	8-9-10-11-12	env.380	88-96	Joint mal repéré probablement (plutôt à PM377 au lieu de PM369). Infiltrations en dalle supérieure et sur voiles latéraux	Joint mal repéré probablement (plutôt à PM377 au lieu de PM380). Infiltrations en dalle supérieure
Section courante zone 2	400.000	400.000			env. 400	95	-	Traces d'humidité sur voiles latéraux
Joint zone 1	505.948	417.648	env. 406	1-2-3-5-6	-	-	Probablement pas de joint au PM 406 (plutôt à PM417 au lieu de PM406). Infiltrations en dalle supérieure et sur voiles latéraux	-
Section courante zone 1	508.300	env.420	env. 420	7	420.000	90-91-92-93	Infiltration ponctuelle en dalle supérieure en limite de voile latéral. Pas de joint à ce profil.	Infiltration en dalle supérieure et en pied de voile latéral extérieur. Pas de joint à ce profil
Section courante zone 1	518.300	env.430	-	-	430.000	94	-	Trace d'humidité sur voile latéral extérieur
Limite ouvrage côté Pte Maillot	544.464	456.164	-	-	-	-	-	-

Tableau 3b : Comparaison des positions de joints et relevé des désordres (DIRIF Septembre 2017)

5. RECONNAISSANCES COMPLEMENTAIRES

A partir d'un programme de reconnaissance de la structure proposé par SEPIAGC, la VILLE DE NEUILLY SUR SEINE a missionné EIFFAGE ROUTE pour l'ouverture de fouilles en vraie grandeur (environ 1m * 1m) jusqu'au complexe d'étanchéité, ainsi que STRUCTUREO pour la réalisation d'essais d'adhérence.

Nous avons reporté sur la vue en plan de l'Annexe 2 les coupes des reconnaissances par sondage destructifs d'ESIRIS et celles réalisées par EIFFAGE ROUTE.

D'une manière générale, les reconnaissances ont confirmé l'existence d'un revêtement constitué actuellement de la succession suivante (du haut vers le bas) :

- Dalles de granite ou enrobés, ou terre végétale ;
- Structure d'assise du revêtement en béton plus ou moins dosé (chape de mortier) ;
- Couche de béton mise en protection d'étanchéité ;
- Etanchéité bitumineuse à feuille d'aluminium, de type Paxalu ou équivalent.

A l'occasion des fouilles, il a été constaté que localement les feuilles d'étanchéité sont déchirées ou inexistantes, ce qui concorde avec certains résultats d'ESIRIS en forage et avec l'occurrence de fuites réparties aléatoirement entre des joints de structure.

Les fouilles de reconnaissance n'ont pas permis de visualiser directement les fonds de joints, situés sous la feuille de Paxalu. De même, la configuration des pieu n'a pas rendu possible la vérification de la hauteur de la retombée d'étanchéité de la dalle supérieure, qui devrait être située sous la reprise de bétonnage (donc à une profondeur supérieure à 1.30/1.50m par rapport au niveau du sol actuel.

Sur le plan mécanique, STRUCTUREO a réalisé 3 essais d'adhérence sur 4 sites (soit 12 essais au total) sur un béton curé de son revêtement. Les essais d'arrachement ont été réalisés après sciage du support sur une forme carrée de 5 cm x 5 cm. Une pastille métallique de même taille y a été collée (colle bi-composants) puis arrachée avec un dynamomètre.

Le tableau 4 ci-après est extrait du rapport d'essai de STRUCTUREO ; il montre que les valeurs de cohésion sont moyennes à médiocres selon les zones testées, avec pour une même zone des résultats variant de +10 à 70%. La zone 4 pourrait correspondre à une emprise de ragréage du béton de la dalle.

Numéro de l'essai	Valeur en kN	Surface en cm2 des pastilles	Valeur de cohésion ou d'adhérence en MPA
S1 - P1	2,50	25	1,00
S1 - P2	2,60	25	1,04
S1 - P3	4,40	25	1,76
Moyenne	Site 1		1,27
S2 - P1	3,40	25	1,36
S2 - P2	3,10	25	1,24
S2 - P3	3,50	25	1,40
Moyenne	Site 2		1,33
S3 - P1	4,90	25	1,96
S3 - P2	4,00	25	1,60
S3 - P3	2,70	25	1,08
Moyenne	Site 3		1,55
S4 - P1	1,45	25	0,58
S4 - P2	1,60	25	0,64
S4 - P3	1,70	25	0,68
Moyenne	Site 4		0,63

Tableau 4 : Mesures d'adhérence du support

La totalité du rapport est incluse au présent document en Annexe 4.

La figure 7 suivante illustre les fouilles en phase de remise en état.



Figure 7 : Remise en état de fouilles d'investigation EIFFAGE ROUTE/STRUCTUREO

En fin de mission, les fouilles ont été remises en état selon la procédure suivante :

- Nettoyage du support
- Etanchéité existante ravivée
- Mise en place d'une colle spéciale Elastocol sur support
- Mise en œuvre d'une feuille d'étanchéité avec recouvrement de 10 cm sur l'étanchéité existante

6. AVIS TECHNIQUE SUR L'ETANCHEITE EN PLACE

6.1. AVIS SUR LA NATURE DE L'ETANCHEITE

L'ouvrage est particulier car il s'apparente à la catégorie des ouvrages souterrains (pour lesquels le Fascicule 67 titre III s'applique), mais aussi à celle des ouvrages d'art (cadre d'application du Fascicule 67 Titre I) sur les zones circulées par des véhicules (gare routière, voiries). D'une manière générale, ces Fascicules s'appliquent à des ouvrages neufs, et on peut en extraire les performances auxquelles doivent répondre les dispositifs d'étanchéité, ainsi que celles des supports.

Les fouilles ont montré que l'étanchéité est assurée par une feuille bitumineuse à film aluminium, identifiée au droit de la plupart des sondages. L'étanchéité est donc à rattacher à la famille des feuilles d'étanchéité bitumineuses préfabriquées livrées en rouleaux. Elle doit en pratique constituer une barrière étanche, stable, continue et non contournable. Les produits type FPM sous avis techniques des procédés existants (CETU ou CEREMA) n'ont pas de protection type feuille aluminium. Les membranes doivent justifier d'une adhérence au support, et lorsqu'il y a couche de roulement une autoprotection de type granulés céramiques permettant notamment une accroche entre la couche de roulement et la couche d'étanchéité.

La famille de feuilles préfabriquées d'étanchéité est ancienne et figurait déjà dans la première version du Fascicule 67 ; elle est donc usuelle et communément admise pour l'étanchement des ouvrages souterrains (tranchées couvertes surtout car le Dossier Pilote du CETU section 5 " *Etanchement et revêtement*" ne mentionne pas ce procédé).

La mise en œuvre de feuilles bitumineuses préfabriquées entre dans la catégorie des étanchéités sur support adhérent, c'est-à-dire qu'elle est solidaire du support et doit résister à une pression de décollement.

Les fouilles de reconnaissances ont montré la présence de feuilles bitumineuses avec film d'aluminium en surface, mais non systématiquement à chaque sondage. Lors des fouilles réalisées par EIFFAGE ROUTE, la feuille est apparue cassante et rigide, cette fragilité étant à mettre en lien avec l'âge de l'étanchéité.

Normalement les deux Fascicules 67 Titre I et Titre III demandent les caractéristiques suivantes :

- Pour le support béton :
 - o Cohésion superficielle > 1.5 MPa
 - o Planéité P(n) selon FD P18503 <3mm sous la règle de 20cm et <8mm sous la règle de 2m
 - o Texture E(2-2-2) selon la norme FD P 18503
 - o Profondeur de Macrotexture PMT<1mm
- Pour l'étanchéité :
 - o Celle-ci doit avoir une épaisseur min de 4mm (à vérifier sur place)
 - o Celle-ci doit justifier d'avis technique CETU (si on apparente l'ouvrage à un tunnel) ou avis technique CEREMA (si on apparente l'ouvrage à un ouvrage d'art).

L'ouvrage étant existant, on ne pourra pas vérifier les critères de planéité, de texture et de profondeur de macrotexture du support adhérent. La pente du support est a priori de 2.5% orientée vers l'extérieur ce qui conviendrait à ce type d'ouvrage, sauf ponctuellement ou des acrotères ont été construits et pour lesquels on ne connaît pas le schéma de contournement de l'eau (drainage? pente vers avaloirs?).

En revanche, les essais de traction à la pastille montrent que 75% des mesures n'atteignent pas le seuil requis, et que 25% des mesures sont environ au 1/3 de la valeur nécessaire.

Il s'avère donc une non-conformité d'adhérence entre l'étanchéité et son support sans que l'on puisse savoir si cette non-conformité est d'origine ou liée au vieillissement du complexe d'étanchéité : en effet, divers facteurs peuvent avoir une influence sur la liaison support-feuille d'étanchéité :

- Propriétés physico-chimiques de l'eau (sels hivernaux en particulier) ;
- Effets de la végétation et de l'extension racinaire au droit des jardinières ;
- Alcalinité des bétons

En réalité, bien que le Fascicule 67 titre III exige la mise en œuvre d'une procédure de contrôle de la qualité pour la réalisation d'un ouvrage neuf, il manque ici les informations suivantes :

- Fiche technique des matériaux
- Procédure de contrôle du support après vérifications et nettoyage
- Procédure de mise en œuvre des feuilles d'étanchéité
- Largeurs de recouvrement des lés (normalement > 70mm)
- Contrôle interne (vérifications et essais) et contrôle externe
- DOE

Pour mémoire, on rappelle ici les spécifications de mise en œuvre du Fascicule 67 Titre III (§11.2.1), dont on ne sait pas si elles ont été respectées :

- Pas de mise en œuvre sur surface humide ou sous la pluie
- Contrôle de performance (dit "*contrôle d'identification*") à faire tous les 15000m² sur un échantillon du produit mis en œuvre
- Contrôle d'adhérence selon EN 13596 à faire tous les 200m².

On ne connaît pas le type d'étanchéité au droit des joints ; d'après les constats fait depuis l'intrados, il devrait s'agir d'un joint en élastomère renforcé de tressage, recouvert de la feuille bitumineuse sur le dessus. La présence de fuites au niveau des joints, et en section courante (en dalle supérieure et en voiles latéraux) tend à montrer que des circulations d'eau doivent exister sous l'étanchéité, après une infiltration au droit de zones défectueuses.

En conclusion, les deux campagnes de reconnaissance ont révélé la présence d'une étanchéité qui apparaît localement absente, d'une adhérence à son support insuffisante au regard du Fascicule 67. Elle est cassante et présente un caractère rigide probablement lié au vieillissement du produit. Si la pente transversale est suffisante, on ne sait pas si les autres critères de pose ont été respectés à l'époque de la construction.

Les défauts d'adhérence, les résurgences observées en section courante et au droit des joints, soulignent des dysfonctionnements du complexe d'étanchéité, avec des infiltrations et des circulations d'eau en sous-face d'étanchéité.

6.2. PROGRAMME DE TRAVAUX

Les reconnaissances effectuées ont montré qu'il sera nécessaire de traiter les joints d'étanchéité du tunnel de Neuilly, mais il apparaît que pour sa conformité réglementaire, il serait nécessaire de corriger les défauts d'adhérence de l'étanchéité sur son support et traiter des zones d'infiltration plus ou moins ponctuelles.

Le report des désordres a montré que ceux-ci concernent surtout le sens de circulation vers La Défense, mais également, dans une moindre mesure, le sens Paris. Compte tenu du caractère aléatoire des désordres observés (dont les effets sont plus ou moins visibles en intrados en raison de la présence des plaques coupe-feu), nous recommandons de traiter l'étanchéité du tunnel dans ses deux sens de circulation (plus la galerie centrale).

Le traitement consistera, pour les joints, après retrait de la protection et de l'étanchéité à :

- Incorporer une gaine injectable dans une saignée afin d'injecter s'il y a défaillance de l'étanchéité ;
- Appliquer une bande élastomère type HYPALON afin de remplacer le joint qui devrait être en place "normalement" ;
- Traiter l'étanchéité en surface en recouvrement de l'étanchéité existante par une membrane de type FPM (Feuille préfabriquée monocouche) spécifique pour les joints de dilatation ;

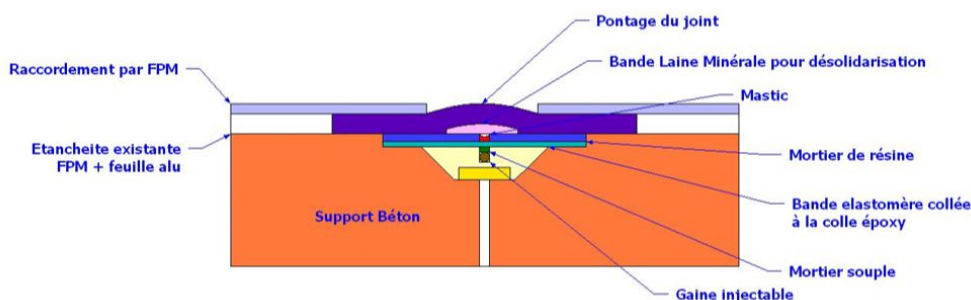


Figure 8 : Principe de reprise de l'étanchéité des joints transversaux

Pour la section courante, le défaut d'adhérence (localement 30% du critère recherché sur la série d'essais) permet d'expliquer les infiltrations aléatoires dans l'ouvrage et, compte tenu des pentes longitudinales, des résurgences au droit des joints. Pour respecter les spécifications réglementaires, seule une remise en état de la totalité de l'étanchéité permettrait de respecter les spécifications du Fascicule 67 Titre III.

On portera entre autres, une attention aux points de vigilance suivants sur l'ouvrage :

- Le lot aménagement devra assurer la dépose de la structure de voirie jusqu'au niveau +10cm au-dessus de l'étanchéité. Or sur les zones directement circulées la couche de roulement en enrobé ne fait qu'une épaisseur de 10cm, et à cet effet, le risque d'endommagement de l'étanchéité actuelle est important en phase de travaux. Un rabotage de la couche de voirie sera recommandé, en notant toutefois qu'on ne dispose pas de plan de recollement qui permette de positionner précisément les points singuliers.
- Le traitement des retombées, dont on ne dispose pas d'information aujourd'hui compte tenu des aménagements réalisés, nécessite d'y avoir accès. Des reconnaissances pourront être effectuées en section courante de portique et en sections 4 à 7 de dalle sur appuis néoprène.

- Le traitement des émergences nécessitera une reconnaissance approfondie en phase de travaux (implantation, géométrie), puis leur reprise d'étanchéité (on pourra s'inspirer de la norme NF P 84-204-1-1).
- Concernant la forme de pente et l'écoulement de l'eau, les plans font apparaître des pentes orientées latéralement, mais certaines coupes (K-K / O-O) présentent des émergences solidaires de la dalle (acrotère) qui pourraient nuire à l'écoulement de l'eau. Pour ces singularités, il conviendra de vérifier le drainage vers des exutoires.

SEPIAGC reste à la disposition de la VILLE DE NEUILLY SUR SEINE pour toute information complémentaire.

Fait à Neuilly-sur-Seine, le 30 octobre 2018,

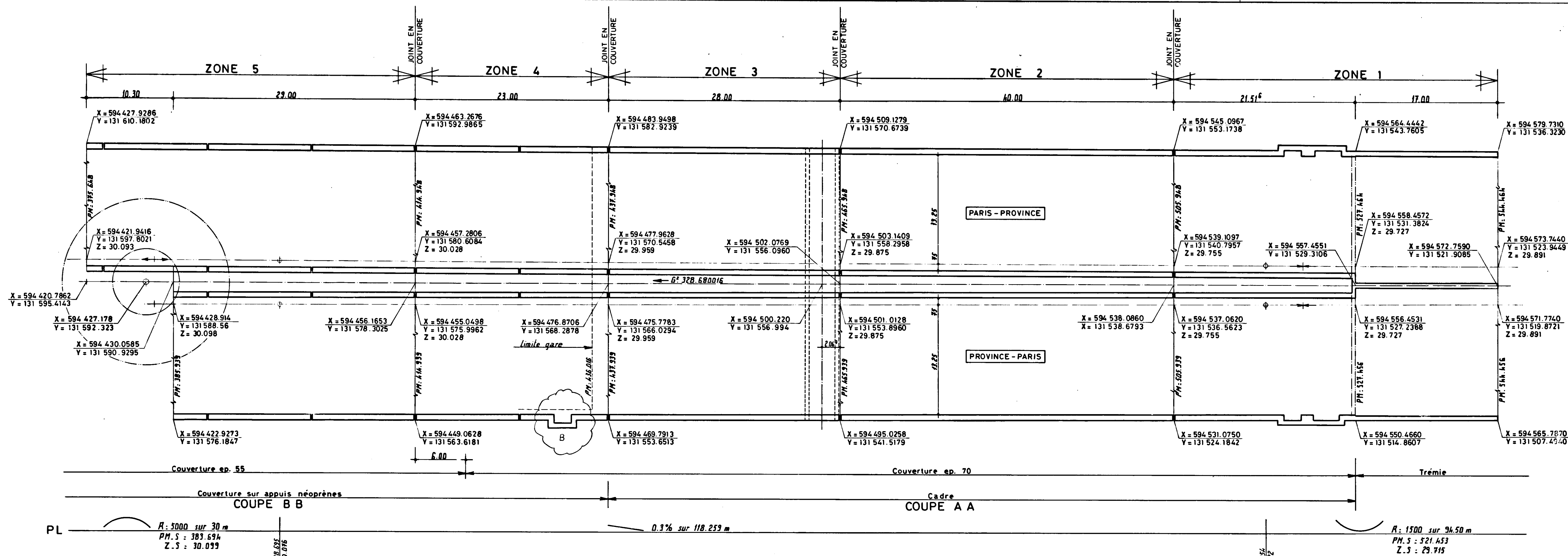
Christophe LAC

LISTE DES ANNEXES :

- Annexe 1 : Plans de coffrage datant de la construction (vue en plan générale de la dalle supérieure et coupes-types) – vues en plan, coupes, élévation de certains voiles verticaux
- Annexe 2 : Vue en plan de l'état actuel – Implantation des fouilles de reconnaissance réalisées par ESIRIS et par EIFFAGE ROUTE-STRUCTUREO.
- Annexe 3 : Plan de repérage des désordres (DIRIF, Septembre 2017)
- Annexe 4 : Rapport d'essai STRUCTUREO

ANNEXE 1

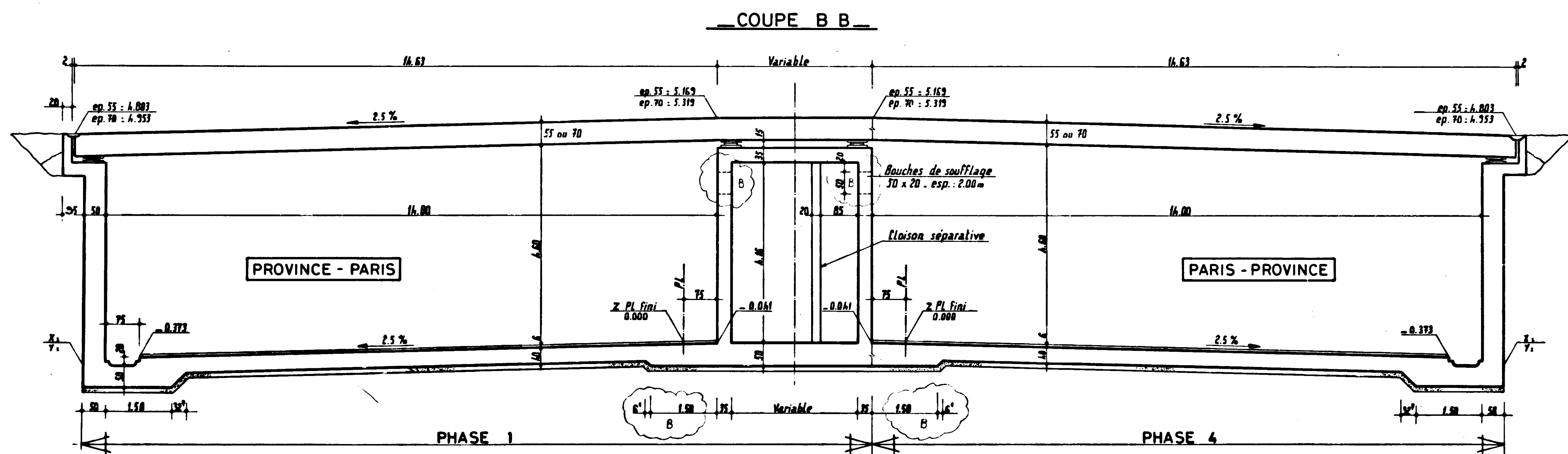
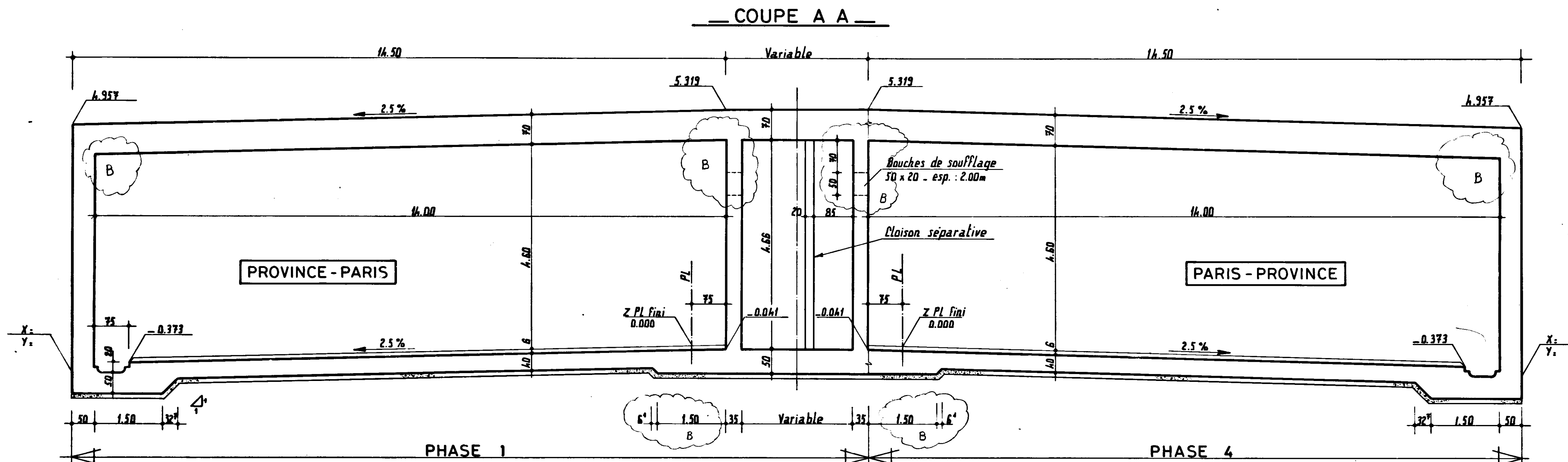
**Plans de coffrage datant de la construction
(vue en plan générale de la dalle
supérieure et coupes-types) – vues en
plan, coupes, élévation de certains voiles
verticaux**



MIRE ISO N° 1
AFNOR
Caden 7 - 92080 PARIS-1A DÉFENSE

170887

170888



B 23.6.88	Modif. Fondations - Bouches de souff. Sup. goudrons	C.A. Y.D.
A 30.5.88	Modif. coordonnées du joint entre zones 4 et 5	C.A. Y.D.
SORTIE DU DOCUMENT		C.A. Y.D.
Ind. date	modifications	Dess. Ing. vérif. resp.

RATP DIRECTION DES PROJETS ET DES INFRASTRUCTURES
21, boulevard Bourdon 75004 PARIS (1) 46 04 21 21

SERVICE NG
21, bd Bourdon 75004 Paris (1) 46 04 21 21

METRO LIGNE 1
Prolongement à la Défense

OUVRAGE DU CUL-DE-SAC "PONT DE NEUILLY"
A LA TREMIE DE MISE A L'AIR LIBRE
ET OUVRAGE SOUTERRAIN ROUTIER DANS NEUILLY

PHASES 1 & 4
ZONES 1 à 5
IMPLANTATION ET NIVELLEMENT

CONFORME A L'EXECUTION

BOUYGUES CHALLENGER 1, Avenue Eugène Freyssinet 75001 Paris Cedex 01 (1) 30 80 23 11

POUGEROLLE FRANCE 3, Avenue Marceau Soufflot BP 01 78143 Val de France (1) 35 46 56 56

QUILLERY 11 rue Louis Rude 92100 Boulogne (1) 46 90 11 49

BUREAU D'ETUDES SEEE VISA Ref. Date Indice

FORMAT A0 N° D'AFFAIRE DATE 20.5.88

ECHELLE 1/200 - 1/50

N° G 300

	X	Y
S1A	594 252.0883	131 677.0098
G1	594 221.9225	131 691.5616

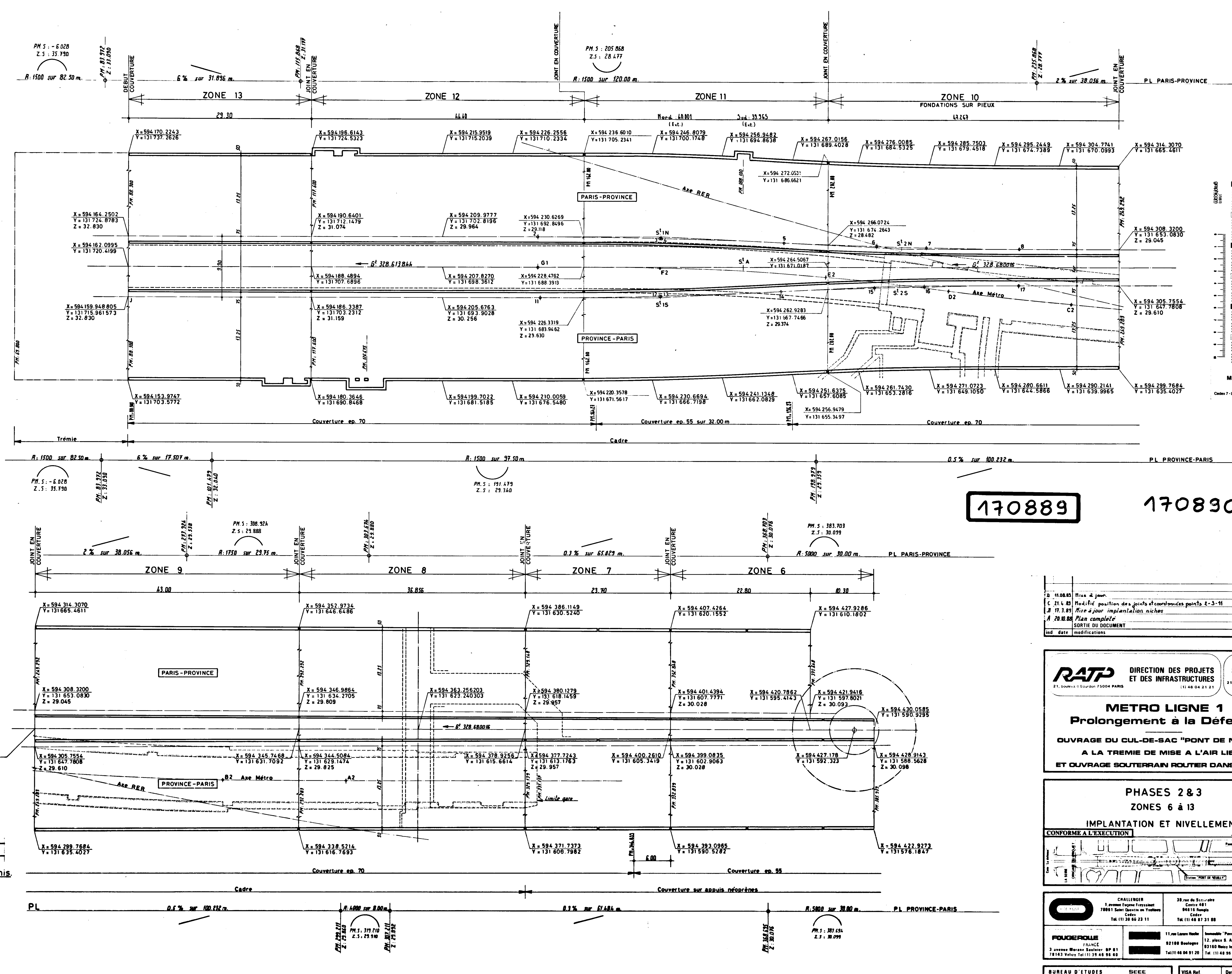
S1N	594 242.1608	131 687.2946
S12N	594 276.5686	131 668.5312

2	594 224.0732	131 656.0199	A : 90.00 L : 20.00 R : 404.95 L : 0.458
3	594 242.0142	131 687.1825	A : 90.00 L : 20.00 R : 404.95 L : 0.458
4	594 242.1551	131 687.1102	A : 90.00 L : 20.00 R : 404.95 L : 0.458
5	594 259.7917	131 677.6800	A : 90.00 L : 20.00 R : 404.95 L : 0.458
6	594 272.9665	131 670.5646	A : 90.00 L : 20.00 R : 404.95 L : 0.458
7	594 280.2968	131 666.8007	A : 90.00 L : 20.00 R : 404.95 L : 0.458
8	594 293.7519	131 660.1709	A : 90.00 L : 20.00 R : 404.95 L : 0.458

S15	594 237.8328	131 678.3907
S125	594 273.7109	131 663.1887

11	594 220.1701	131 686.9111	A : 88.868 L : 19.50 R : 405.00 L : 0.215
12	594 237.8004	131 678.5001	A : 88.868 L : 19.50 R : 405.00 L : 0.215
13	594 237.9565	131 678.4313	A : 88.868 L : 19.50 R : 405.00 L : 0.215
14	594 255.8891	131 670.7400	A : 88.868 L : 19.50 R : 405.00 L : 0.215
15	594 269.6709	131 664.8190	A : 88.868 L : 19.50 R : 405.00 L : 0.215
16	594 277.6040	131 661.2335	A : 88.868 L : 19.50 R : 405.00 L : 0.215
17	594 291.1547	131 654.8012	A : 88.868 L : 19.50 R : 405.00 L : 0.215

Ligne 1 - Axe de l'ouvrage	X	Y
S1A	594 252.0883	131 677.0098
G1	594 221.9225	131 691.5616
S1N	594 242.1608	131 687.2946
S12N	594 276.5686	131 668.5312
S15	594 237.8328	131 678.3907
S125	594 273.7109	131 663.1887
S1A	594 252.0883	131 677.0098
G1	594 221.9225	131 691.5616
S1N	594 242.1608	131 687.2946
S12N	594 276.5686	131 668.5312
S15	594 237.8328	131 678.3907
S125	594 273.7109	131 663.1887



170889 170890

Ind	date	modifications	dess	ing	verif	resp
1	11.08.83	Mise à jour				
2	11.08.83	Modification des points et coordonnées points 2-3-4				
3	11.08.83	Mise à jour implantation niches				
4	20.10.88	Plan complet				
5		SORTIE DU DOCUMENT				

DIRECTION DES PROJETS ET DES INFRASTRUCTURES
 21, boulevard de la Bastille 75004 PARIS

SERVICE NG
 21, boulevard de la Bastille 75004 PARIS

METRO LIGNE 1
Prolongement à la Défense
OUVRAGE DU CUL-DE-SAC "PONT DE NEUILLY"
A LA TREMIE DE MISE A L'AIR LIBRE
ET OUVRAGE SOUTERRAIN ROUTIER DANS NEUILLY

PHASES 2 & 3
ZONES 6 à 13
IMPLANTATION ET NIVELLEMENT
CONFORME A L'EXECUTION

CHALLENGER
 1 avenue Eugene Freyssinet
 78001 Saint Germain en Laye
 Tél. 01 30 80 23 11

SEB
 38 rue de la République
 94015 Nogent-sur-Marne
 Tél. 01 46 87 21 88

FOUGEROLLE
 3 avenue Marceau Sauter, BP 81
 78143 Velizy Tel. 01 39 45 95 80

QUILLERY
 11 rue Laine Mahe
 92100 Boulogne
 Tél. 01 46 04 91 20

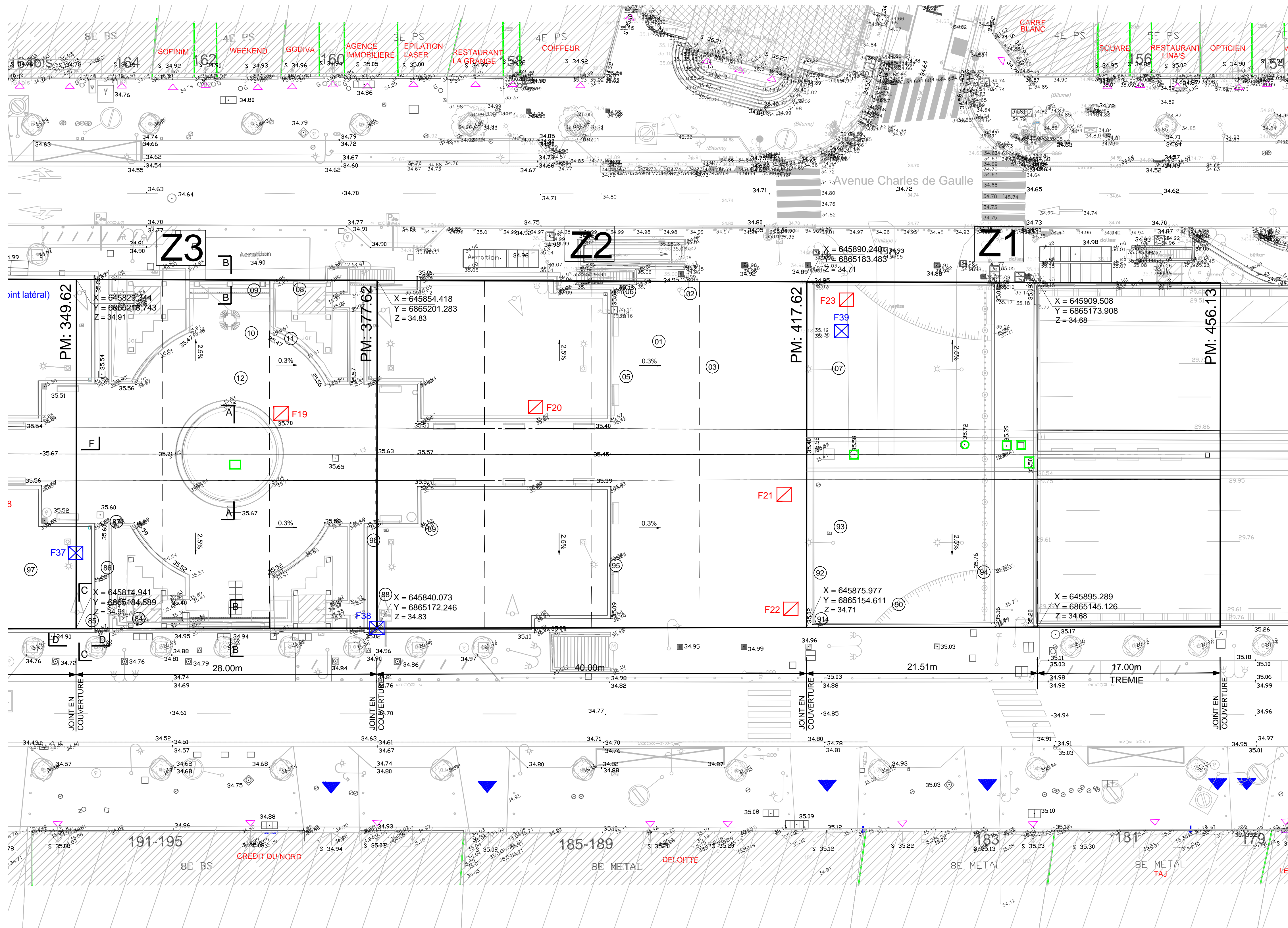
BUREAU D'ETUDES	SEEE	VISA Ref	Date	Indice
FORMAT A 0	N° D'AFFICHAGE	N° G 301		
ECHELLE 1/200	DATE 1.7.88			

NOTA: Les niveaux sont donnes finis.

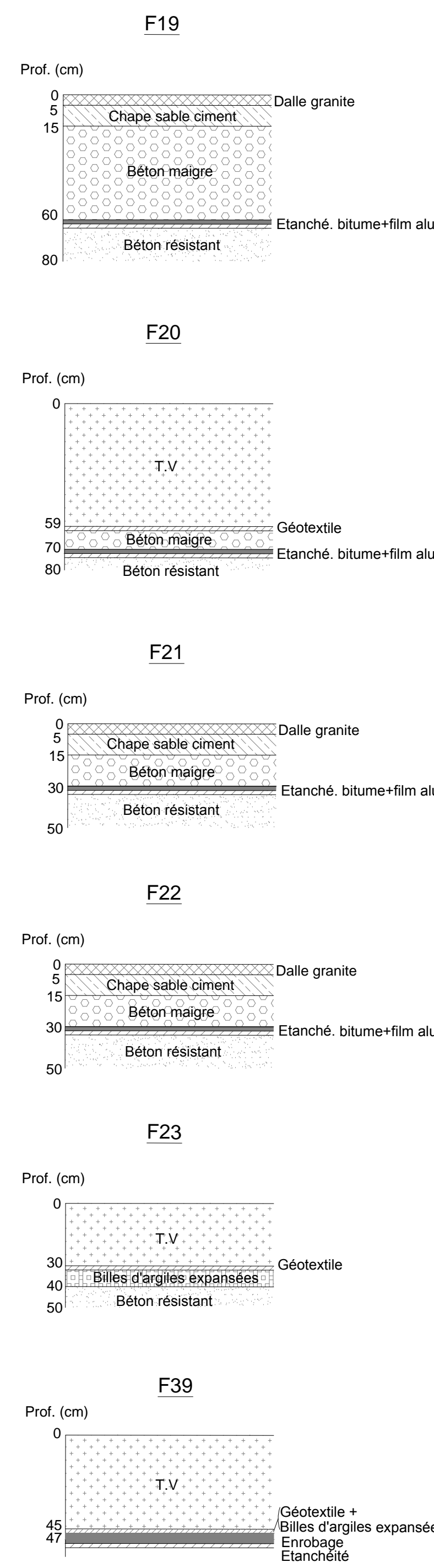
ANNEXE 2

**Vue en plan de l'état actuel – Implantation
des fouilles de reconnaissance réalisées
par ESIRIS et par EIFFAGE ROUTE-
STRUCTUREO**

VUE EN PLAN
(ech: 1/200)



COUPES DES FOUILLES
(ech: 1/20)



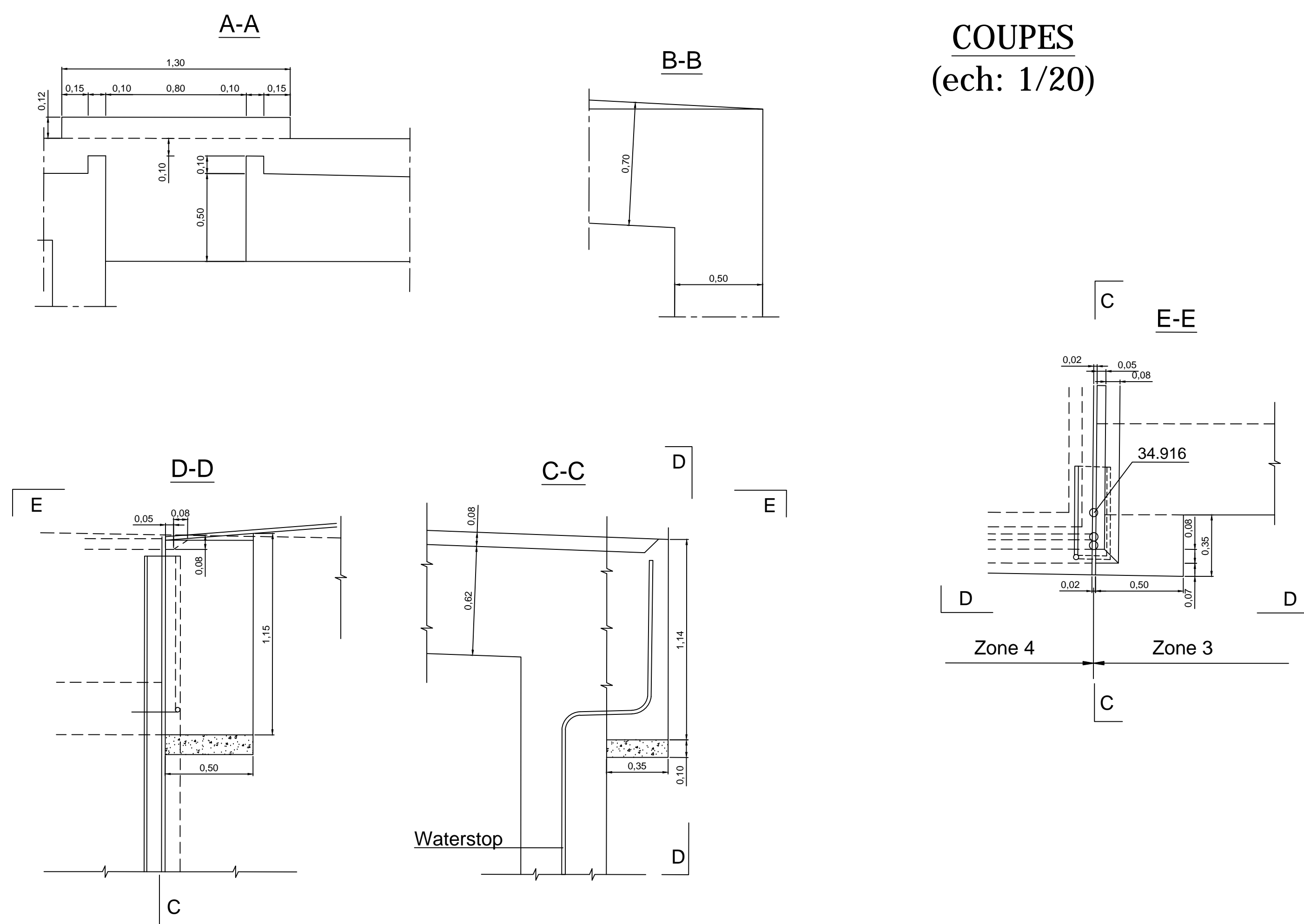
Légende:

 F35 :fouilles à réaliser

Nota:

- système coordonnées altimétriques: NGF
- système coordonnées planimétriques: Lambert 93

COUPES
(ech: 1/20)



VILLE DE NEUILLY SUR SEINE
PROJET DE REQUALIFICATION DES CONTRES-ALLEES
NORD ET SUD DE LA RN13 ENTRE PORTE MAILLOT ET LE PONT
NEUILLY A NEUILLY SUR SEINE

REPERAGE DES JOINTS DE DILATATION EN DALLE SUPERIEURE ZONES 1 A 3

A	18/09/2018	M. B.	Première émission		
Indice	Date	Modifié par	Nature de la révision		
Bureau d'études émetteur:			Echelle	Format	N° Affaire/Document
			1/200-1/20	A0	00.000 / PL01
			Etabli par:	Vérifié par:	Approuvé par:
			M. Bouteiller	C. Lac	C. Lac
			Le : 18/09/2018	Le : 18/09/2018	Le : 18/09/2018

F15

Prof. (cm)

0
15
50

Chape sable ciment
Béton résistant
Dalle granite
Etanchéité

F16

Prof. (cm)

0
15
40

Chape sable ciment
Béton résistant
Dalle granite
Etanchéité

F17

Prof. (cm)

0
35
35

Enrobé
Béton résistant
Dalle granite
Etanchéité

F18

Prof. (cm)

0
44
54

T.V.
Béton maigre
Béton résistant
Géotextile
Etanchéité

F34

Prof. (cm)

0
13
30
40

Chape sable ciment
Béton
Terre
Dalle granite
Etanchéité

F35

Prof. (cm)

0
20
20
35
47

Chape sable ciment
Béton maigre
Grave
Enrobage
Dalle granite
Etanchéité

F36

Prof. (cm)

0
40
42
62
66

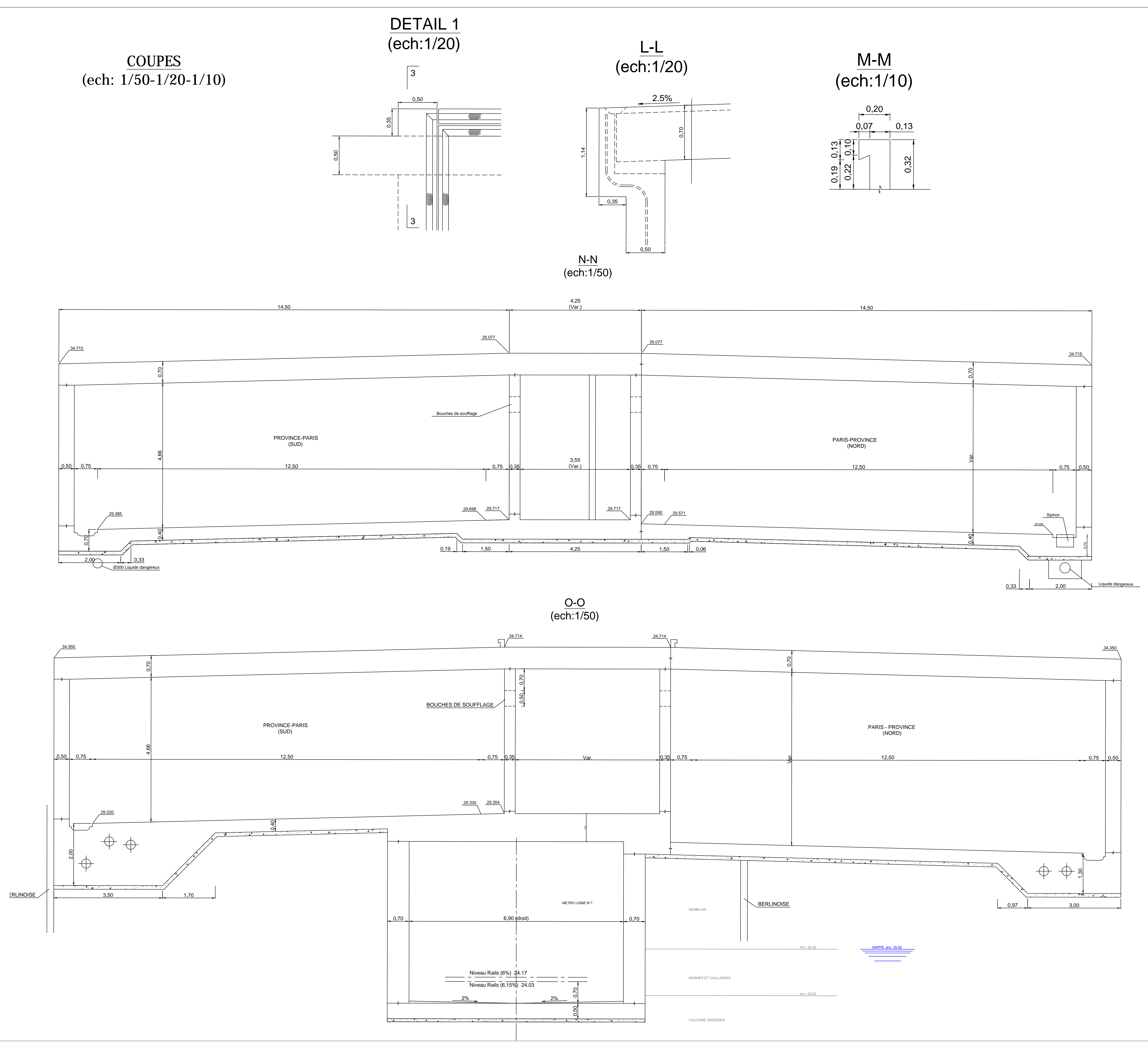
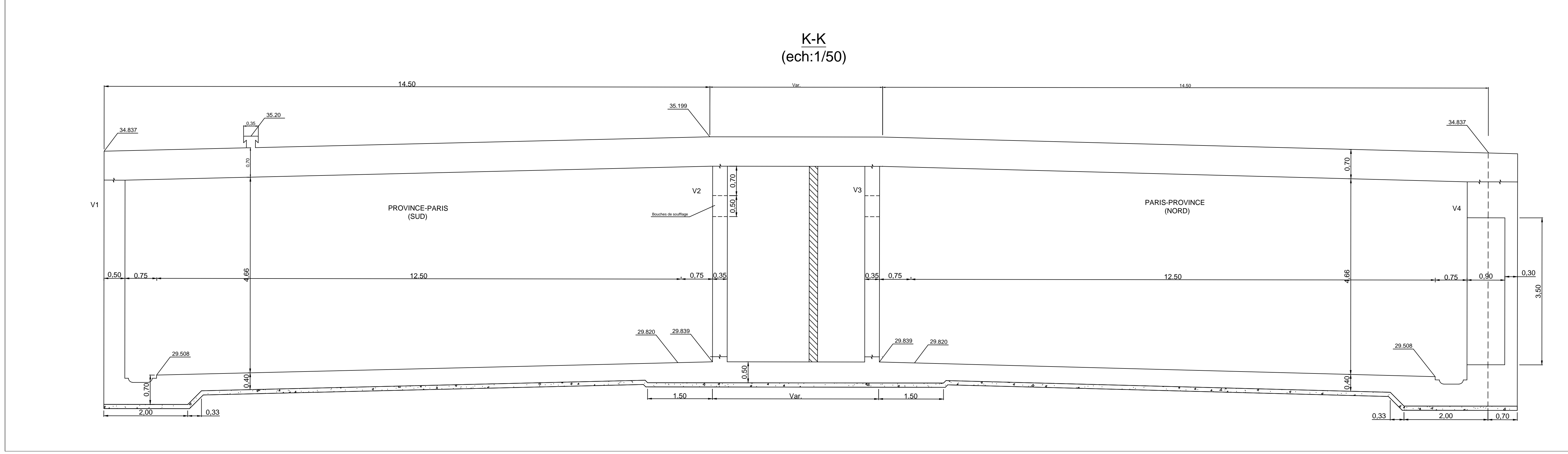
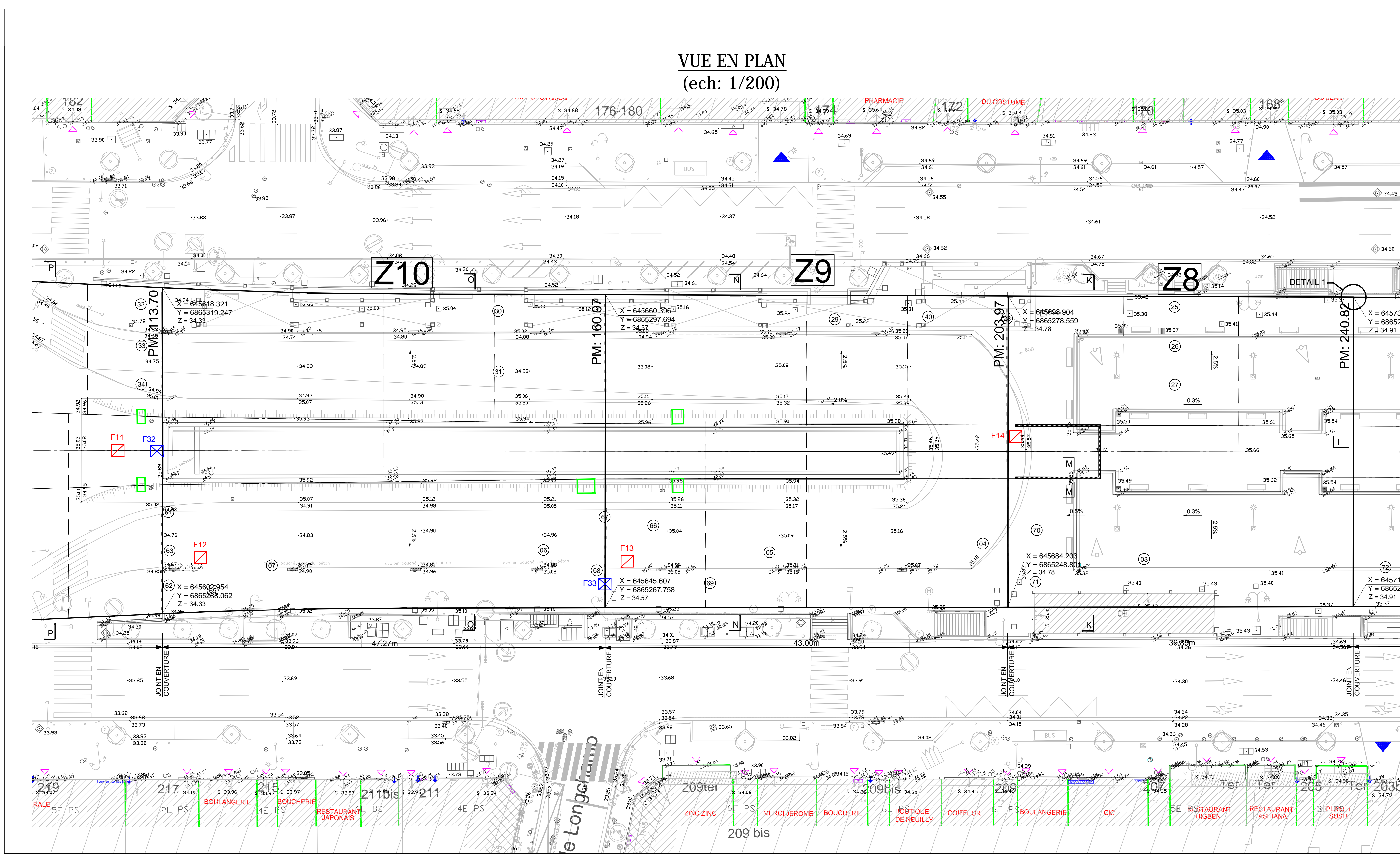
T.V.
T.V.
Géotextile + Billes d'arg.
Enrobage
Etanchéité

Nota:

- système coordonnées altimétriques: NGF
- système coordonnées planimétriques: Lambert 93

REPERAGE DES JOINTS DE DILATATION EN DALLE SUPERIEURE ZONES 4 A 7

[illegible]



CROUPES DES FOUILLES
(ech: 1/20)

F11

F12

F13

F14

F32

F33

Légende:

☒ F35 : fouilles à réaliser

Nota:

- système coordonnées altimétriques: NGF
- système coordonnées planimétriques: Lambert 93

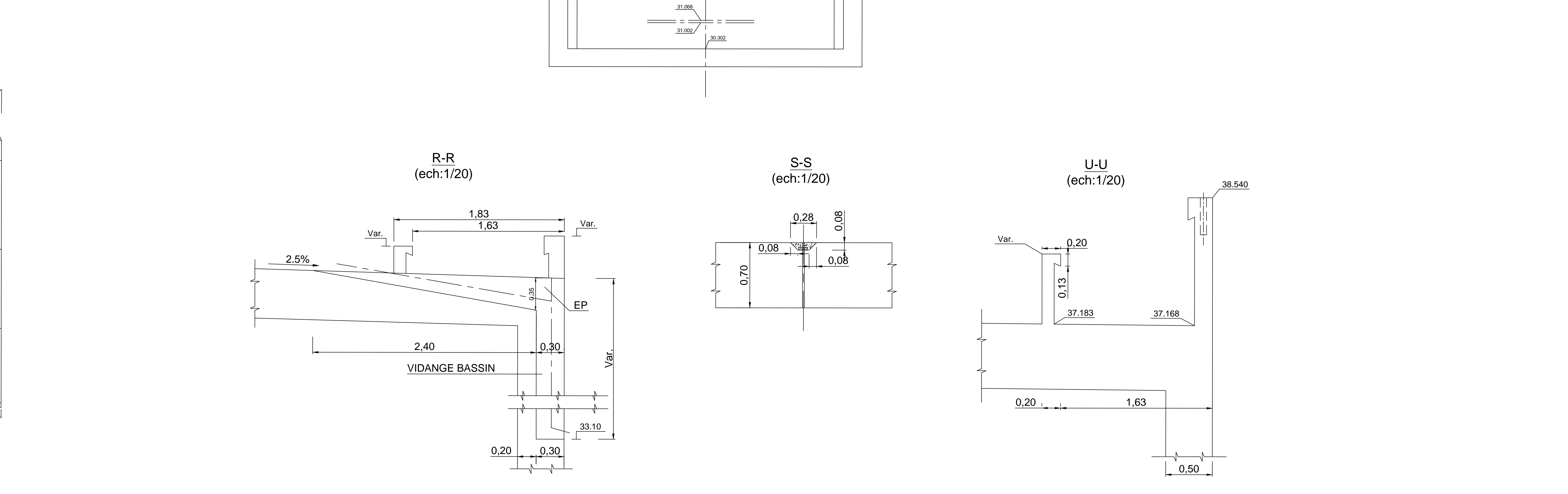
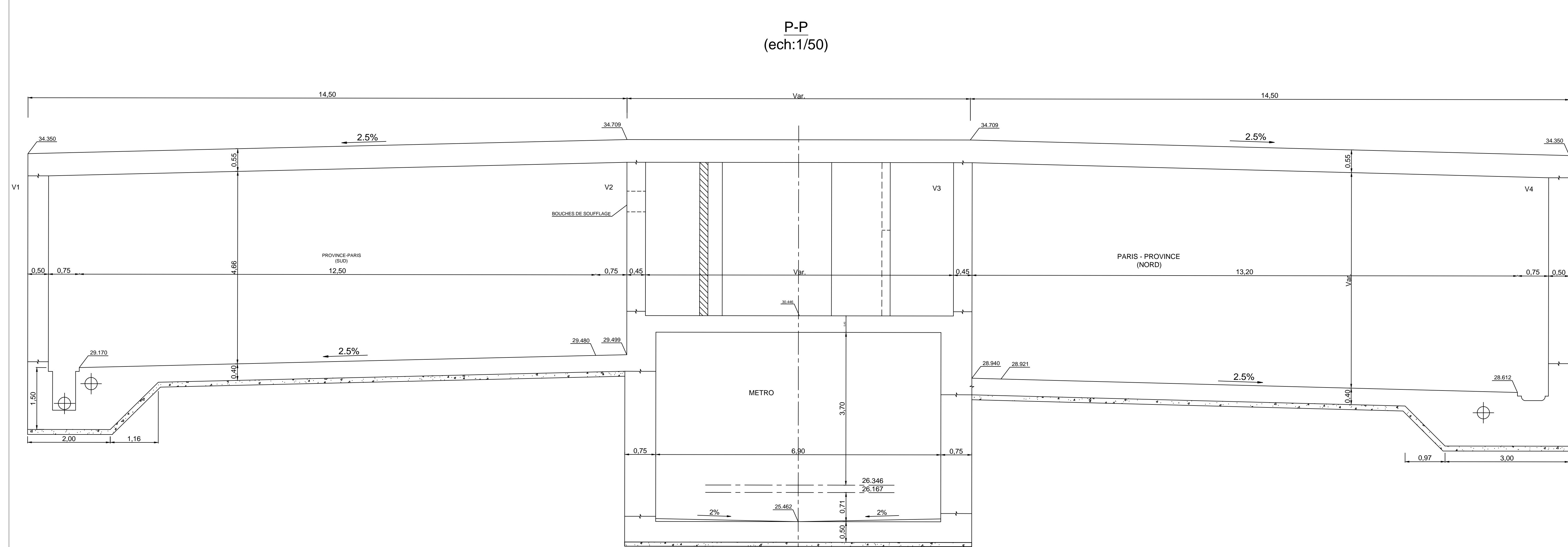
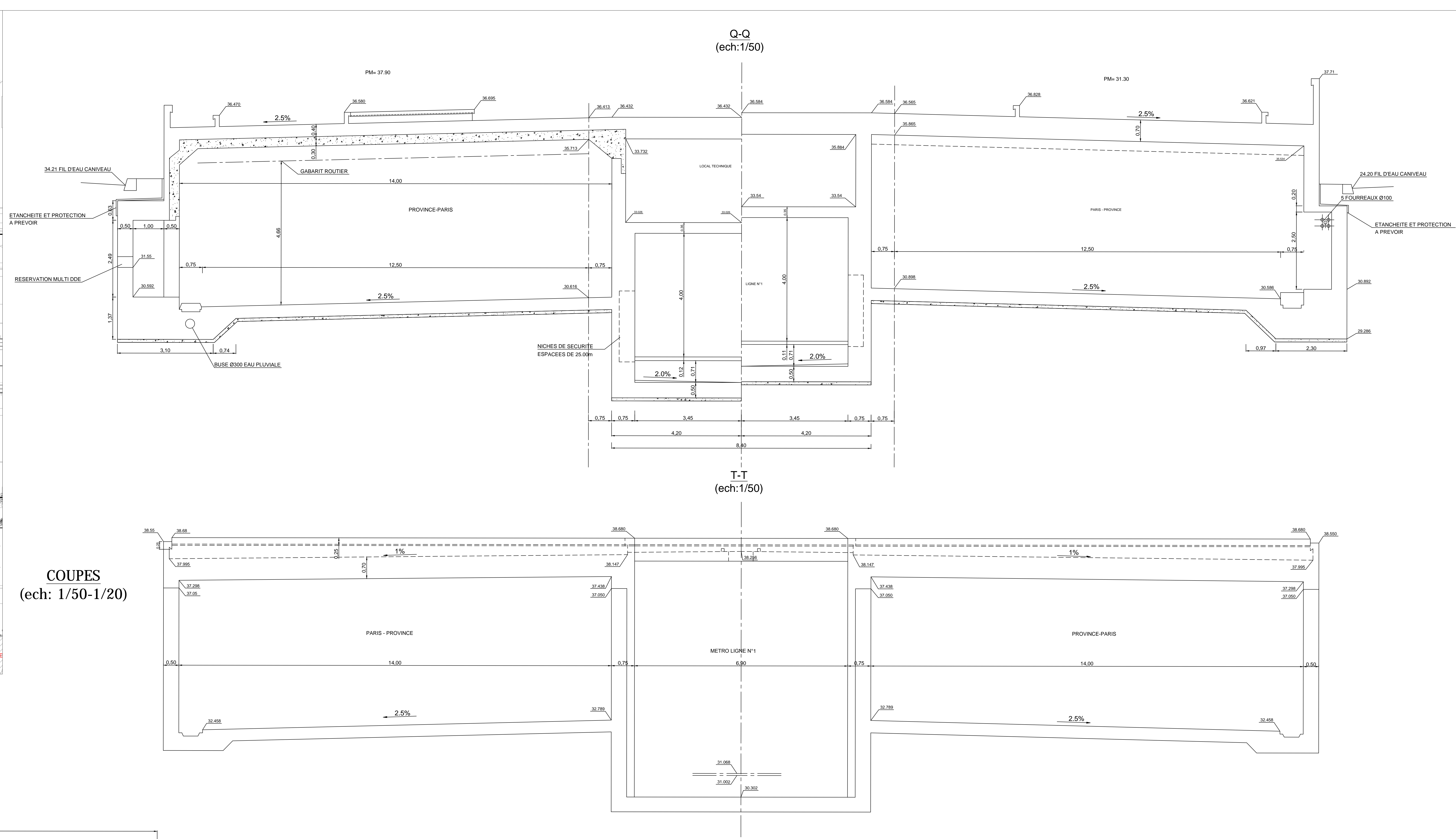
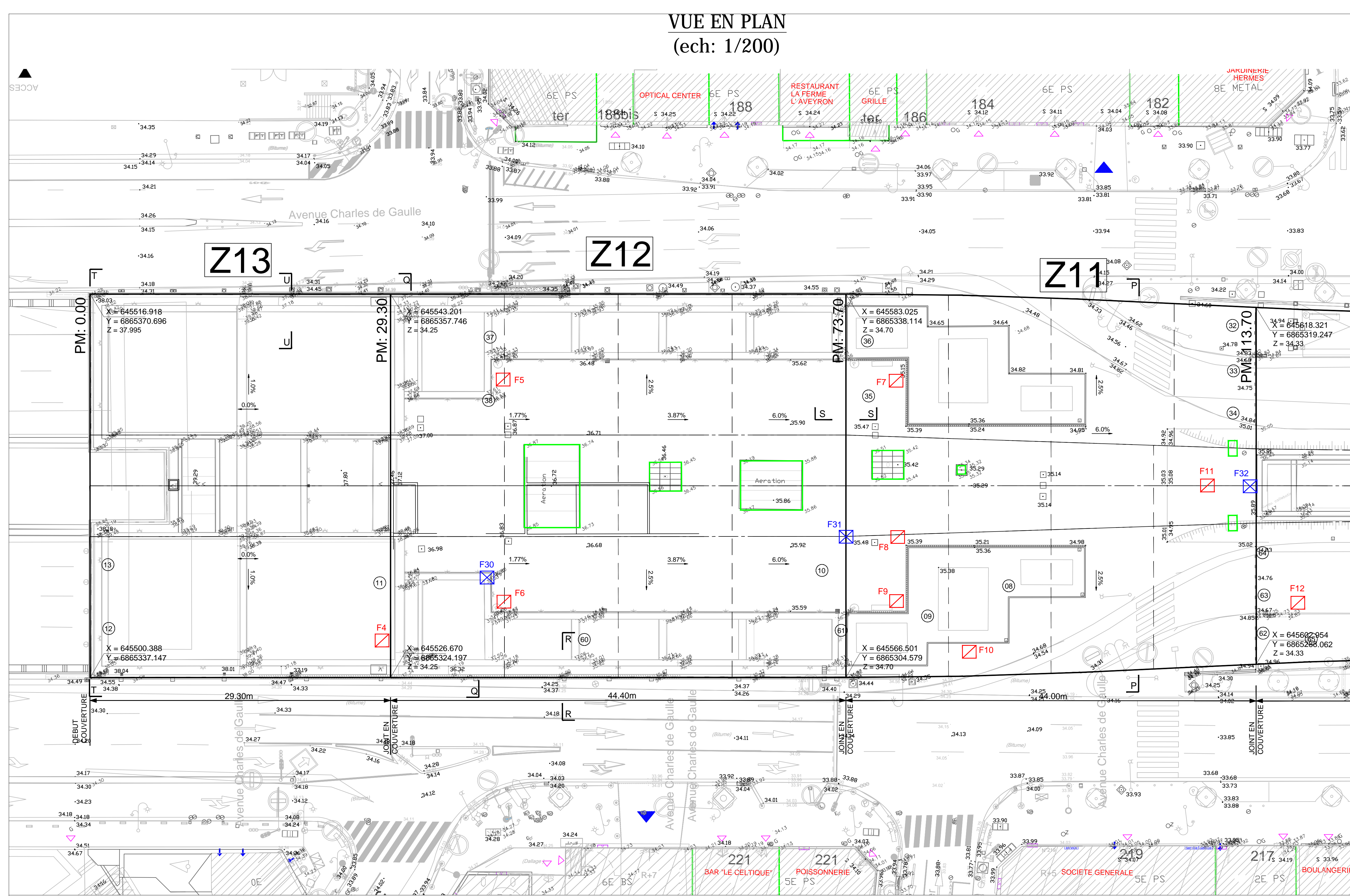
VILLE DE NEUILLY SUR SEINE
PROJET DE REQUALIFICATION DES CONTRES-ALLÉES
NORD ET SUD DE LA RN13 ENTRE PORTE MAILLOT ET LE PONT
NEUILLY A NEUILLY SUR SEINE

REPERAGE DES JOINTS DE DILATATION
EN DALLE SUPERIEURE
ZONES 8 A 10

Indice	Date	Modifié par	Nature de la révision	Format	N° Affaire/Document
A	18/09/2018	M. B.	Première émission		
Bureau d'études émetteur:					
Echelle					
1/200-1/50					
1/20-1/10					
Format					
A0					
00.000 / PL03					
Elaboré par:					
M. Boutellier					
C. Lac					
C. Lac					
Lé: 18/09/2018					
Lé: 18/09/2018					
Lé: 18/09/2018					

Sépiacc

165, Avenue Charles de Gaulle
92020 Neuilly-sur-Seine
Standard : 01 57 32 67 67
Fax : 01 57 32 67 07
E-mail: sepiacc@sepiacc.net



COUPES
(ech: 1/20)

F4

F8

F9

F10

F5

F6

F7

F11

F12

F32

Légende:

Nota:

VILLE DE NEUILLY SUR SEINE
PROJET DE REQUALIFICATION DES CONTRES-ALLES
NORD ET SUD DE LA RN13 ENTRE PORTE MAILLOT ET LE PONT
NEUILLY A NEUILLY SUR SEINE

REPERAGE DES JOINTS DE DILATATION
EN DALLE SUPERIEURE
ZONES 11 A 13

Bureau d'études émetteur:			Première émission		
Indice	Date	Modifié par	Esquisse	Format	N° Affaire/Document
A	18/09/2018	M. B.	1/200-1/50	A0	00.000 / PL.04
Bureau d'études émetteur:			Bureau d'études récepteur:		
Bureau d'études émetteur:			Bureau d'études récepteur:		

Sépiac

165, Avenue Charles de Gaulle
92020 Neuilly-sur-Seine
Tél : 01 47 28 07 07
Fax : 01 47 28 07 07
Email: sepiac@sepiac.net

165, Avenue Charles de Gaulle
92020 Neuilly-sur-Seine
Tél : 01 47 28 07 07
Fax : 01 47 28 07 07
Email: sepiac@sepiac.net

165, Avenue Charles de Gaulle
92020 Neuilly-sur-Seine
Tél : 01 47 28 07 07
Fax : 01 47 28 07 07
Email: sepiac@sepiac.net

ANNEXE 3

**Plan de repérage des désordres
(DIRIF, Septembre 2017)**

ANNEXE 4

Rapport d'essai STRUCTUREO

SNA
21 Rue George Sand
94400 Vitry-sur-Seine

A l'attention de Monsieur SAHRAOUI,

Antony, le 24 octobre 2018

N/REF : Rapport STO-18-248.0 - Essais d'adhérence à Neuilly sur Seine

Affaire suivie par :
R.SCHELL
Roland.schell@structureo.fr
Tel : 06 32 18 55 99

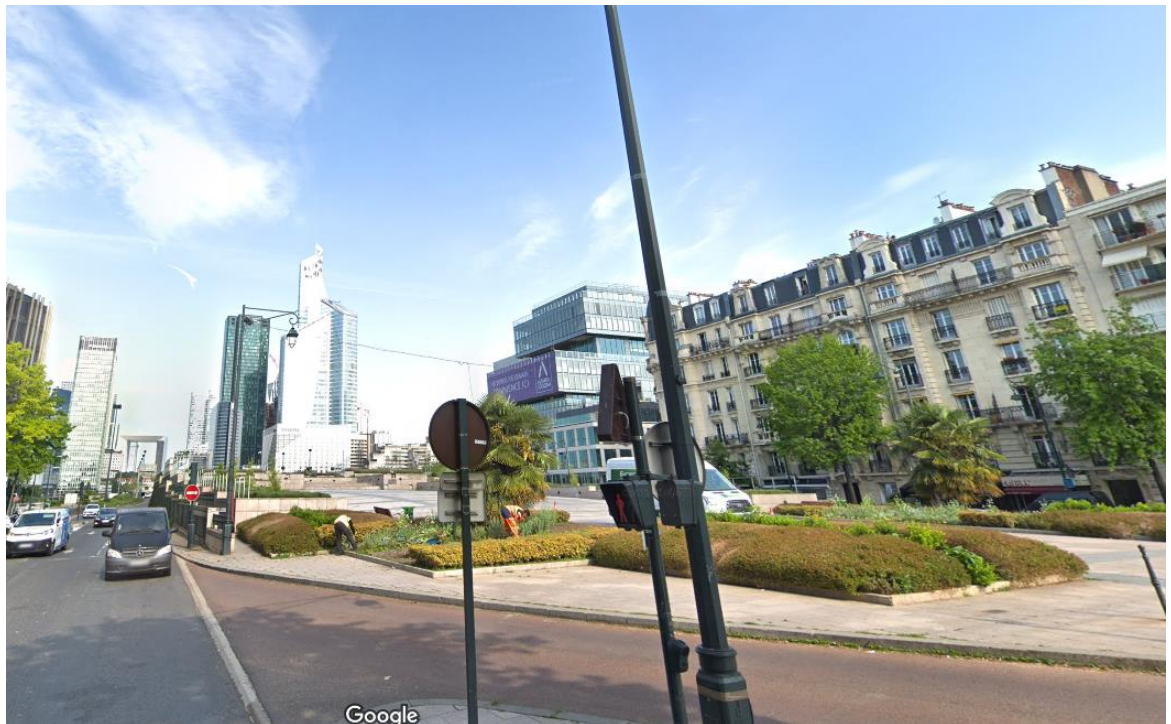
ESSAIS D'ADHÉRENCE NEUILLY SUR SEINE

Edifice :

Voirie
92 Neuilly sur Seine

A la demande et pour le
compte de :

EIFFAGE ROUTE



Sommaire

1.	AVANT-PROPOS.....	3
2.	MISSION DE STRUCTUREO – REALISATION D’ESSAIS D’ADHERENCE	3
2.1	PRINCIPE DE LA MESURE	3
2.2	LOCALISATION DES SONDAGES	4
3.	RESULTATS DES ESSAIS	4
4.	INTERPRETATION DES RESULTATS DE MESURE.....	12
5.	CONCLUSION	12

1. AVANT-PROPOS

STRUCTUREO a été sollicité par la société EIFFAGE ROUTE, afin de réaliser des essais d'adhérence sur un béton dénudé qui comprenait au préalable un revêtement d'étanchéité bitumineux (asphalte, paxalu,...) au niveau du chantier rénovation de la voirie à Neuilly sur Seine (92).

2. MISSION DE STRUCTUREO - REALISATION D'ESSAIS D'ADHERENCE

2.1 Principe de la mesure

Un technicien de STRUCTUREO est intervenu sur site en date du 18 octobre 2018 afin de réaliser 3 essais d'adhérence sur 4 sites (soit 12 essais au total) sur un béton curé de son revêtement d'étanchéité bitumineux.

La mesure d'adhérence permet d'évaluer la tenue d'un revêtement ou la cohésion d'un support.

Les essais d'arrachement ont été réalisés après sciage du support sur une forme carrée de 5 cm x 5 cm. Une pastille métallique de même taille y a été collée (colle bi-composants) puis arrachée avec un dynamomètre. La force nécessaire à l'arrachement de la pastille métallique a été mesurée par un dynamomètre en kN. En accord avec la norme EN 12504-3 de mars 2005, Essais pour béton dans les structures : Détermination de la force d'arrachement, la contrainte à la rupture est déterminée en MPa en prenant en compte la surface de la pastille collée sur le revêtement.

$$\text{Rapport : } \sigma_R = \frac{\text{Force (N)}}{\text{Surface (mm}^2\text{)}}$$

Note : Les supports métalliques sont des carrés métalliques de 5 cm x 5 cm, soit une surface encollée sur le revêtement de 25 cm² (25.10⁻⁴ m²)

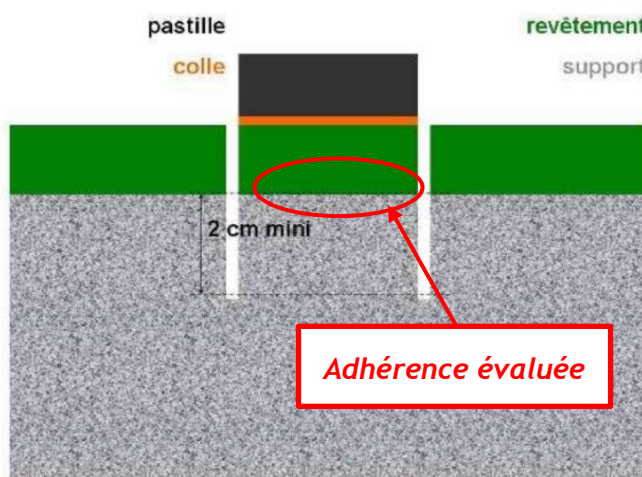





Figure 1 : schéma du principe de l'essai





2.2 Localisation des sondages

Les sondages ont été faits sur les 4 sites indiqués par EIFFAGE ROUTE qui avait préparé les supports (mise à nu du béton).






3. RESULTATS DES ESSAIS

Les résultats des tests d'arrachement au droit du revêtement d'étanchéité bitumineux sont répertoriés dans le tableau suivant :





Mesures adhérence : Cohésion du support béton pour mise en place d'un revêtement d'étanchéité Site 1			
Site 1			
Type d'essai	Effort de rupture en kN	Type de rupture	Photographies
Cohésion du béton pour S1-P1	2,5	Cohésive	 



Cohésion du béton pour S1-P2	2,6	Cohésive		
Cohésion du béton pour S1-P2	4,4	Cohésive		

Mesures adhérence : Cohésion du support béton pour mise en place d'un revêtement d'étanchéité
Site 2




Site 2			
Type d'essai	Effort de rupture en kN	Type de rupture	Photographies
Cohésion du béton pour S2-P1	3,4	Cohésive	 
Cohésion du béton pour S2-P2	3,1	Cohésive	 





Cohésion du béton pour S2- P3	3,5	Cohésive		
-------------------------------------	-----	----------	--	---

Mesures adhérence : Cohésion du support béton pour mise en place d'un revêtement d'étanchéité Site 3			
Site 3			
Type d'essai	Effort de rupture en kN	Type de rupture	Photographies
Cohésion du béton pour S3-P1	4,9	Cohésive	 
Cohésion du béton pour S3-P2	4,0	Cohésive	 

<p>Cohésion du béton pour S3- P3</p>	<p>2,7</p>	<p>Cohésive</p>		
--	------------	-----------------	--	---

Mesures adhérence : Cohésion du support béton pour mise en place d'un revêtement d'étanchéité
Site 4

Site 4			
Type d'essai	Effort de rupture en kN	Type de rupture	Photographies
Cohésion du béton pour S4-P1	1,45	Adhésif sur la laitance	 

<p>Cohésion du béton pour S4-P2</p>	<p>1,6</p>	<p>Adhésif sur la laitance</p>		
<p>Cohésion du béton pour S4-P3</p>	<p>1,7</p>	<p>Adhésif sur la laitance</p>		

4. INTERPRETATION DES RESULTATS DE MESURE

Le récapitulatif des essais est le suivant avec mention pour chaque site des moyennes obtenues :

Voirie à Neuilly sur Seine Essais d'adhérence phase I réalisés pour EIFFAGE ROUTE			
Numéro de l'essai	Valeur en kN	Surface en cm ² des pastilles	Valeur de cohésion ou d'adhérence en MPA
S1 - P1	2,50	25	1,00
S1 - P2	2,60	25	1,04
S1 - P3	4,40	25	1,76
Moyenne	Site 1		1,27
S2 - P1	3,40	25	1,36
S2 - P2	3,10	25	1,24
S2 - P3	3,50	25	1,40
Moyenne	Site 2		1,33
S3 - P1	4,90	25	1,96
S3 - P2	4,00	25	1,60
S3 - P3	2,70	25	1,08
Moyenne	Site 3		1,55
S4 - P1	1,45	25	0,58
S4 - P2	1,60	25	0,64
S4 - P3	1,70	25	0,68
Moyenne	Site 4		0,63

5. CONCLUSION

En conclusion, il est possible de dire que les sites 1, 2 et 3 présentent des caractéristiques en termes de cohésion supérieure à 1 MPa. Pour le site 4 par contre, la valeur mesurée est plus faible (supérieure à 0,5 MPa). Il est à remarquer que le site 4 présente une rupture adhésive entre ce qui pourrait être un ragréage et le béton proprement dit. En éliminant cette couche (bouchardage par exemple), il est éventuellement possible de trouver des valeurs plus élevées si le béton est similaire au béton des autres sites.