

T7AMJ - LIGNE DE TRAMWAY ATHIS-MONS JUVISY

Pièce G2 : ANNEXE au
 VOLET LOI SUR L'EAU ET LES MILIEUX AQUATIQUES



GEN	MOG	GEN	058	IMP	003	C
Zone	Émetteur	Phase	Type	Discipline	Numéro	Indice

ANNEXE AU DOSSIER LOI SUR L'EAU

REALISE PAR



DATE D'ÉDITION	RÉVISION	NATURE DES MODIFICATIONS	ÉTABLI PAR	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	PAGE
15/10/2021	0	1 ^{ère} édition dans le doc 058-IMP-002-B	A. ROUSSEAU	E.BERTRAND	M.PIROT	6
24/12/2021	A	Doc séparé et complété	A. ROUSSEAU	E.BERTRAND	G.BOVE	97
14/07/2022	B	Ajout conventions + plans réseaux EP	A. ROUSSEAU	E.BERTRAND	G.BOVE	124
15/09/2022	C	Ajout note dimensionnement bassin PSGR + précision piézométrie modèle hydrogéologie	A. ROUSSEAU	E.BERTRAND	N.MICAELLI	126

Table des matières

1. ANNEXES DU VOLET G1 4

1.1. REFERENCES DOSSIERS LOI SUR L’EAU DECLARATIFS RELATIFS AUX INVESTIGATIONS SUR LES EAUX SOUTERRAINES.....4

1.2. CONVENTIONS DE REJETS EPT124

1.3. EXTRAITS DU RAPPORT D’ETUDE HYDROGEOLOGIQUE – GINGER BURGEAP JUILLET 2019.....6

1.3.1. Introduction7

1.3.2. Bibliographie7

1.3.3. Construction du modèle et simulation8

1.3.3.1. Choix du type de modèle 8

1.3.3.2. Extension horizontale 8

1.3.3.3. Extension verticale..... 9

1.3.3.4. Calage..... 9

1.3.3.5. Perméabilités à l’issue du calage..... 11

1.3.3.6. Bilan hydrologique à l’issue du calage..... 12

1.3.3.7. Sensibilité du modèle aux perméabilités des colluvions..... 12

1.3.4. Incidences du rejet des eaux d’exhaure 12

1.3.4.1. Principes..... 12

1.3.4.2. Partie amont (plateau / RN7) 12

1.3.4.3. Partie aval 15

1.3.4.4. Conclusion sur les incidences 15

1.4. ANNEXES AU RAPPORT HYDROGEOLOGIQUE 15

1.4.1. Profil géologique longitudinale et carnets de coupes du projet 15

1.4.2. Coupes..... 17

1.4.3. Liste des piézomètres à combler et à conserver 34

1.4.4. Incidence piézométrique sur le bâti..... 36

1.4.5. Résultats des analyses de la qualité des eaux souterraines..... 42

1.5. EXTRAITS DE LA NOTE DE L’ASSAINISSEMENT DE PLATEFORME DE TRAMWAY 43

1.5.1. Hypothèses de calcul et de dimensionnement 43

1.5.1.1. Méthodologie de dimensionnement des canalisations 43

1.5.1.1.1 - Calcul du débit de pointe 43

1.5.1.1.2 - Calcul du débit capable des canalisations 43

1.5.1.2. Choix des paramètres 43

1.5.1.2.1 - Coefficient de ruissellement 43

1.5.1.2.2 - Coefficient de Manning 43

1.5.1.2.3 - Pente des canalisations 43

1.5.1.2.4 - Profondeur des canalisations 43

1.5.1.3. Conditions d’auto-curage des canalisations 44

1.5.1.3.1 - Définition de la notion d’auto-curage 44

1.5.1.3.2 - Vérification des conditions sur la vitesse d’écoulement 44

1.5.1.4. Eléments transversaux de drainage..... 44

1.5.1.4.1 - Principe d’implantation 44

1.5.1.4.2 - Fréquence de pose des éléments transversaux de drainage 44

1.5.1.5. Drainage des chambres de multitubulaire 44

1.5.1.6. Drainage des appareils de voie et des taquets d’arrêts 45

1.6. ETUDE HYDRAULIQUE SUR LE FRANCHISSEMENT DE L’ORGE (INGETEC, 2021)46

1.7. EXTRAITS DU RAPPORT SUR LES ZONES HUMIDES :68

1.7.1. Détail des sondages pédologiques de reconnaissance réalisés. 68

1.7.2. Equivalence fonctionnelle de la zone impactée et mesure compensatoire 92

1.7.2.1. Fonctionnalités de la zone humide impactée 92

1.7.2.2. Fonctionnalités du site de compensation 92

1.7.2.3. Conclusions 92

1.8. CONVENTION SUR LA MUTUALISATION DE LA MESURE COMPENSATOIRE ZONE INONDABLE DE LA SEINE AVEC LA DECOUVERTURE DE L’ORGE : SYNDICAT DE L’ORGE.....96

1.9. CONVENTION SUR LA MESURE COMPENSATOIRE ZONE HUMIDE AVEC LA MAIRIE D’ATHIS MONS97

1.10. CONVENTION DE REJET AVEC LE SYORP AU SUJET DU BASSIN PSGR ET DE SA SURVERSE99

1.11. NOTE DE DIMENSIONNEMENT DU BASSIN DE RETENTION PSGR100

1.11.1. Dimensionnement théorique et bassin versant réel 100

1.11.2. Temps de vidange 100

1.11.3. Temps de retour réel du bassin 103

1.12. PLANS DE NIVELLEMENT ASSAINISSEMENT AVEC IMPLANTATION DES RESEAUX D’EAUX PLUVIALES.....104

LEGENDE :

Éléments apportés/modifiés sur l’étude d’impact en 2019 et 2021

Éléments modificatifs suite aux courriers de remarques DRIEAT/DDT de mai et août 2022

S
WPR

1. ANNEXES DU VOLET G1

1.1. REFERENCES DOSSIERS LOI SUR L'EAU DECLARATIFS RELATIFS AUX INVESTIGATIONS SUR LES EAUX SOUTERRAINES

Il a déjà été déposé trois Dossiers loi sur l'eau pour les investigations réalisées en 2013, 2019 et 2020 : piézomètres, essais de pompage.
Les n° de référence de ces dossiers sont les

- 91-2013-00042,
- 91-2019-00097
- et 91-2020-00050.

1.2. CONVENTIONS DE REJETS EPT12

La convention de rejet établie avec l'EPT12 concerne :

- la phase définitive pour les rejets d'eaux pluviales
- la phase travaux pour les eaux d'exhaure de la partie tunnel + surverse éventuelle du dispositif de transparence hydraulique de la rue Alexandre Piver
- la phase travaux pour les rejets d'eaux usées des installations de chantier

	Affectation	Copie	Rev. P-02	Rev. PG	Reg. Direct
GRAND ORLY					09 MARS 2022
SEINE					
BIÈVRE					
ETABLISSEMENT PUBLIC TERRITORIAL					
Bâtiment Askia					
11 rue Henri Farman					
BP748					
94398 Orly aéroport cedex					
					Île-de-France Mobilités
					Monsieur Arnaud Crolais
					Directeur des infrastructures
					41 rue de Châteaudun
					75009 PARIS

Nos réf. : 2022-03-04 – EPUB / ABIAT - D2200702
Affaire suivie par : Alexis Bassis

Objet : Demande d'accord de principe / Travaux de raccordement du projet de prolongement du tramway T7

Monsieur,

Par courrier du 16 février 2022 vous me sollicitez dans le cadre des études de prolongement du Tramway T7 entre Athis-Mons et la gare de Juvisy.

Je vous confirme l'accord de principe de l'Établissement Public Territorial Grand-Orly Seine Bièvre (EPT) concernant les rejets et raccordements sur les réseaux d'assainissement des eaux pluviales dont il a la charge à réaliser consécutivement aux travaux de réaménagement en liens avec le prolongement du tramway T7.

Cet accord est bien entendu donné sous réserve du respect du règlement d'assainissement de l'EPT.

De même je vous confirme que l'EPT reprendra en gestion les équipements et collecteurs d'assainissement créés ou modifiés dans le cadre de vos travaux ainsi que le bassin de rétention à créer sous la plateforme du tramway sur la RN7 au niveau du carrefour Belle-étoile.

La convention de gestion ultérieure précisera les modalités de remise des ouvrages (fournitures de plans de récolement géoréférencés, ITV, tests de compactage, essais d'étanchéité à l'eau et à l'air, conditions de remises partielles éventuelles...) et les limites de gestion respectives de l'EPT et du gestionnaire du T7 certains équipements restants indissociables de la plateforme du système de transport.

Par ailleurs il est probable que la réalisation de vos travaux nécessitera des rejets temporaires dans les réseaux publics d'assainissement de l'EPT dans le cadre des rabattements de nappe et pour la réalisation des trémies et du tunnel.

L'accord de principe de l'EPT pour ces rejets vous est également acquis mais reste conditionné notamment à des critères de qualité des eaux rejetées et de débit maximum. Ces questions devront pouvoir être précisées en collaboration entre nos services dans le cadre des études d'exécution et de l'instruction du dossier loi sur l'eau.

Je vous prie d'agréer, Monsieur, l'expression de mes salutations distinguées.

Michel Leprieux
Président
EPT Grand-Orly Seine Bièvre



ETABLISSEMENT
PUBLIC TERRITORIAL
Bâtiment Astia
11 rue Henri Farman
BP748
94396 Orly aéroport cedex

Le 11 JUIL. 2022

Monsieur Arnaud CROLAIS
Directeur des infrastructures
Île-de-France Mobilités
41 rue de Châteaudun
75009 PARIS

Nos réf. : 2022-07-07 - EPUB / ABI/ADS/AF - D2202306
Affaire suivie par : Alexis Bassis

Objet : Demande d'accord de principe/ Travaux de raccordement du projet de prolongation du Tramway T7

Monsieur,

En complément du courrier en date du 09 mars 2022 relatif au prolongement du Tramway T7 valant accord de principe pour les futurs rejets temporaires ou pérennes dans les réseaux d'assainissement gérés par l'Etablissement Public Territorial (EPT) Grand-Orly Seine Bièvre, et pour répondre aux demandes des services de l'Etat dans le cadre de l'instruction du dossier loi sur l'eau, je vous confirme que les eaux d'exhaure issues du chantier du Tramway pourront être rejetées dans les réseaux publics d'assainissement de l'EPT dans la mesure où les débits prévisionnels sont limités.

Ces rejets devront toutefois faire l'objet de conventions spécifiques préalables portant notamment sur la qualité des eaux, leur décantation préalable et la mise en place de dispositifs d'arrêt en cas de pollution ou de gros orage.

De même, un branchement de surverse vers le réseau d'assainissement des eaux pluviales de la rue Piver pourra être créé pour pallier aux éventuels phénomènes de saturation de la tranchée drainante prévue dans le cadre des ouvrages de « transparence hydraulique ».

L'ensemble du dispositif devra toutefois être conçu et réglé de manière à limiter l'occurrence des déversements et à ne pas contribuer à une ponction excessive sur la nappe phréatique.

Une convention particulière précisera les limites de gestion des ouvrages de transparence hydraulique devant rester à la charge de l'exploitant du Tramway.

Je vous prie d'agréer, Monsieur, l'expression de mes salutations distinguées.

Michel Lepretre

Président

1/1

ABLON SUR SEINE | ARCUEIL | ATHIS MONS | CACHAN | CHEVILLY LARUE | CHOISY LE ROI | FRESNES | GENTILLY | MRY SUR SEINE | JUVISY SUR ORGE |
L'HAY LES ROSES | LE KREMLIN BIÈTRE | MORANGIS | ORLY | PARAY VIEILLE POSTE | RUNGIS | SAVIGNY SUR ORGE | THAMIS
VALENTON | VILLEAUF | VILLENELVE LE ROI | VILLENELVE SAINT GEORGES | VRY CHATILLON | VITRY SUR SEINE

1.3. EXTRAITS DU RAPPORT D'ETUDE HYDROGEOLOGIQUE – GINGER BURGEAP JUILLET 2019

Pour la conception du tunnel et pour les besoins du présent Dossier d'Autorisation Environnementale, et plus particulièrement pour le Volet Loi sur l'eau, une étude hydrogéologique a été menée.

Cette étude a servi à la rédaction du Volet DLE (pièce G1) et de l'étude d'impact (pièces C, E et F).

Les éléments de l'étude, non repris dans le corps de texte de la pièce G1 sont présentés ci-après.

Il a été fait le choix de ne pas remettre l'intégralité du rapport pour éviter les redondances/doublons avec la pièce G1, C, E et F et les éventuelles incohérences suite à des mises à jour sur certains points de détail.

Projet de section souterraine du tramway T7 à Juvisy-sur-Orge (91)

Rapport d'étude hydrogéologique relative dossier PRO et au Dossier Loi sur l'Eau

Rapport

Réf : CGHCIF151421 / RGHCIF08593-02

DVB-TJN / LPY

12/07/2019



SYSTRA

Projet de section souterraine du tramway T7 à Juvisy-sur-Orge (91)

Rapport d'étude hydrogéologique relative dossier PRO et au Dossier Loi sur l'Eau

Ce rapport a été rédigé avec la collaboration de :

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction Nom / signature	Vérification Nom / signature	Validation Nom / signature
Version initiale	21/06/2019	01	D. VANDEN BERGHE T. JAUEN 	L. PYOT 	L. PYOT
Retour MOA / MOE	12/07/2019	02	D. VANDEN BERGHE T. JAUEN 	L. PYOT 	L. PYOT

Numéro de contrat / de rapport :	Réf : CGHCIF151421 / RGHCIF08593-02
Numéro d'affaire :	A37326
Domaine technique :	HB03
Mots clé du thésaurus	MODELISATION HYDROGEOLOGIQUE HYDROGEOLOGIE DU GENIE CIVIL INFRASTRUCTURE DE TRANSPORT INFRASTRUCTURE LINEAIRE

BURGEAP Agence Ile-de-France • 143, avenue de Verdun – 92 442 Issy-les-Moulineaux Cedex
 Tél : 01.46.10.25.70 • Fax : 01.46.10.25.64 • burgeap.paris@groupeginger.com

1.3.1. Introduction

Ile-de-France Mobilités (IDFM) projette de prolonger la ligne de tramway T7 d'Athis-Mons à Juvisy-sur-Orge (91). La société SYSTRA a été désignée comme mandataire de maîtrise d'ouvrage par le STIF.

Cette opération comprend un tronçon souterrain permettant la liaison entre la section longeant la RN7 sur le plateau de Longboyau et la vallée de la Seine, en passant à proximité de l'Observatoire Camille Flammarion et par le parc de la Mairie de Juvisy-sur-Orge. Ce tronçon doit faire l'objet d'études géotechniques et hydrogéologiques spécifiques afin de s'assurer, *in fine*, que le projet ne présente pas de risque de perturber les écoulements souterrains.

BURGEAP a été mandaté par la société SYSTRA pour la réalisation des études hydrogéologiques, celles-ci visant à :

- évaluer par modélisation numérique les incidences sur les écoulements souterrains de la section souterraine ;
- proposer des mesures de surveillance, d'évitement, de réduction ou de compensation vis-à-vis des incidences sur les écoulements souterrains.

Le présent rapport détaille les calculs d'incidences piézométriques du projet ainsi que les mesures d'évitement, de réduction et de surveillance associés. Les deux produits livrables attendus au marché sont fusionnés dans le présent rapport d'étude.

N.B. : dans le présent rapport de synthèse, le terme « projet » ne se rapporte qu'à la section souterraine du tramway T7 susceptible d'avoir une incidence sur l'écoulement des eaux souterraines.

1.3.2. Bibliographie

Pour cette étude, BURGEAP s'est appuyé sur les données suivantes :

- les données relatives au projet :
 - ABROTEC (2014) Ligne de tramway Athis-Mons-Juvisy. Investigations géotechniques. Dossier PA139449 du 30/04/2014 ;
 - ANTEA (2019) Note - interprétation des essais d'infiltration et de pompage – Projet T7 Juvisy. Rapport S02_GEO_ESS_412_IMP_001_A1 du 22/02/2019 ;
 - CETE (2013) Tram T7 – 2ème Phase. AthisMons / Juvisy-sur-Orge. Etude documentaire sur les sources. Dossier n°131000082. Rapport provisoire de juin 2013 ;
 - GINGER CEBTP (2013) Prolongement du Tramway T7 : Tunnel du Parc de la Mairie. JUVISY (91). Investigations géotechniques. Dossier : BGE1.9030/60 du 14/02/2013 ;
 - INGEROP-RICHEZ ASSOCIES (2018) Interprétation des pompages d'essai. Réf. : S02-GEO-ESS-412-IMP-202-A2 version 2 du 25/07/2018 ;
 - INGEROP-RICHEZ ASSOCIES-GEOS (2011) Etudes techniques préliminaires. Pièce 3 : Etudes géotechniques. Volume 3.1 Rapport de synthèse. Réf. T7_2-ETP-GET-PIE-GEO-001-B du 28/11/2011 ;
 - RATP – Phase PRO - Pièces écrites et pièces graphiques des ouvrages 5.1 (Tranchées Couvertes, Tranchées Ouvertes et Tunnel) et 5.2 (Station observatoire) en date du 15/11/2018 et, en particulier :
 - S02-MOG-PRO-262-TUN-200 - Vue en plan d'ensemble ;
 - S02-MOG-PRO-253-TUN-200 - Sections des ouvrages - Carnet de coupes ;
 - S02-MOG-PRO-263-GEO-201 - Profil en long géologique de la section enterrée ;
 - TERRASOL (2014) Projet de prolongation de la ligne de tram T7 sur la commune de Juvisy-sur-Orge (91). Rapport d'étude hydrogéologique. Version 1 du 13/02/2014 ;
- les données publiques disponibles :

- en Banque de données du Sous-Sol (BSS), consultée le 10/10/2018 sur le site internet <http://infoterre.brgm.fr> ;
- en banque nationale d'Accès aux Données sur l'Eau Souterraine (ADES), consultée le 10/10/2018 sur le site Internet <http://www.adeseaufrance.fr> ;
- en Banque Nationale des Prélèvements Quantitatifs en Eau (BNPE), consultée le 10/10/2018 sur le site Internet <http://www.bnpe.eaufrance.fr> ;
- dans les inventaires historiques des sites industriels et activités en service « BASIAS » <http://www.georisques.gouv.fr/dossiers/inventaire-historique-des-sites-industriels-et-activites-de-service-basias#>, et des pollutions du sol « basol », <https://basol.developpement-durable.gouv.fr/> consultés le 10/10/2018 ;
- du Système d'Information pour la gestion des Eaux Souterraines (SIGES) du bassin Seine-Normandie, consultée le 10/10/2018 sur le site internet <http://sigesn.brgm.fr> :
 - MEGNIEN, C. (1970) Atlas des nappes aquifères de la région parisienne. BRGM. Paris. 21 pl. de cartes et notice explicative ;
 - MEGNIEN, C. (1979) Hydrogéologie du centre du bassin de Paris, Contribution à l'étude de quelques aquifères principaux. Mémoire du BRGM n°98 ;
- du portail cartographique du ministère de l'environnement (CARMEN), consulté le 10/10/2018 sur le site internet http://carmen.developpement-durable.gouv.fr/18/Nature_et_Biodiversite.map ;
- BRGM – carte géologique de France au 1/50 000. Feuille de Corbeil - n°219 et notice explicative ;
- Cartes de Cassini issues de l'exemplaire dit de « Marie-Antoinette » du XVIII^{ème} siècle, consultées sur le site Internet <http://www.geoportail.gouv.fr> le 10/10/2018 ;
- les ressources bibliographiques internes à BURGEAP (cartes géologiques, atlas hydrogéologiques, publications techniques et scientifiques) et notamment :
 - Enquête de quartier réalisée le 26/09/2018 par Timothée JAOUEN et Louis PAGNIER, ingénieurs hydrogéologues ;
 - échanges téléphoniques, courriels et rencontres avec les services techniques de la Mairie de Juvisy-sur-Orge (C. BLIN et J.-A. JUSTINE) ainsi qu'avec le syndicat de l'Orge (I. VAILLANT, L. CHIARELLA) ;
 - CEREGHINI E. et PRILLEUX G. (2012) Etude (version provisoire) historique du site du Parc des grottes de Juvisy-sur-Orge, Essonne. 21/12/2012 ;
 - DILUVIAL (2012) Parc des grottes Ville de Juvisy-sur-Orge. Compte rendu de visite en date du : 07/12/2012 ;
 - LAME A. (2013) Modélisation hydrogéologique des aquifères de Paris et impacts sur les aménagements du sous-sol sur les écoulements souterrains. Thèse de doctorat spécialité hydrologie et hydrogéologie quantitatives. Soutenue le 10 décembre 2013. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris. 218 pp. ;
 - Ville de Juvisy – plans de 1700 et 1785.

1.3.3. Construction du modèle et simulation

1.3.3.1. Choix du type de modèle

Le modèle hydrogéologique 3D multicouche intègre les différentes unités hydrogéologiques décrites précédemment et donc la possibilité d'avoir des écoulements horizontaux ainsi que des échanges verticaux entre les couches les plus perméables. Le modèle intègre également les sources, la recharge (infiltration des eaux de pluie), la rivière Orge et la Seine.

Le maillage est basé sur des éléments finis (mailles triangulaires) qui se prêtent bien à la prise en compte de la structure relativement fine et arrondie du projet.

Le logiciel utilisé pour réaliser les calculs d'incidences hydrogéologiques est le programme FE-FLOW (version 6.2 patch 15), de la société Mike by DHI.

1.3.3.2. Extension horizontale

L'extension du modèle est présentée en Figure 1. Le modèle s'étend de l'intérieur du plateau à la rive gauche de la Seine. L'extension du modèle est d'environ 2 km par 2 km. L'extension du modèle a été suffisamment étendue pour ne pas créer d'effets de bords.

Figure 1 : Extension du modèle et principales conditions aux limites

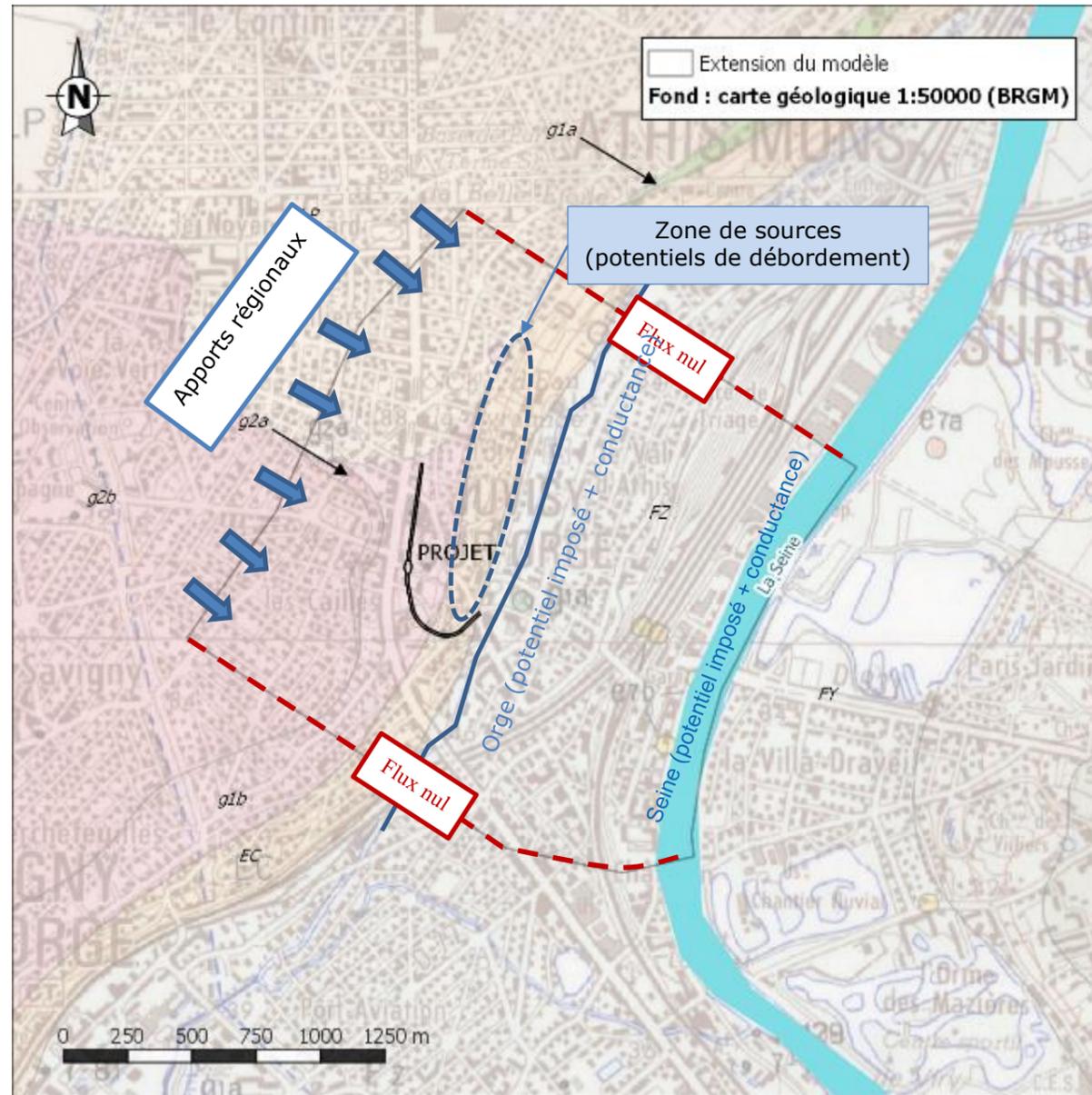


Figure 2 : Schéma hydrogéologique conceptuel

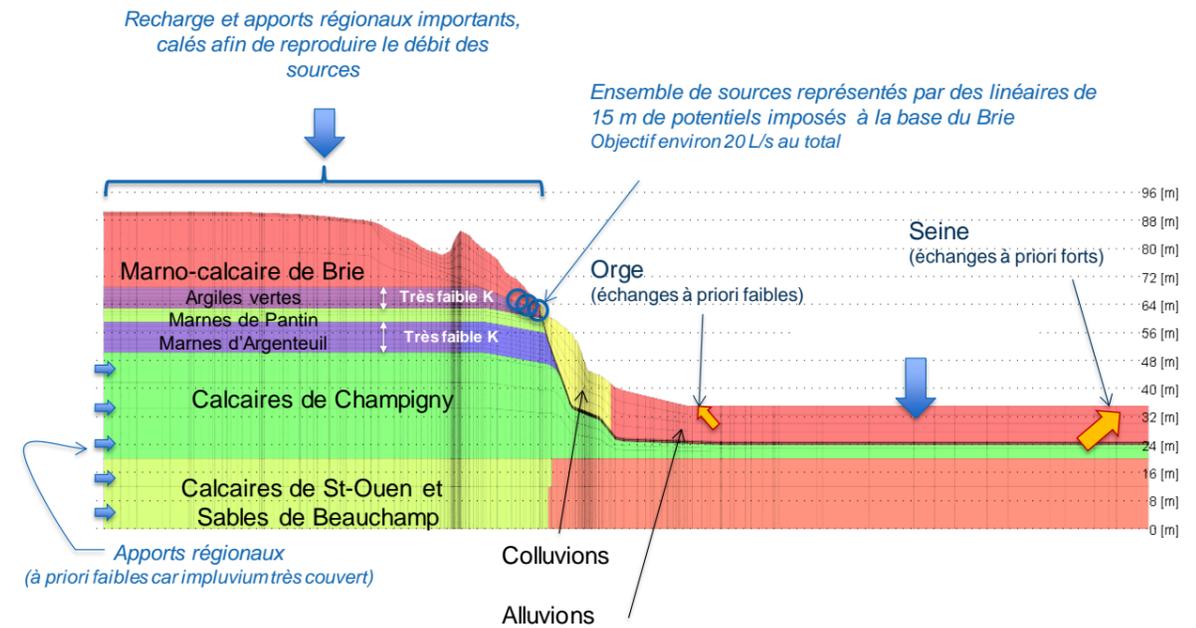


Tableau 1 : Couches comprises dans le modèle

Couche géologique	Type	Couches correspondantes dans le modèle	Epaisseur indicative totale (m)
Alluvions	Phréatique	1 à 5	0 à 9
Colluvions / éboulis			0 à 10
Marno-calcaire de Brie et autres formations de couverture du plateau	Confiné	6 à 14 15 à 17 18 à 24 25 à 29 30 à 31	0 à 10
Argiles vertes			0 à 6
Marnes de Pantin			0 à 4
Marnes d'Argenteuil			0 à 9
Calcaires de Champigny (faciès gypseux)			2 à 30
Calcaire de Saint-Ouen et Beauchamp		20	

1.3.3.3. Extension verticale

Le modèle comprend l'ensemble des couches comprises entre le haut du plateau au droit du projet et la base des sables du Beauchamp (cf. Figure 2 et Tableau 1).

1.3.3.4. Calage

Les perméabilités et les conditions aux limites du modèle ont été adaptées afin d'obtenir un calage des :

- niveaux piézométriques mesurés dans les différentes formations ;
- décrochages piézométriques observés entre les différentes nappes ;

Les données piézométriques ayant servi au modèle hydrogéologique ont été réalisées :

- Sur les mois de janvier à mai 2013 (GINGER CEBTP) ;
- Sur la période entre juillet 2018 et octobre 2019 (ANTEA) ;

A titre indicatif, les relevés se sont poursuivis mensuellement en 2020, 2021 et 2022.

Le modèle numérique restitue les gradients d'écoulement afin d'évaluer l'effet barrage. En effet, l'effet barrage dépend uniquement du gradient et de la géométrie de l'ouvrage. Ainsi, les résultats des modélisations sont à apprécier en relatif, c'est-à-dire en termes de variation de niveau par rapport au niveau initial (équivalent à une variation de gradient spatialisée). Toutefois, le résultat restitue bien le fonctionnement de la mesure de réduction (dispositif de transparence hydraulique) aux pertes de charges près (colmatage des pointes filtrantes, pertes de charges linéaire/singulières, etc.). Compte tenu des débits en jeu (de l'ordre de quelques mètres-cubes-par-jour), ces pertes de charges devraient être extrêmement réduites.

La différence moyenne des niveaux piézométriques mesurés et simulés est de l'ordre de 2 m (toutes nappes confondues), soit une erreur de 5 % à l'échelle du modèle.

La différence moyenne des niveaux piézométriques mesurés et simulés est de l'ordre de 2,05 m (nappe phréatique), soit une erreur de 5 % à l'échelle de cette nappe.

Une erreur de 5 % est généralement jugée comme acceptable, si elle considère toutefois des niveaux parfaitement cohérents entre eux. Dans le cas présent, une erreur un peu plus importante pourrait être admise dans la mesure où certains niveaux piézométriques présentent des valeurs erratiques et que la densité de piézomètres fiables dans la nappe phréatique demeure relativement faible. Le calage du modèle est donc jugé satisfaisant compte tenu de la qualité et de la quantité des mesures de référence.

Figure 3 : Comparaison des niveaux piézométriques mesurés et simulés

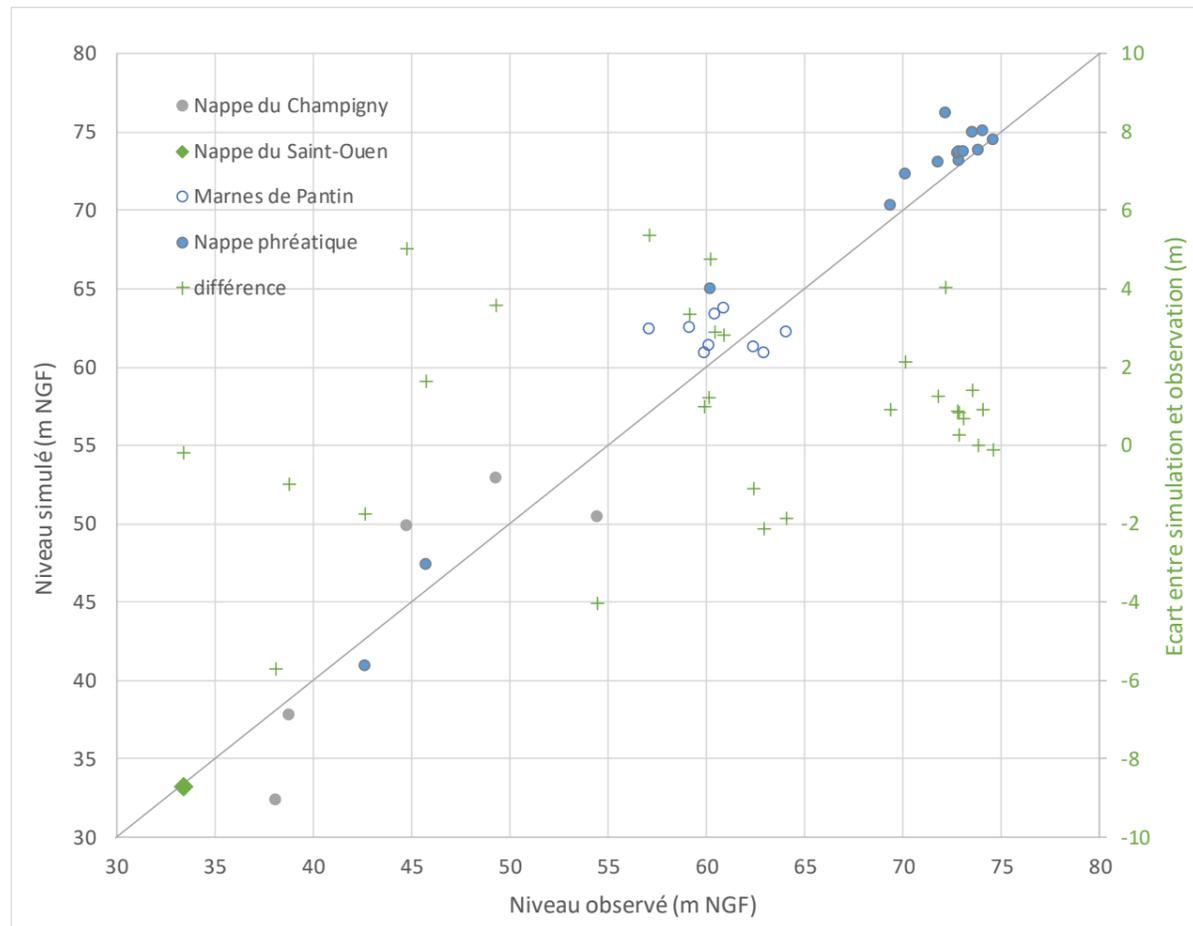


Figure 4 : Calage piézométrique dans le Calcaire de Brie et les éboulis (nappe phréatique)

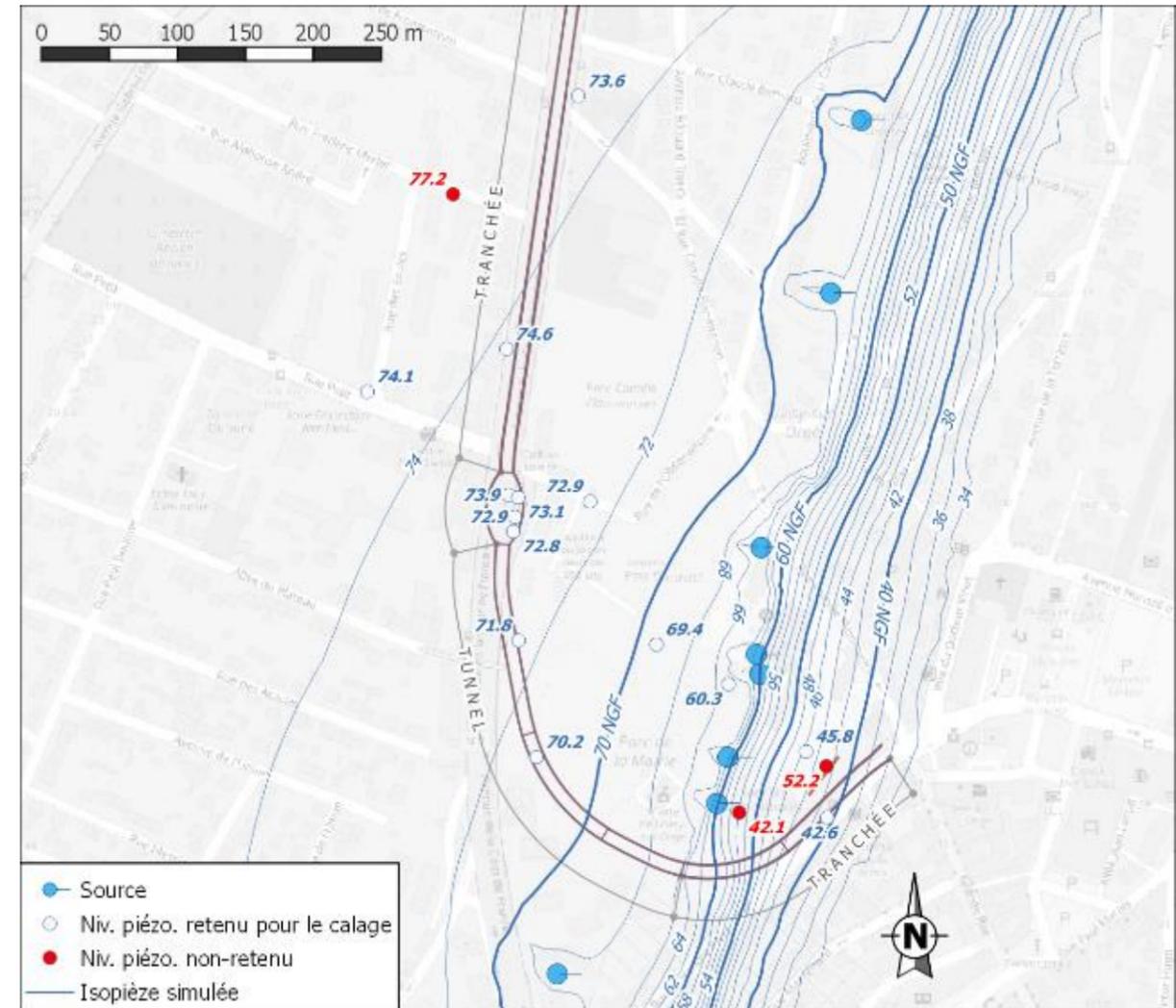


Figure 5 : Calage piézométrique dans les Calcaires de Champigny et les Masses et Marnes du Gypse

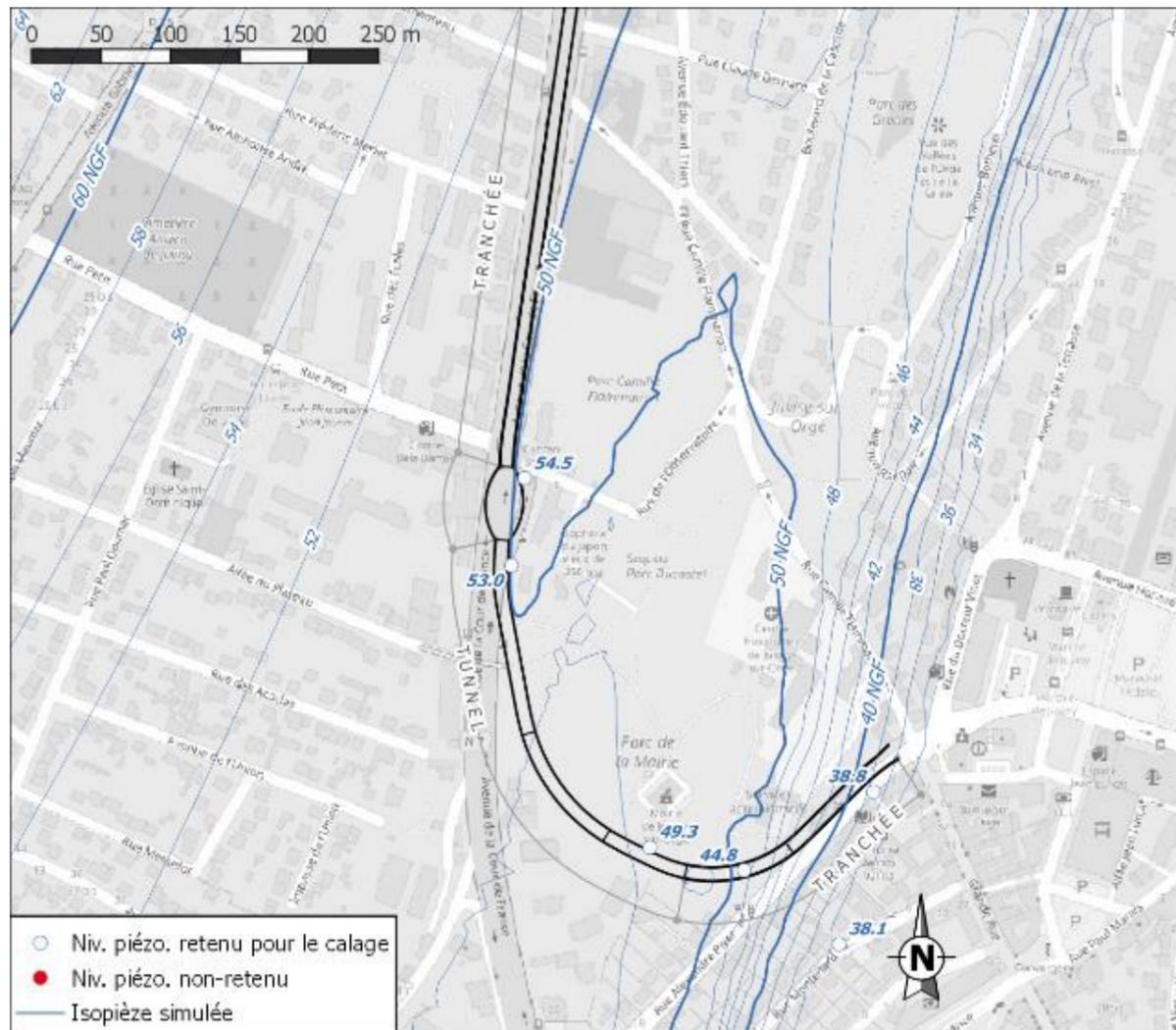
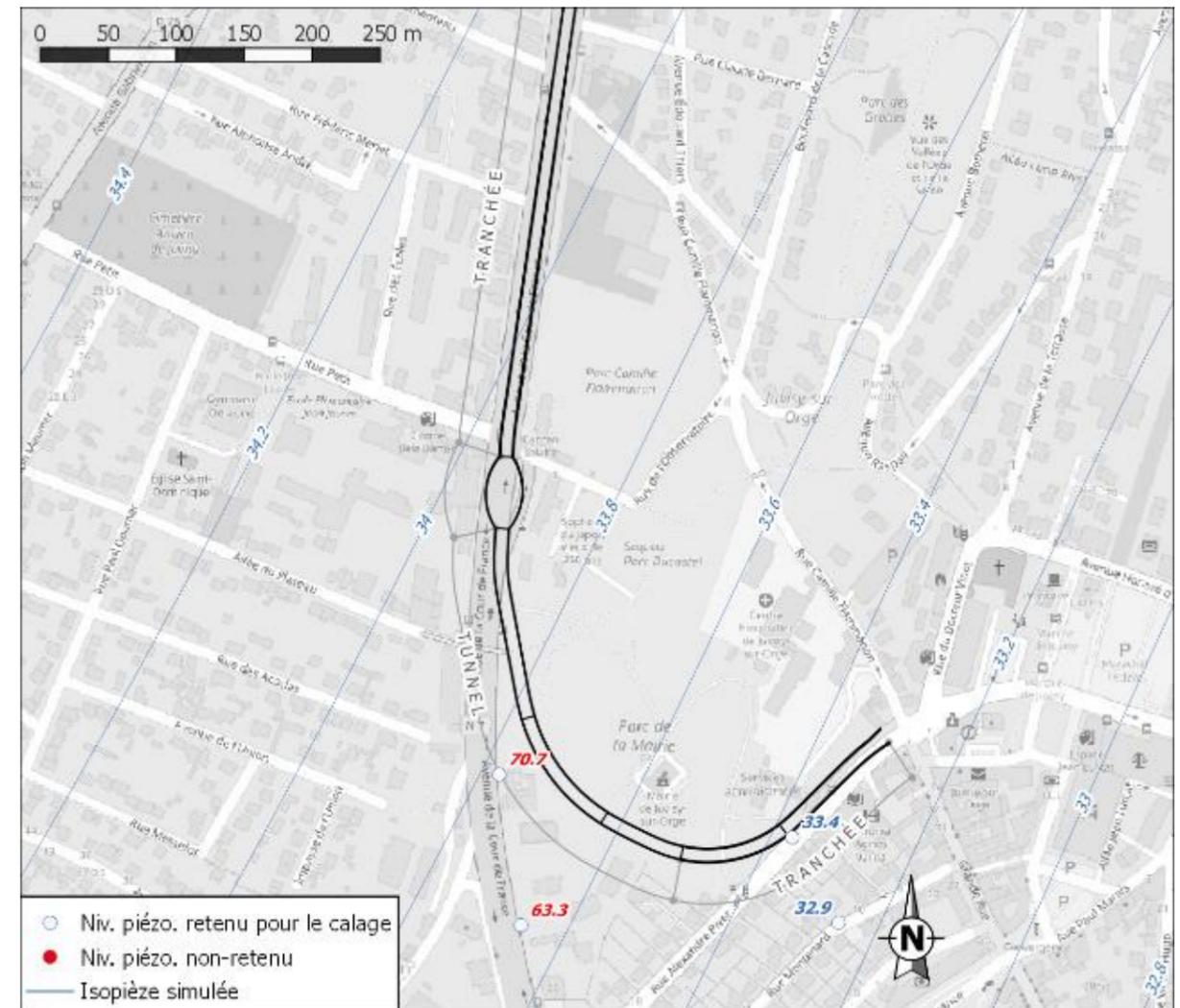


Figure 6 : Calage piézométrique dans les Calcaires de Saint-Ouen et les Sables de Beauchamp



1.3.3.5. Perméabilités à l'issue du calage

A l'issue du calage, des perméabilités horizontales et verticales ont été attribuées aux différentes unités hydrogéologiques prises en compte dans le modèle (cf. Tableau 2). Dans la mesure du possible, ces valeurs sont gardées les plus proches possibles des valeurs bibliographiques disponibles.

La perméabilité retenue pour les colluvions, soit $5,5 \times 10^{-6}$ m/s, est cohérente quoique légèrement supérieure à celles mesurées sur site (de 1 à 5×10^{-6} m/s). Une version adaptée du modèle a donc été créée afin de prendre en compte une perméabilité plus proche des mesures de terrain, soit 2×10^{-6} m/s, par ailleurs plus sécuritaire dans la perspective du dimensionnement d'un système de transparence hydraulique. Comme expliqué dans le paragraphe suivant, le modèle est moyennement sensible à cette modification de la perméabilité dans les colluvions.

Tableau 2 : Perméabilités retenues à l'issue du calage

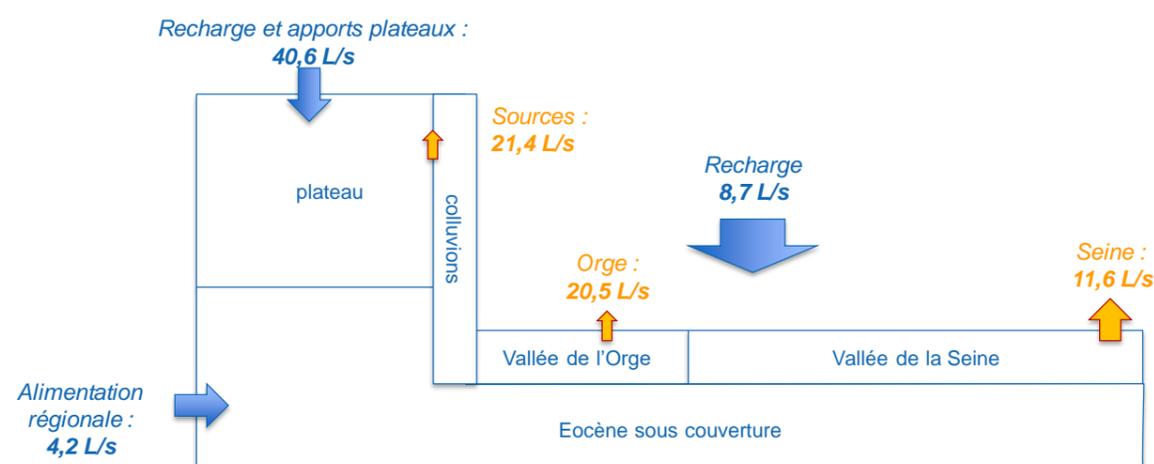
Formation	Kh (m/s)	Kv (m/s)	Kh/Kv	Ep. Moyenne saturée (m)
Alluvions	1,5x10 ⁻⁴	1x10 ⁻⁵	15	9
Colluvions / éboulis	5,5x10 ⁻⁶	5,5x10 ⁻⁶	1	10
Marno-calcaire de Brie	2x10 ⁻⁴	1,5x10 ⁻⁶	133	10
Argiles vertes	3x10 ⁻¹⁰	3x10 ⁻¹⁰	1	6
Marnes de Pantin	1x10 ⁻⁹	5x10 ⁻¹⁰	2	9
Marnes d'Argenteuil	3x10 ⁻⁶	3x10 ⁻⁷	10	4
Calcaires de Champigny et/ou Masses et marnes du gypse	1x10 ⁻⁶	1x10 ⁻⁶ à 1,5x10 ⁻¹⁰ (à la base)	1 à 100	30
Saint-Ouen et Beauchamp	5x10 ⁻⁵	1x10 ⁻⁵	5	20

1.3.3.6. Bilan hydrologique à l'issue du calage

A l'issue du calage du modèle, le bilan hydrologique suivant peut être retenu (cf. Figure 7) :

- la zone de plateau (formations de couverture au-dessus de l'Eocène), reçoit un apport par infiltration et autres écoulements issus de l'amont de l'ordre de 40,6 L/s. Cette valeur est relativement importante mais nécessaire pour reproduire un débit des sources de l'ordre des mesures réalisées sur site ;
- les écoulements du plateau ainsi que l'alimentation latérale de l'Eocène se déversent dans les alluvions tapissant les vallées de l'Orge et de la Seine. L'Orge étant située au pied du plateau, elle est en mesure de drainer une quantité d'eau plus importante que la Seine, plus éloignée.

Figure 7 : Bilan hydrologique du modèle calibré



1.3.3.7. Sensibilité du modèle aux perméabilités des colluvions

Le modèle produit un meilleur calage général avec une perméabilité dans les colluvions de l'ordre de 5,5x10⁻⁶ m/s. Cette perméabilité est cohérente avec la perméabilité obtenue par essais de pompage (environ 5x10⁻⁶ m/s), en revanche elle est plus élevée que celle obtenue par essais d'infiltration, de l'ordre de 1x10⁻⁶ m/s (ANTEA, 2019).

La sensibilité du modèle à d'autres valeurs de perméabilité dans les colluvions que celles retenues à l'issue du calage a été testée. Le Tableau 3 suivant présente les erreurs obtenues pour différentes valeurs. Le modèle est assez sensible à la perméabilité locale des colluvions.

Tableau 3. Sensibilité de l'erreur piézométrique du modèle

	SC18	Pz4	SC19	Pz5	CR10	
5,0E-06	-0,3	-0,1	-1,6	-4,8	3,8	1,6
2,5E-06	1,0	0,7	-1,3	-5,5	4,5	1,9
1,5E-06	1,5	0,9	-1,0	-5,7	5,0	2,0

1.3.4. Incidences du rejet des eaux d'exhaure

1.3.4.1. Principes

Trois solutions de rejet des eaux d'exhaure peuvent être envisagées :

- réinjection dans la même nappe ;
- rejet au cours d'eau ;
- rejet au réseau d'assainissement.

Conformément à la doctrine technique établie par la DRIEE, la réinjection en nappe est la solution privilégiée et étudiée en premier lieu afin de limiter l'impact quantitatif sur la ressource d'un dispositif d'épuisement. Si cette solution ne s'avère pas faisable, le rejet au réseau hydrographique est ensuite envisagé. Enfin, en cas d'impossibilité physique ou de contrainte technico-économique trop forte pour la réinjection et le rejet en cours d'eau, un rejet au réseau est retenu en respectant les conditions (débit, volume, qualité, taxes) appliquées par le gestionnaire local du réseau.

1.3.4.2. Partie amont (plateau / RN7)

Sur le plateau, l'ensemble des débits cumulés sur cette zone ne représentent qu'un débit d'environ 4,5 m³/h. Compte tenu de la productivité de la nappe des marno-calcaires de Brie, une solution de réinjection des eaux d'exhaure pourrait être envisagée.

Aucune implantation n'étant définie à ce stade, la faisabilité d'un dispositif de réinjection des eaux d'exhaure à l'aide d'un ou plusieurs puits peut être approchée de manière analytique à l'aide de la formule de JACOB :

Régime transitoire sans limite

$$s = \frac{0,183 \cdot Q}{T} \cdot \log \frac{2,25Tt}{r^2 S}$$

Régime transitoire avec limite étanche

$$s = \frac{0,183 \cdot Q}{T} \cdot \log \left[\left(\frac{2,25 \cdot T \cdot t}{S} \right)^2 \cdot \frac{1}{r^2 \cdot r'^2} \right]$$

Avec :

- T : la transmissivité de la nappe des marno-calcaires de Brie déterminée par les pompages d'essai réalisés par ANTEA (INGEROP-RICHEZ ASSOCIES-GEOS, 2018), soit 7,4x10⁻⁴ m²/s ;
- S : le coefficient d'emménagement également déterminé par ANTEA (INGEROP-RICHEZ ASSOCIES-GEOS, 2018), soit 2x10⁻³ m³/m³ ;
- Q : le débit retenu égale à 4,5 m³/h ;
- t : retenue égale à 180 jours ;
- r : le rayon du puits de pompage, soit 0,1 m ;
- r' : la distance du puits image au point de mesure, correspondant environ au double de la distance entre le puits et la limite étanche et, arbitrairement, retenue égale à 2 m (puits d'injection réalisé à 1 m de la paroi moulée).

Avec ces hypothèses, le relèvement serait de l'ordre de 2,8 m sans effet de limite et de 4,8 m avec une limite étanche (paroi moulée). Ainsi, un dispositif de réinjection composé de 4 à 5 puits répartis le long du linéaire pourrait permettre de réinjecter les débits d'exhaure.

Toutefois, l'étude de faisabilité opérationnelle de mise en œuvre de cette solution n'a pas permis de conclure favorablement dans la mesure où l'emprise travaux le long de la RN7 est intégralement occupée par l'ouvrage en tranchée couverte et par deux voies longitudinales permettant la circulation des engins de chantier (cf. Figure 8 et Figure 9).

Sur le plateau, il n'existe aucun cours d'eau ou plan d'eau dans lequel les eaux d'exhaure pourraient être rejetées. Ainsi, pour les rabattements situés sur le plateau, dans la mesure où la solution de réinjection des eaux d'exhaure ne peut pas être envisagée, seule une solution de rejet des eaux au réseau peut être recherchée en accord avec le concessionnaire.

Il sera nécessaire de s'assurer que la qualité et la quantité des eaux rejetées soient compatibles avec les capacités du réseau public. Une demande de déversement temporaire devra être adressée au concessionnaire.

Figure 8 : Vue en coupe de l'emprise travaux le long de la RN7 (extrait du carnet de phasage du projet, S02-MOG-PRO262-ORC-202-A)

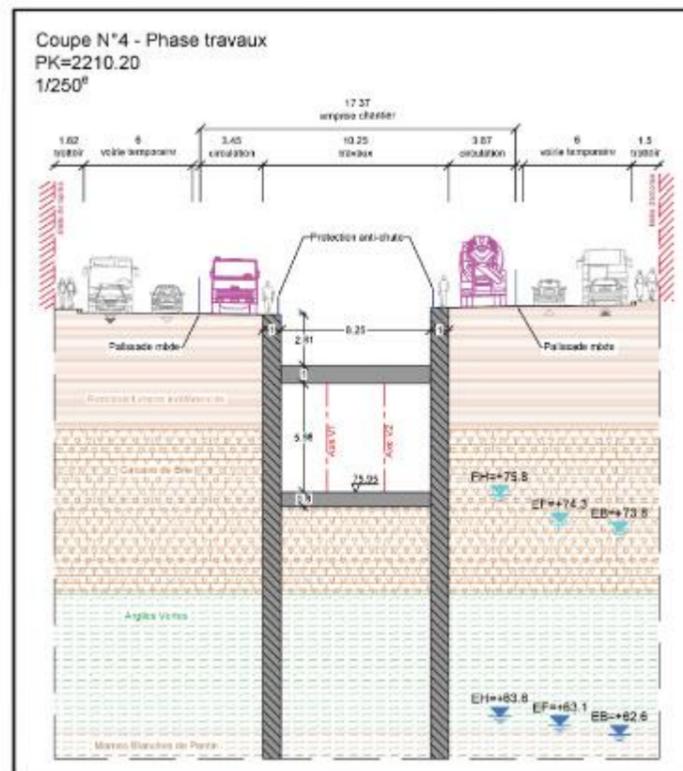
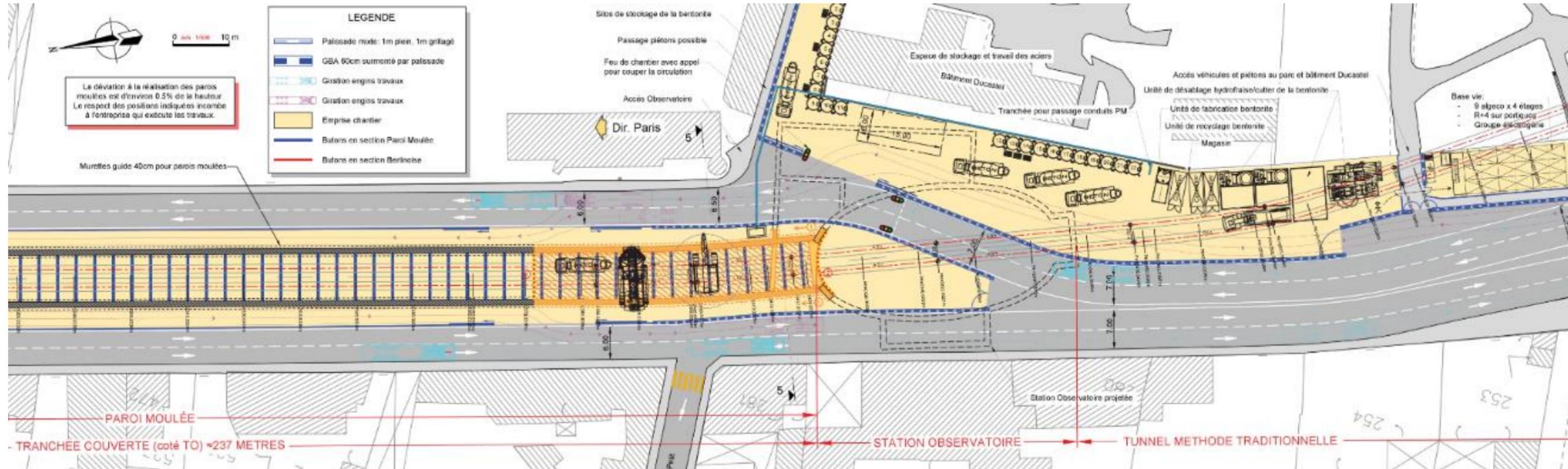


Figure 9 : Vue en plan de l'emprise travaux le long de la RN7 (extrait du carnet de phasage du projet, S02-MOG-PRO262-ORC-202-A)



1.3.4.3. Partie aval

Sur la partie aval, située en contre-bas du parc de la Mairie et le long de la rue Alexandre Piver, l'essentiel des débits d'exhaure proviendra du creusement du tunnel en direction de la station Observatoire. Le débit total ne devrait pas dépasser 3 m³/h. Compte tenu de la perméabilité des éboulis et colluvions dans ce secteur, de l'ordre de 1 à 5x10⁻⁶ m/s, de la présence du dispositif de transparence hydraulique qui sera mis en place au niveau de ces ouvrages et des contraintes opérationnelles de chantier, aucune solution de réinjection des eaux d'exhaure ne peut être envisagée sur ce secteur.

Il est prévu de rejeter les eaux d'exhaure issues du creusement du tunnel au niveau du versant dans l'Orge par l'intermédiaire du réseau de collecte des eaux pluviales de l'Etablissement Public Territorial 12 (Grand-Orly Seine Bièvre) de la Métropole du Grand Paris. Le branchement entre le réseau de collecte des eaux d'exhaure du chantier et le réseau de l'EPT12 se situerait dans la rue du Docteur Vinot à environ 30 m de l'extrémité aval de la section enterrée du projet.

Comme indiqué précédemment, sous réserve de l'adéquation de la qualité des eaux d'exhaure aux prescriptions fixées par l'exploitant, une demande de déversement temporaire devra être adressée au concessionnaire.

1.3.4.4. Conclusion sur les incidences

En phase travaux, les eaux d'exhaure seront rejetées au réseau en accord avec le concessionnaire. Ainsi, les rejets n'auront pas d'incidence sur le milieu naturel.

1.4. ANNEXES AU RAPPORT HYDROGEOLOGIQUE



SYSTRA
Rapport d'étude hydrogéologique relative dossier PRO et au Dossier Loi sur l'Eau Annexes

ANNEXES



PLANCHE N°7

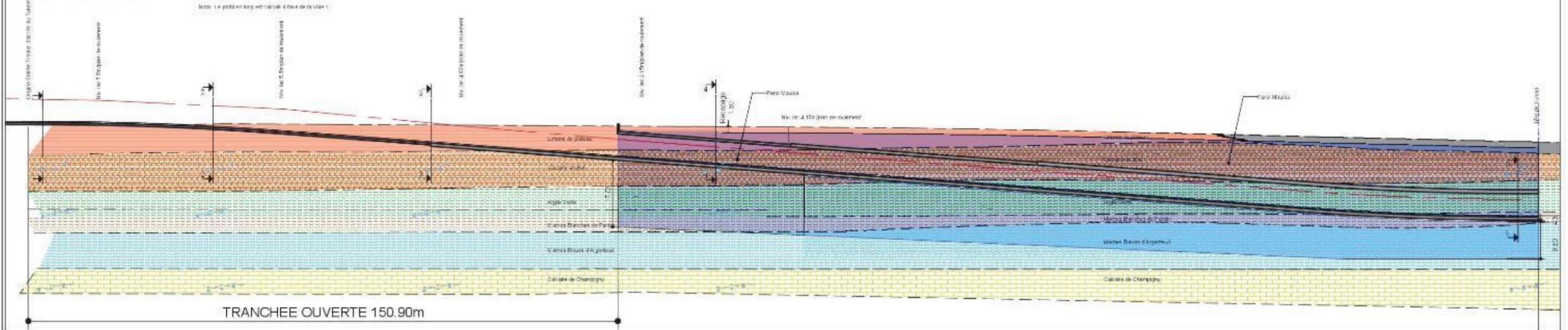


PLANCHE N°8

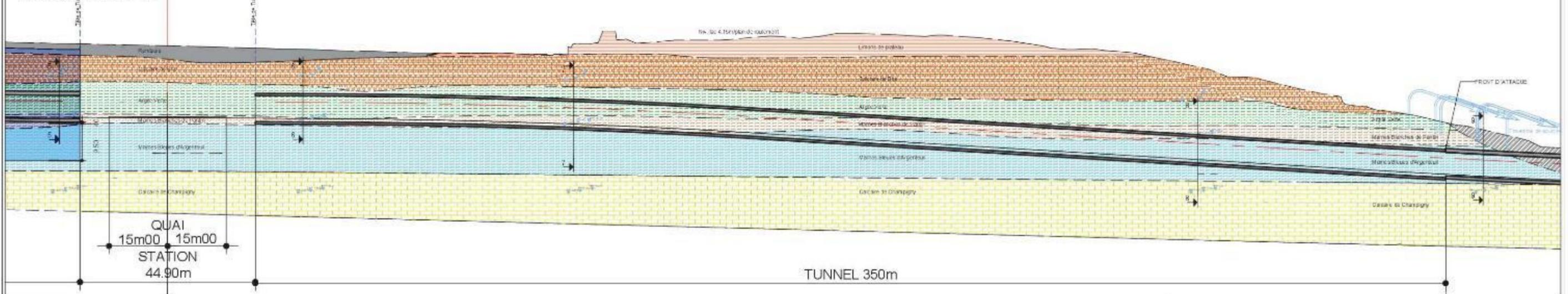
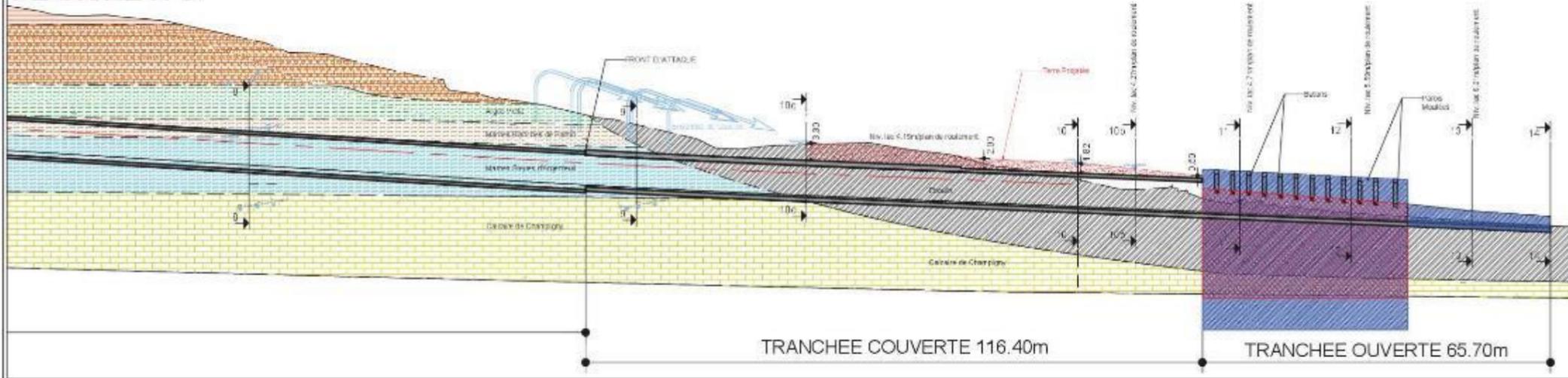


PLANCHE N°9

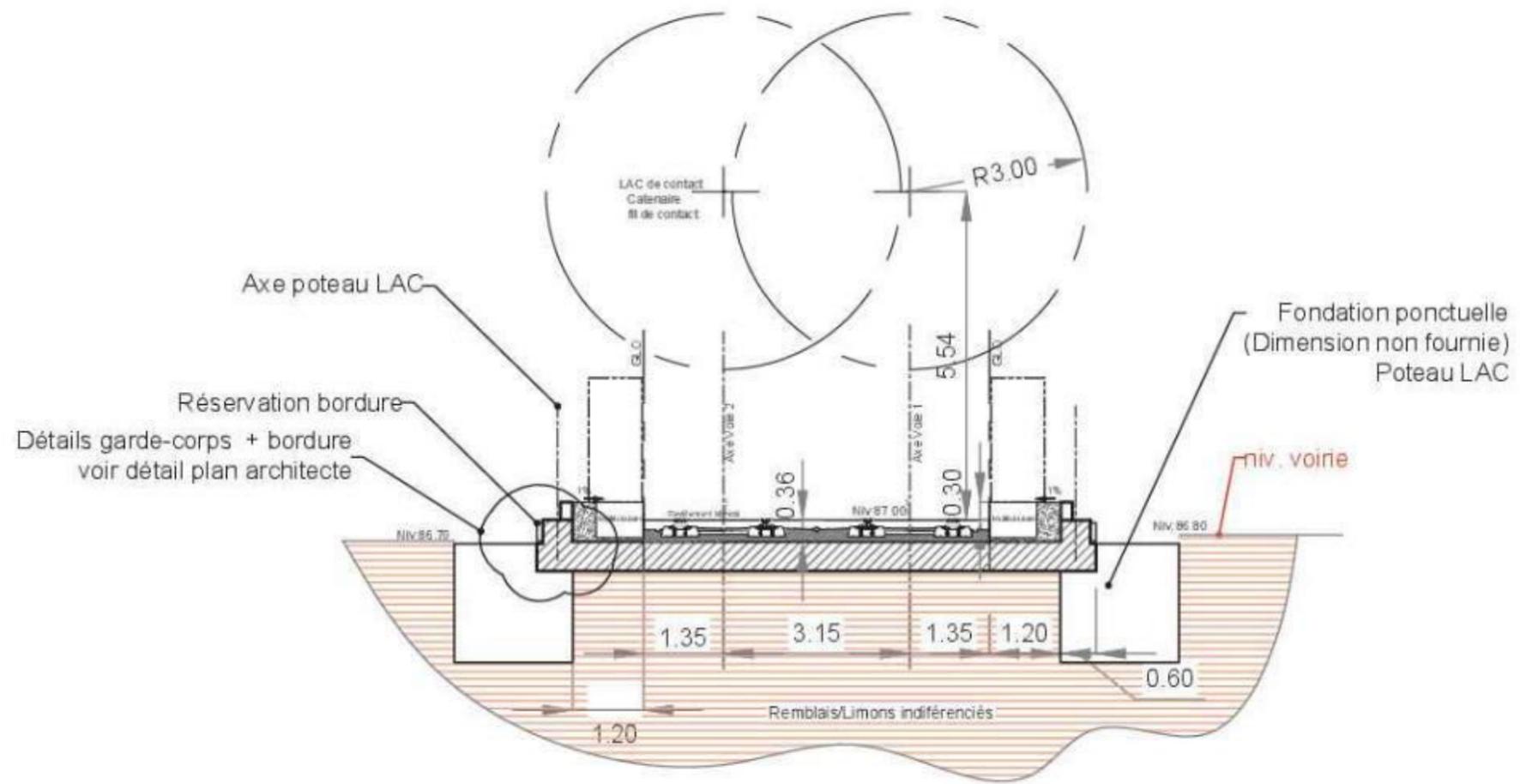
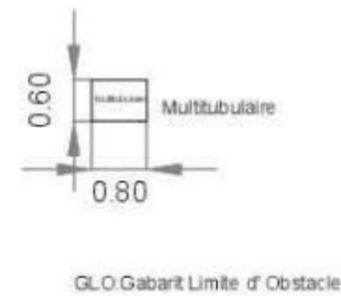
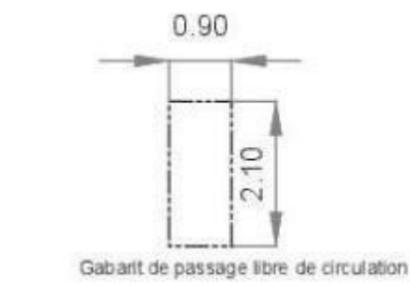


LEGENDE (couches géologiques)

- Berbis
- Limons de Paris
- Éboulis
- Calcaire de Paris
- Argiles vertes
- Marnes blanches de Paris
- Marnes bleues d'Argenteuil
- Calcaire de Champigny
- Niveau d'appui pédonculaire du Calcaire de Paris
- Niveau d'appui pédonculaire des Marnes blanches de Paris
- Niveau d'appui pédonculaire des Éboulis
- Niveau d'appui pédonculaire du Calcaire de Champigny

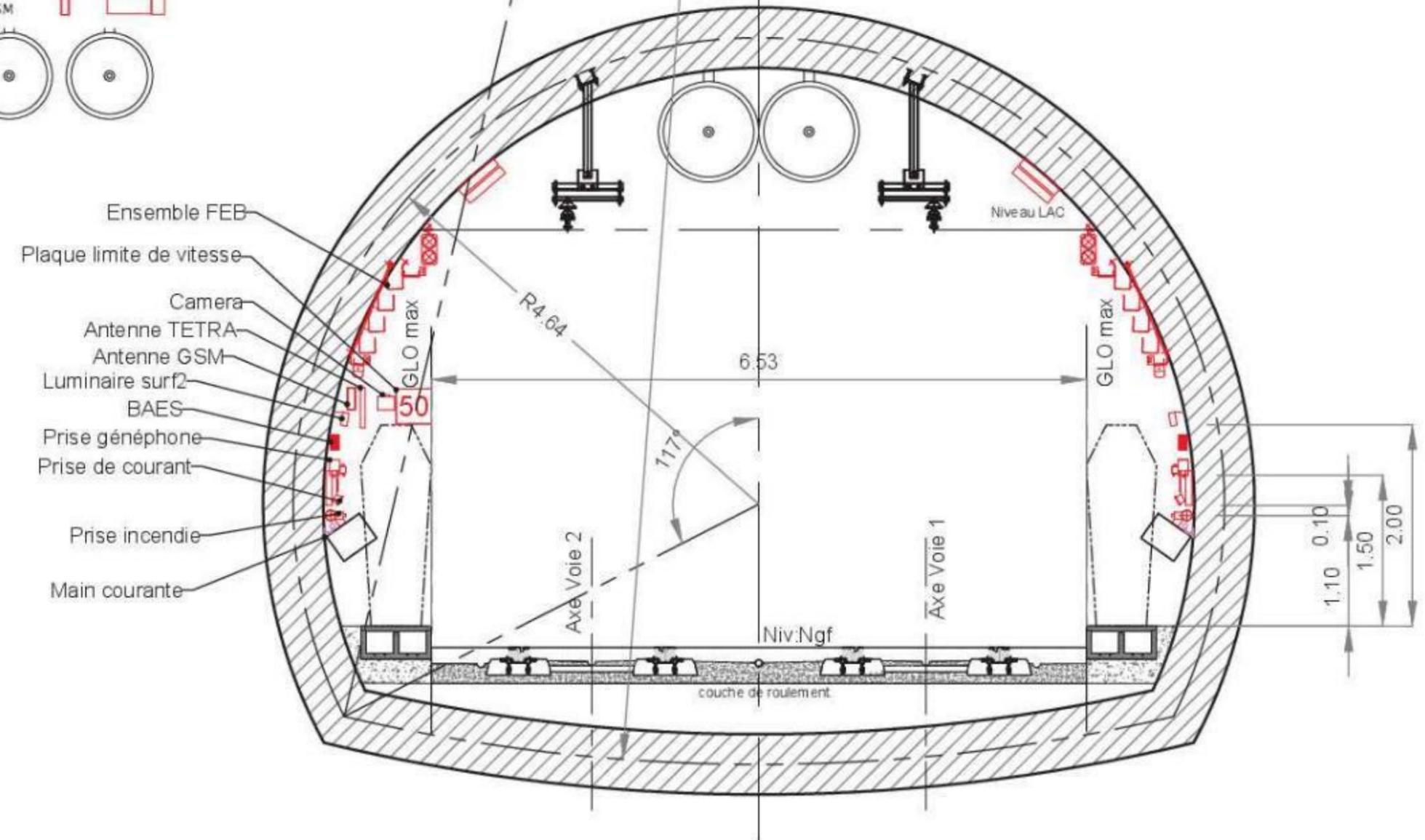
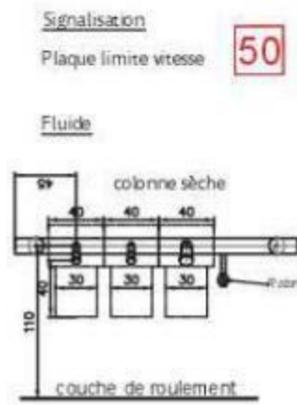
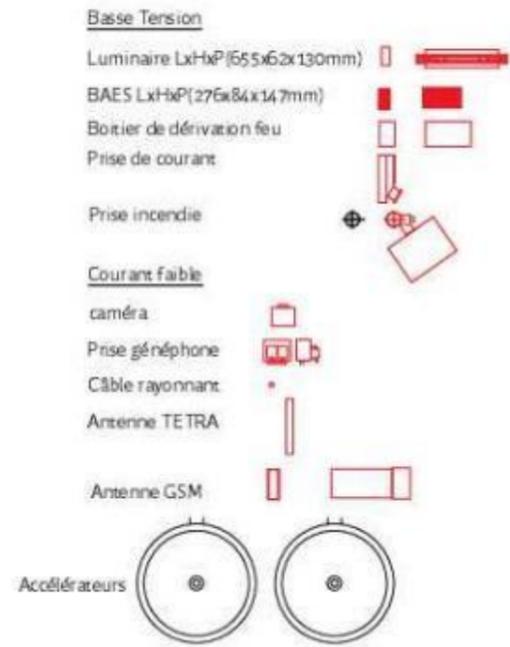
		<p>Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge</p> <p>Prolongement de la ligne 7 du tramway</p> <p>VOLUME 9 Tranchées couvertes et tunnel</p> <p>Profil en long géométrique - Ét. projet</p>	<table border="1"> <tr> <td>Échelle:</td> <td>1/500 Vert.</td> <td>1/1000 Horiz.</td> <td>1/1000</td> <td>1/1000</td> <td>1/1000</td> </tr> <tr> <td>État:</td> <td>SO2</td> <td>MO3</td> <td>PRO</td> <td>203</td> <td>TUN</td> </tr> <tr> <td>N° d'ordre plan:</td> <td>002</td> <td>003</td> <td>004</td> <td>005</td> <td>006</td> </tr> <tr> <td>N° de plan:</td> <td>002</td> <td>003</td> <td>004</td> <td>005</td> <td>006</td> </tr> </table>	Échelle:	1/500 Vert.	1/1000 Horiz.	1/1000	1/1000	1/1000	État:	SO2	MO3	PRO	203	TUN	N° d'ordre plan:	002	003	004	005	006	N° de plan:	002	003	004	005	006
Échelle:	1/500 Vert.	1/1000 Horiz.	1/1000	1/1000	1/1000																						
État:	SO2	MO3	PRO	203	TUN																						
N° d'ordre plan:	002	003	004	005	006																						
N° de plan:	002	003	004	005	006																						

Principe évacuation des EP 1/20è



Coupe N°1
PK=2037.84
Avenue cour de France

Maitre d'ouvrage délégué	Maitre d'ouvrage	Synoptique	Légende	Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge				Prolongement de la ligne 7 du tramway			
				PHASE PROJET							
Maitre d'oeuvre général	Emetteur							Volume 9 Tranchées couvertes et Tunnel Carnet de coupes			
								Echelle: 1/100ème Format: A3			
								N° direction: S02 MOG: PRO 253 TUN: 200 A			
								N° site: 1000000			
								Date: 15/10/2018 Desiné par: S. DUBUIS Vérifié par: J.-G. BONNET Approuvé par: Z. GIBOUX			

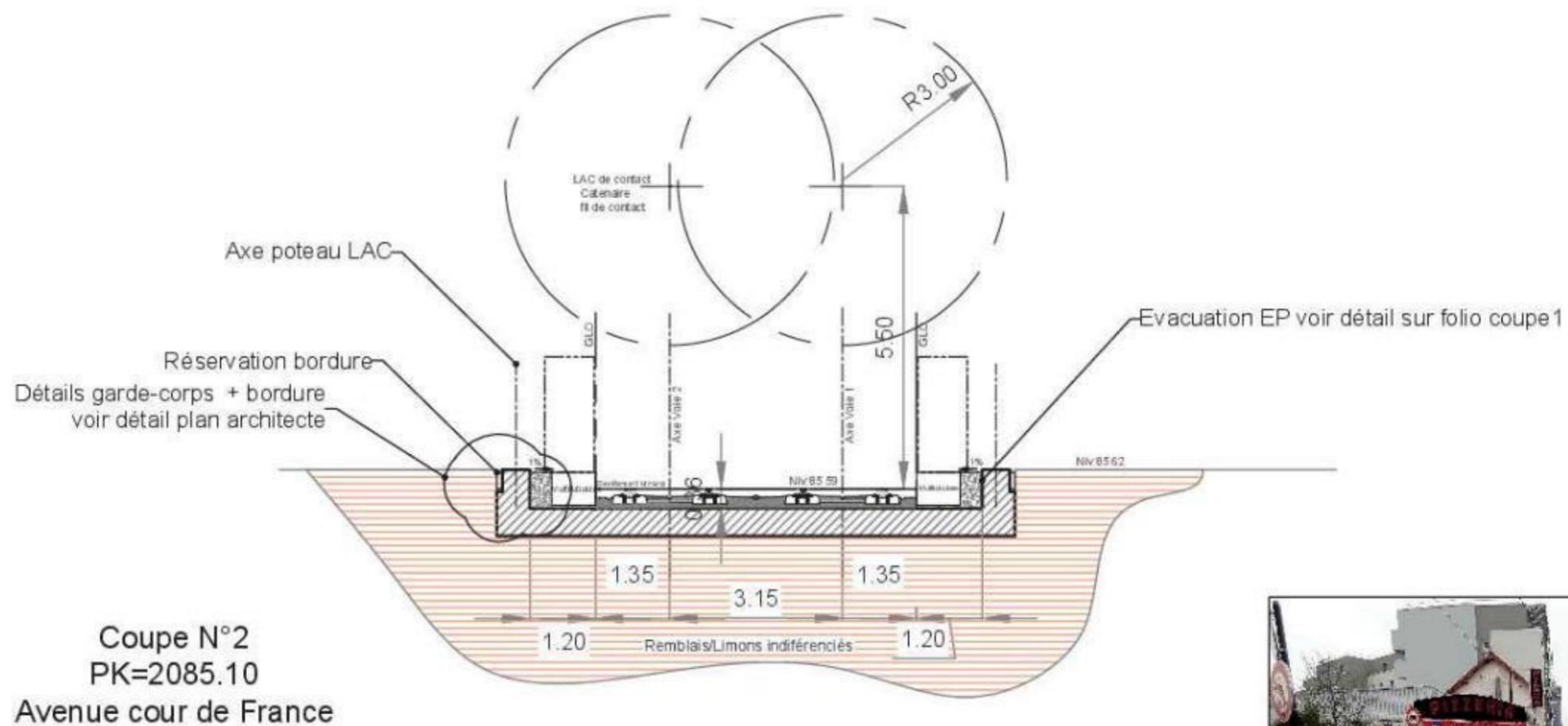


Maitre d'ouvrage délégué	Maitre d'ouvrage	Synoptique
Maitre d'oeuvre général	Emetteur	

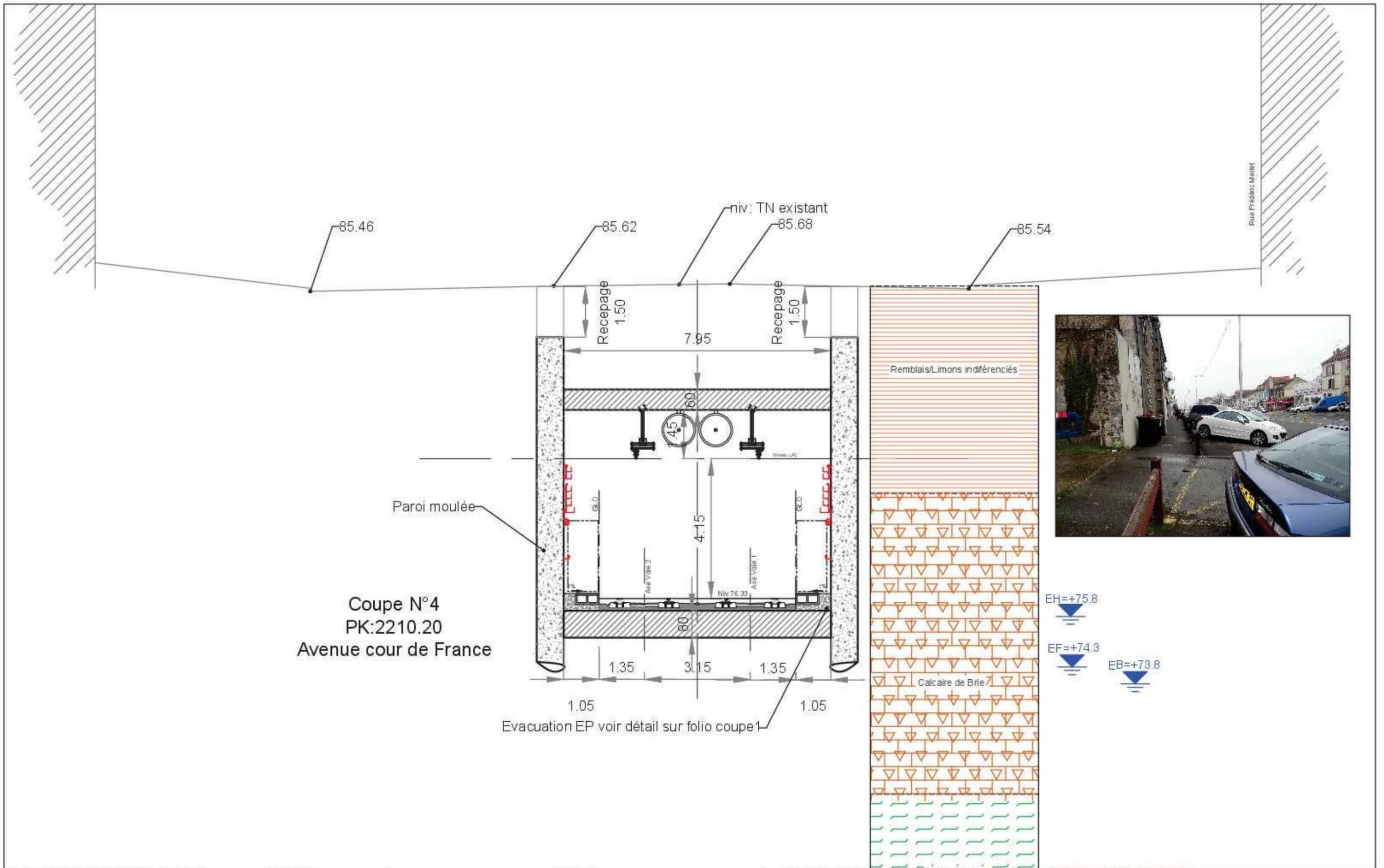
Légende			

Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge			
PHASE PROJET			
A	15/10/2018	S. Dubois	J.-G. BONNET
Indice	Date	Dessiné par	Véifié par
			Z. GIBOUX
			Approuvé par

Prolongement de la ligne 7 du tramway									
Volume 9 Tranchées couvertes et Tunnel									
Camet de coupes									
Echelle: 1/100ème		Format: A3							
N° de révision	S02	MOG	PRO	253	TUN	200	A		
ref. table de projet	caré	Emetteur	Phase	Type	Dispositif	N° d'ordre	Indice		



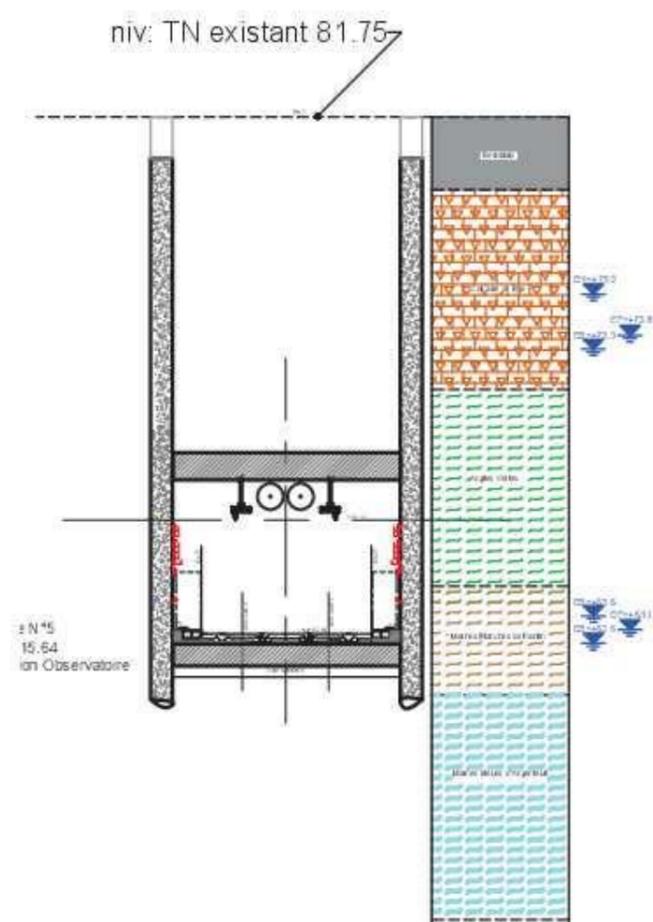
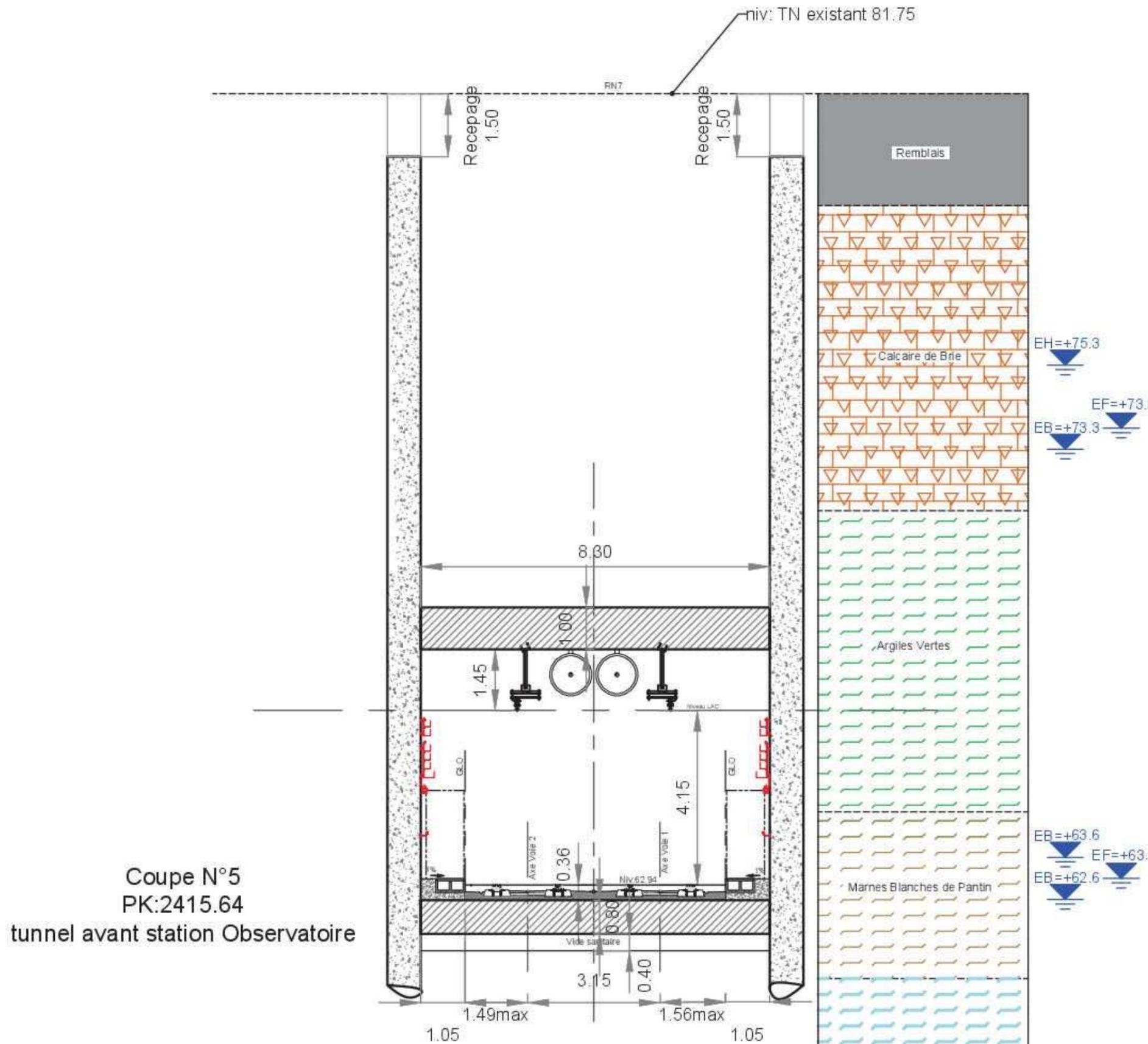
Maitre d'ouvrage délégué SYSTRA état d'esprit	Maitre d'ouvrage STIF	Synoptique 	Légende	Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge		Prolongement de la ligne 7 du tramway	
Maitre d'oeuvre général KINCINOP	Emetteur MAIF			PHASE PROJET		Volume 9 Tranchées couvertes et Tunnel Camet de coupes	
						Echelle: 1/100ème	Format: A3
						N° d'identification: S02	MOG: PRO
						Date: 15/10/2018	PRO: 203
						Designé par: S. DUBIN	TUN: 200
						Véifié par: J.-G. BONNET	A: 200
						Approuvé par: Z. GIBOUX	Indice: A



Coupe N°4
PK:2210.20
Avenue cour de France



Maitre d'ouvrage délégué	Maitre d'ouvrage	Synoptique	Légende	Tramway 17 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge			Prolongement de la ligne 7 du tramway									
SYSTRA état d'esprit	STIF			PHASE PROJET												
Maitre d'oeuvre général	Emetteur						Volume 9 Tranchées couvertes et Tunnel Carnet de coupes									
INGÉROP	MAAP						Echelle:	1/100ème	Format:	A3						
				A	15/10/2018	S. Dahini	J-G BONNET	Z. GRCUUX	N° d'identification:	S02	MOG	PRO	253	TUN	200	A
				Indice	Date	Desiné par	Véifié par	Approuvé par	réf. pièce du projet	zone	Emetteur	Phase	Type	Discipline	N° d'ordre	Indice

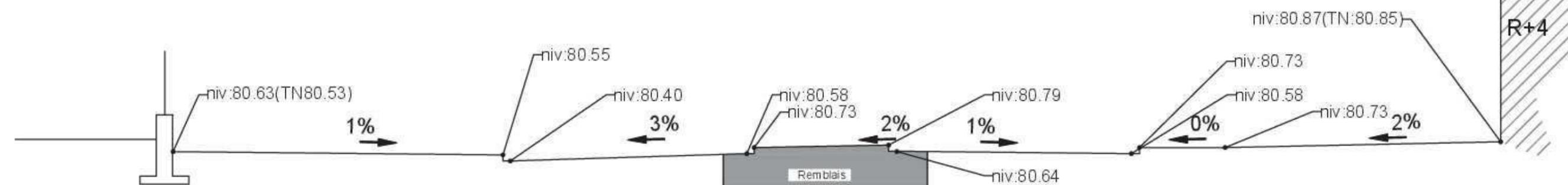


Coupe N°5 Ech 1/250é

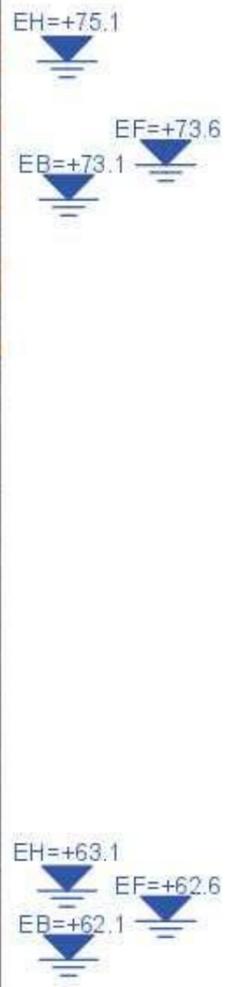
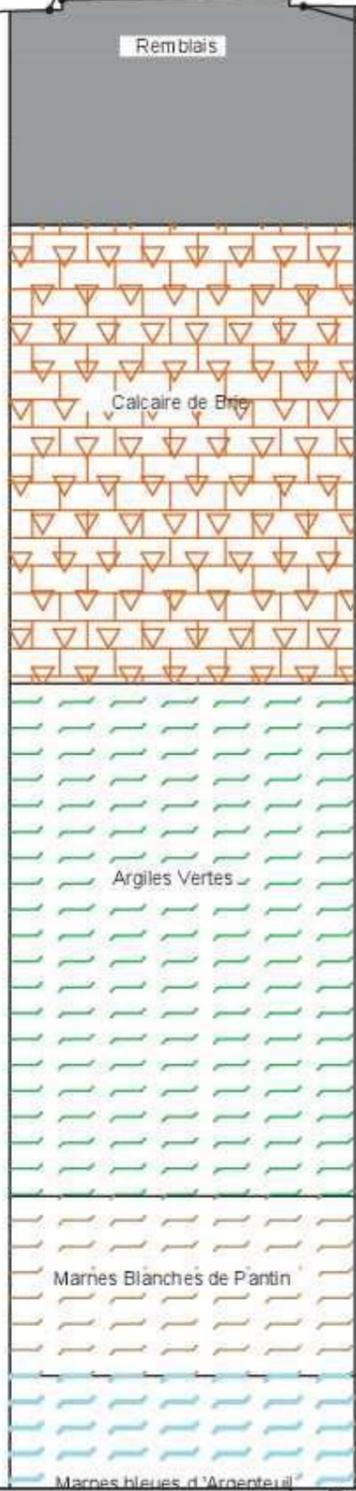
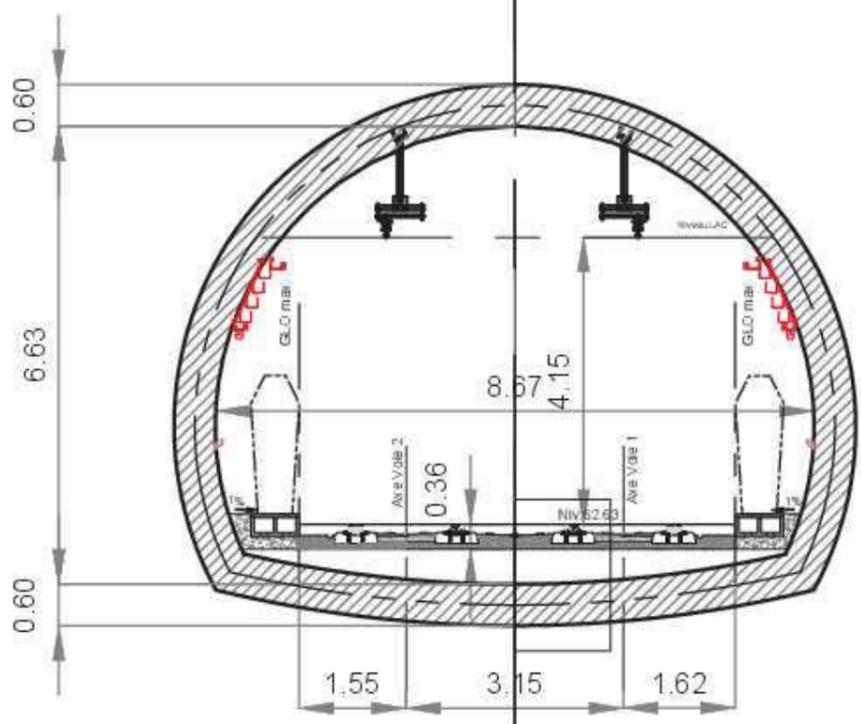


Coupe N°5
PK:2415.64
tunnel avant station Observatoire

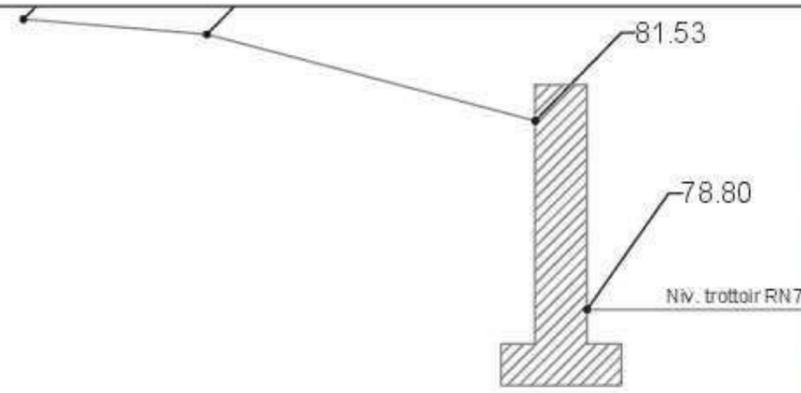
Maître d'ouvrage délégué SYSTRA état d'esprit		Maître d'ouvrage STU		Synoptique 		Légende 		Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge				Prolongement de la ligne 7 du tramway			
Maître d'oeuvre général INGÉROP		Emetteur MAAP						PHASE PROJET				Volume 9 Tranchées couvertes et Tunnel Carnet de coupes			
								Echelle: 1/100ème Format: A3				N° de dérivation: S02 réf. pièce du projet: MOG PRO 253 TUN 200 A			
								A 15/10/2018 S. Dahini J.-G. BONNET Z. GIRCUX Indice Date Des siné par Ventié par Approuvé par				N° de zone: S02 MOG PRO 253 TUN 200 A			



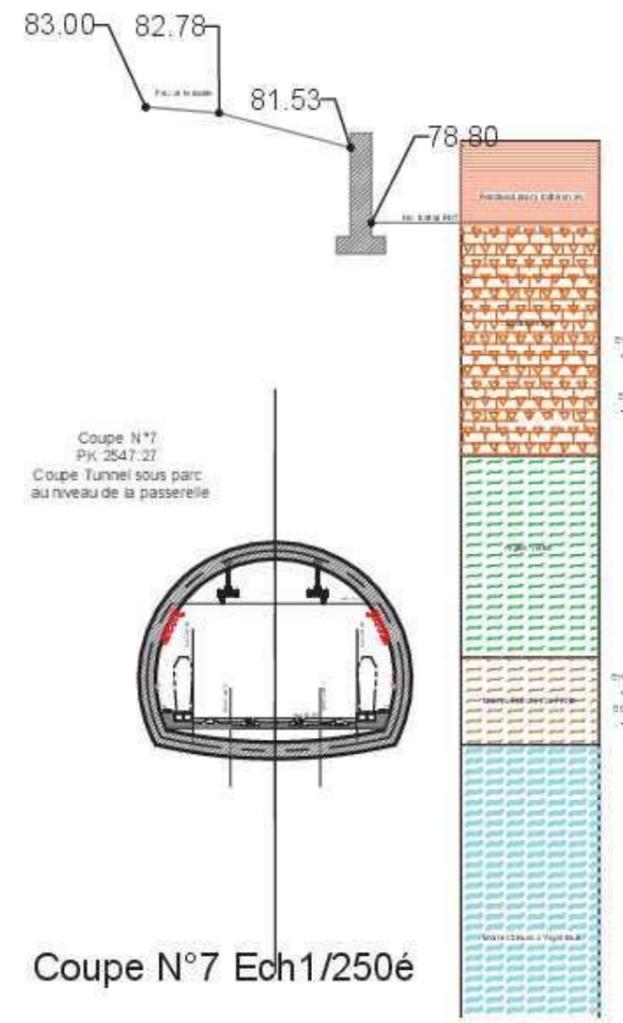
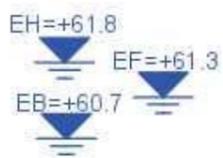
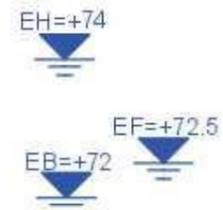
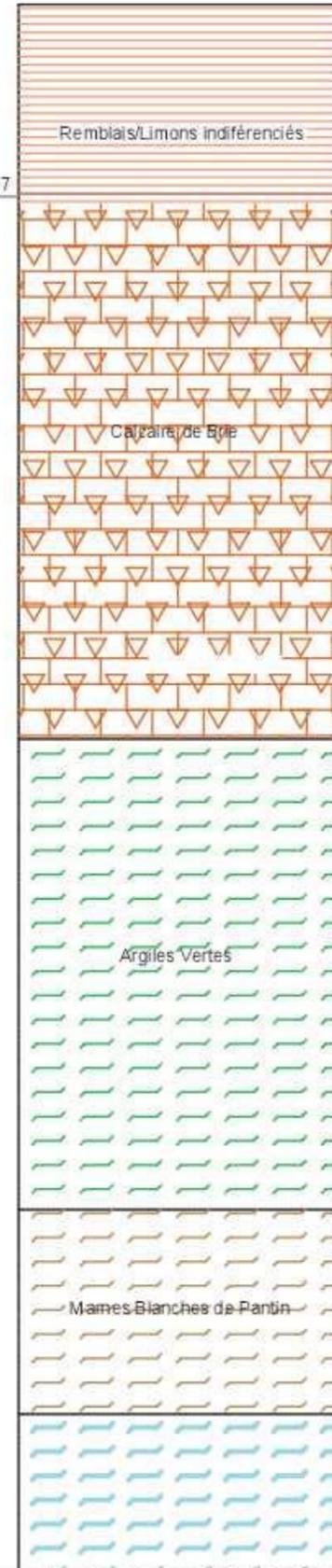
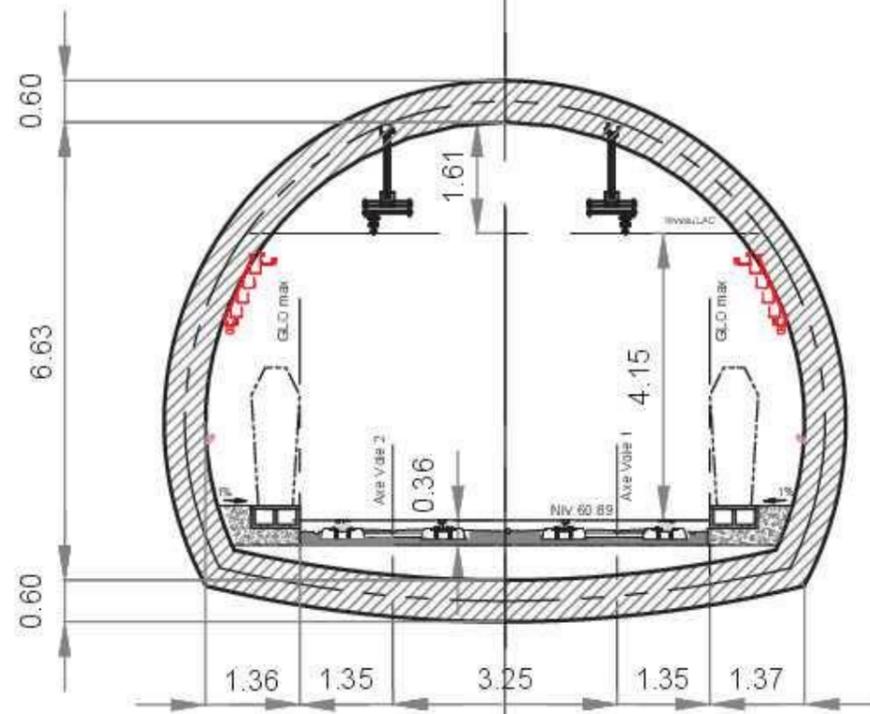
Coupe N°6
PK:2478.00
Tunnel sous RN7/ après station Observatoire



Maître d'ouvrage délégué SYSTRA état d'esprit		Maître d'ouvrage stif		Synoptique 		Légende 		Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge			Prolongement de la ligne 7 du tramway			
Maître d'oeuvre général INGÉROP		Emetteur REAPP						PHASE PROJET			Volume 9 Tranchées couvertes et Tunnel Camet de coupes			
								Echelle 1/100ème			Format A3			
N° d'identification réf. pièce du projet		S02 zone		MOG Emetteur		PRO Phase		253 Type		TUN Discipline		200 N° doc		A Index



Coupe N°7
PK:2547.27
Coupe Tunnel sous parc
au niveau de la passerelle



Coupe N°7 Ech 1/250é

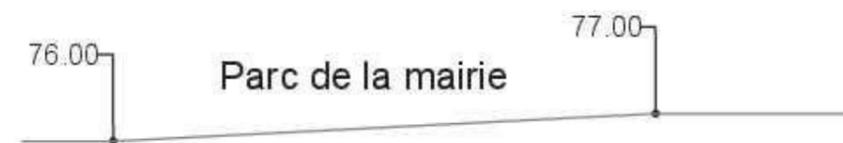
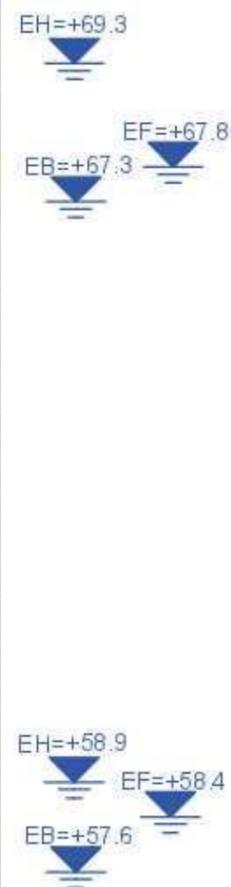
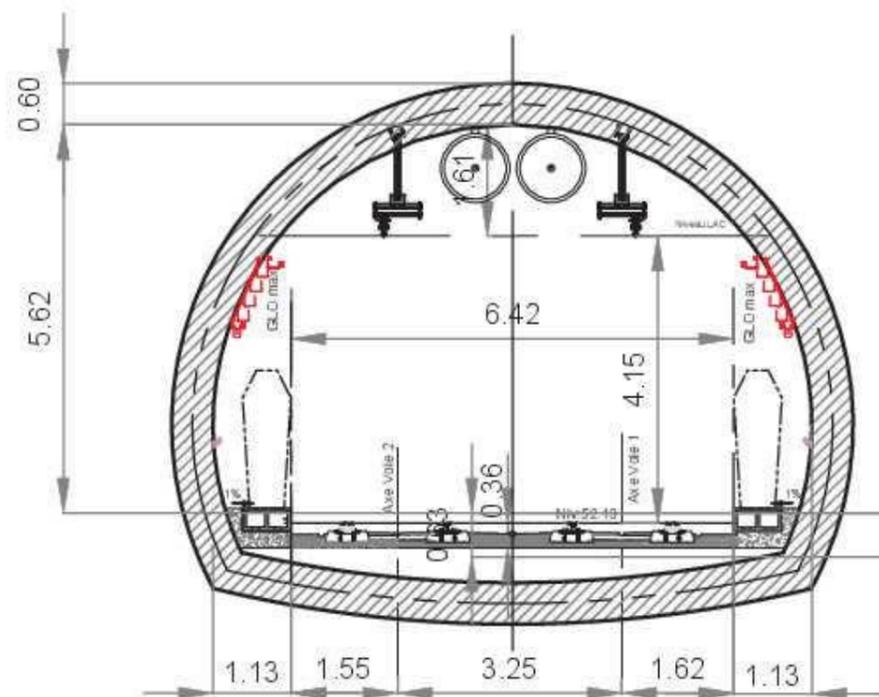
Maitre d'ouvrage delegue	Maitre d'ouvrage	Synoptique
SYSTRA état d'esprit	stif	
Maitre d'oeuvre general	Emetteur	
INGÉROP	REAPP	

Légende				

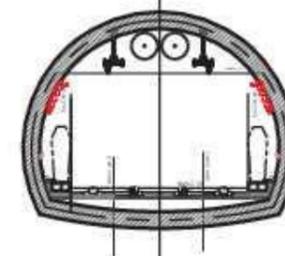
Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge				
PHASE PROJET				
A	15/10/2018	S. Dahini	J-G BONNET	Z. GIRCUX
Indice	Date	Desiné par	Véifié par	Approuvé par

Prolongement de la ligne 7 du tramway									
Volume 9 Tranchées couvertes et Tunnel									
Carnet de coupes									
Echelle 1/100éme					Format A3				
N° d'identification	S02	MOG	PRO	253	TUN	200	A		
réf. pièce du projet	zone	Emetteur	Phase	Type	Discipline	N° d'ordre	Indice		

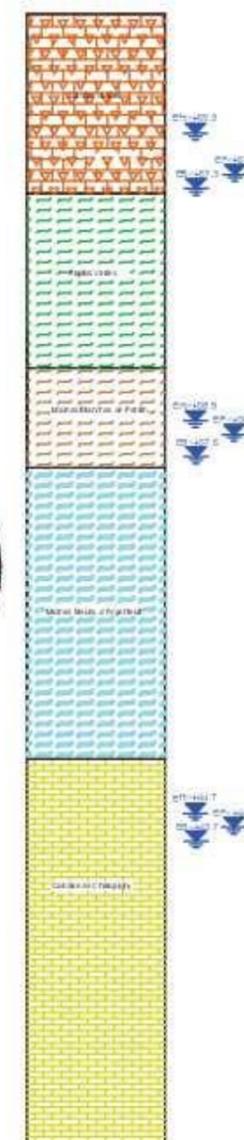
Coupe N°8
PK: 2707.055
Coupe Tunnel sous parc de la mairie



Coupe N°8
PK: 2707.055
Coupe Tunnel sous parc de la mairie



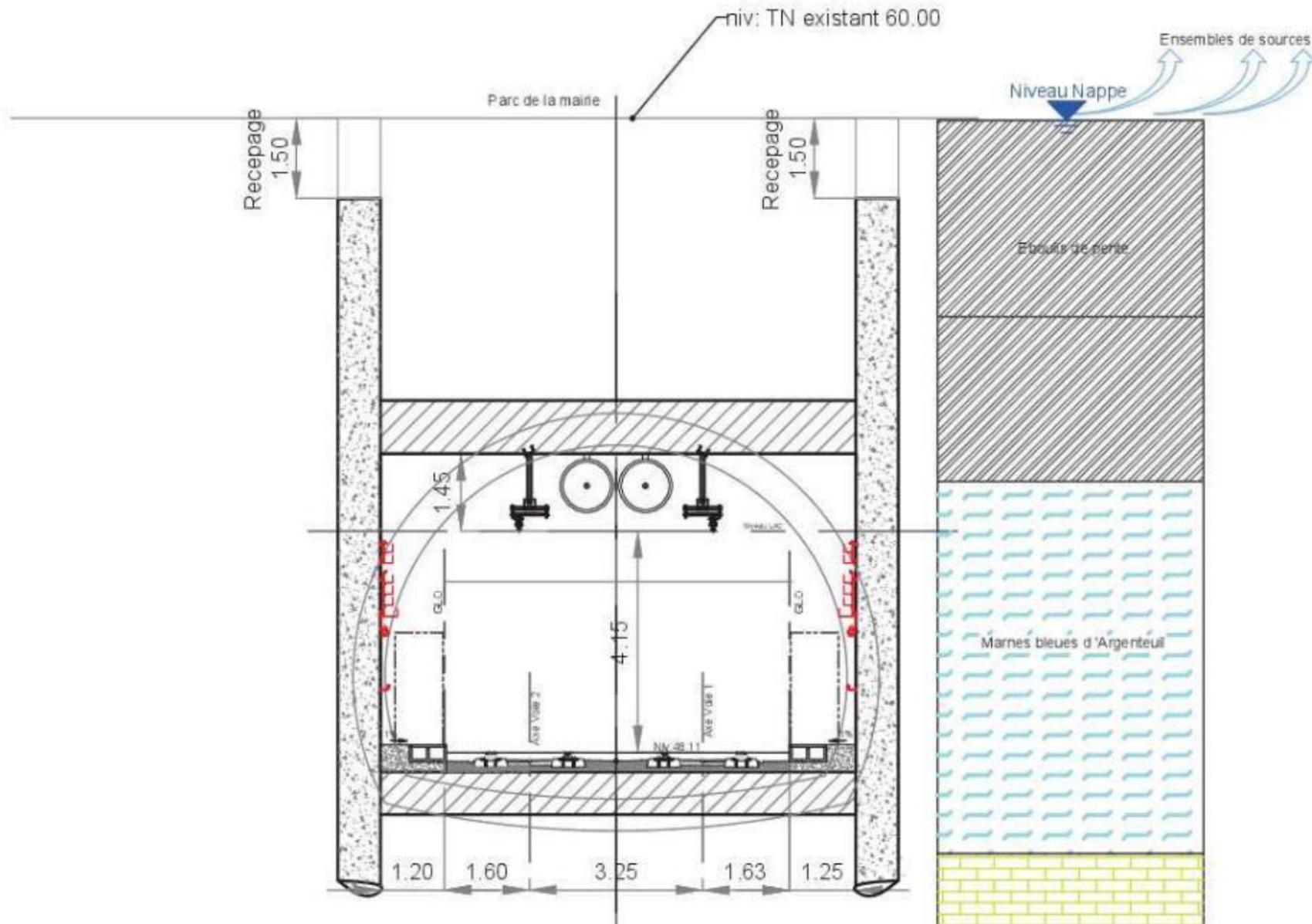
Coupe N°8 Ech1/250é



Maître d'ouvrage délégué	Maître d'ouvrage	Synoptique
STRATA état d'esprit	STUJ	
Maître d'ouvrage général	Emetteur	
AGÉROP	Riesles, Associés	

Légende			
Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge			
PHASE PROJET			
A	15/10/2018	S. Dahini	J.-G. BONNET
indice	Date	Desiné par	Véifié par
		Z. GIRCUX	Approuvé par

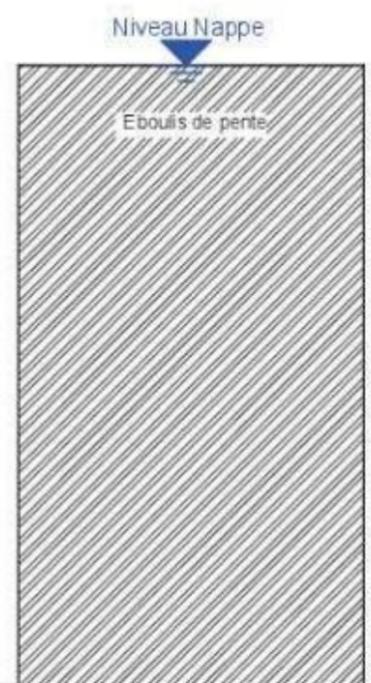
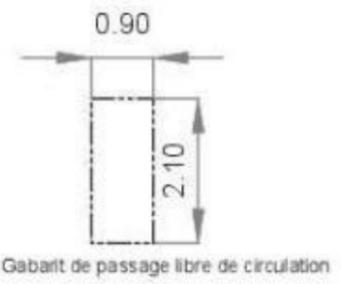
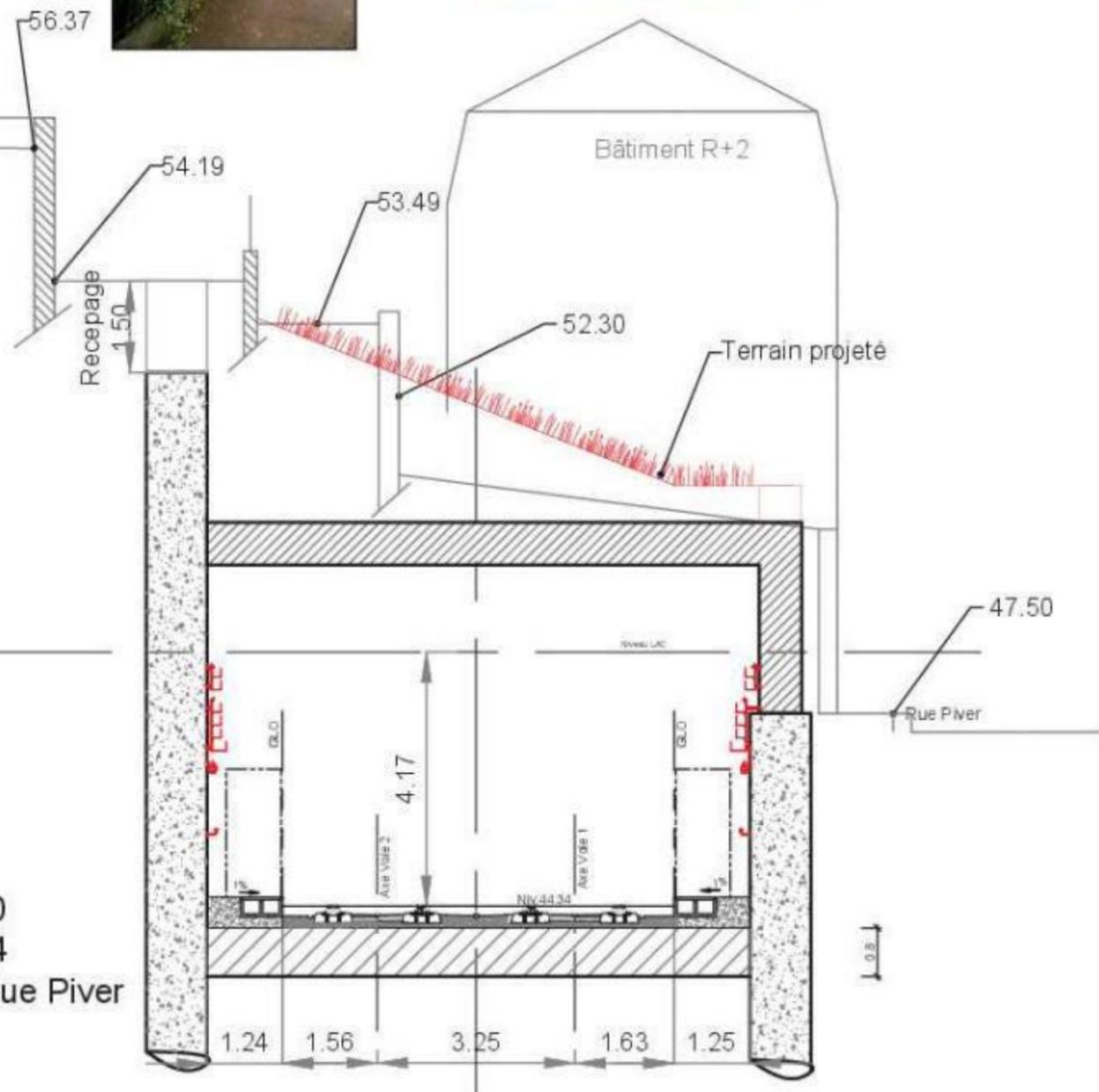
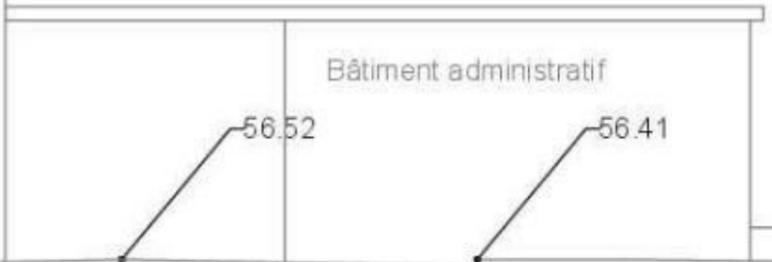
Prolongement de la ligne 7 du tramway									
Volume 9 Tranchées couvertes et Tunnel									
Camet de coupes									
Echelle	1/100ème	Format	A3						
N° d'identification	S02	MOG	PRO	253	TUN	200	A		
réf. titre du projet	zone	Emetteur	Phase	Type	Discipline	N° d'ordre	Indice		



Coupe N°9
 PK: 2780.18
 Tunnel après front d'attaque
 côté rue Piver

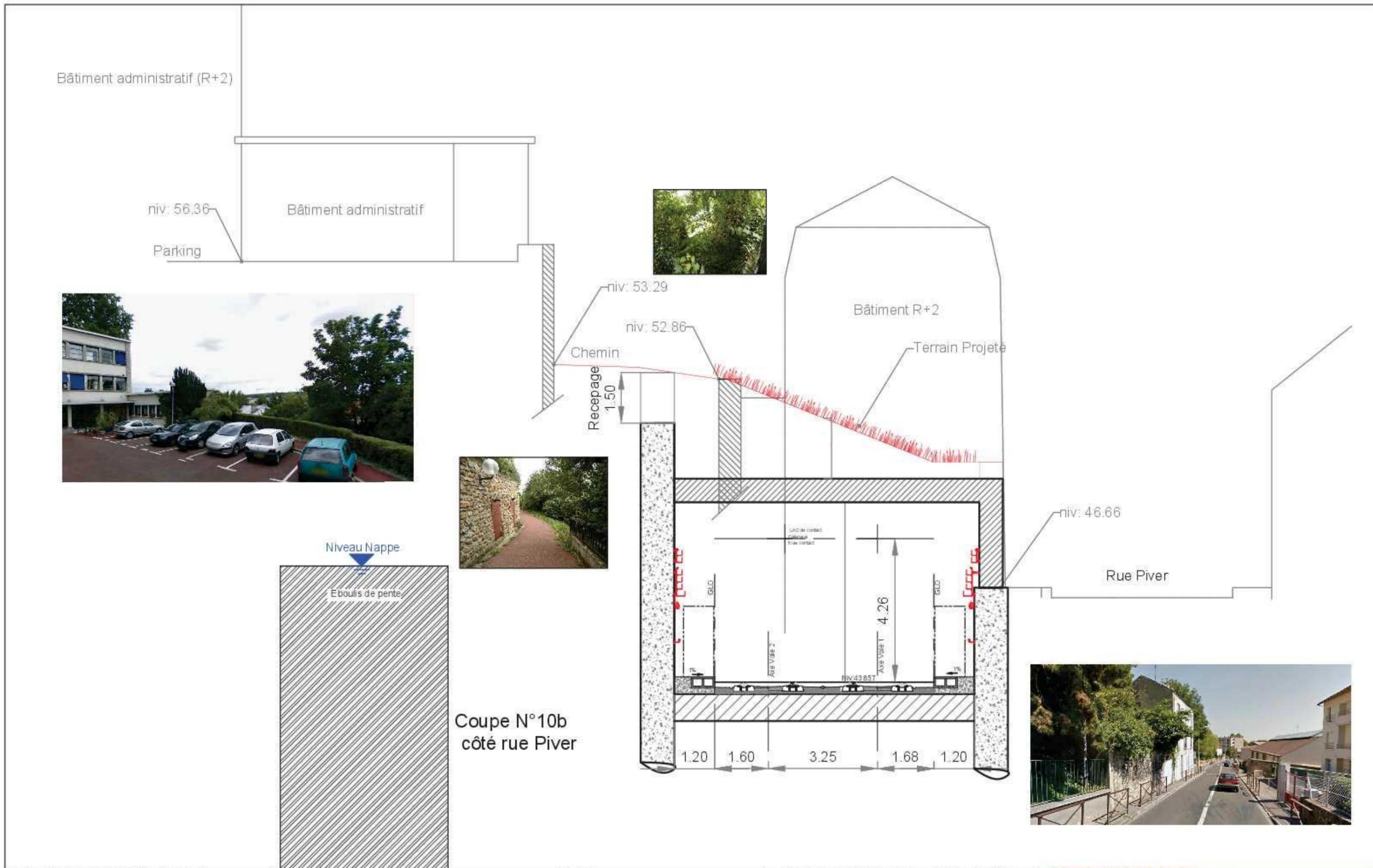
Maitre d'ouvrage délégué SYSTRA état d'esprit	Maitre d'ouvrage STIF	Synoptique 	Légende	Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge				Prolongement de la ligne 7 du tramway								
Maitre d'oeuvre général INGÉROP	Emetteur REACT			PHASE PROJET				Volume 9 Tranchées couvertes et Tunnel Camet de coupes								
				A	15/10/2018	S. DUBREUIL	J.-G. BONNET	Z. GIBOUX	Echelle:	1/100ème	Format:	A3				
				Indice	Date	Dessiné par	Véifié par	Approuvé par	N° de réalisation	S02	MOG	PRO	253	TUN	200	A
									réf. tube ou cage	026	Emetteur	Phase	Typ	Dispositif	N° d'ordre	Indice

ent administratif R+2

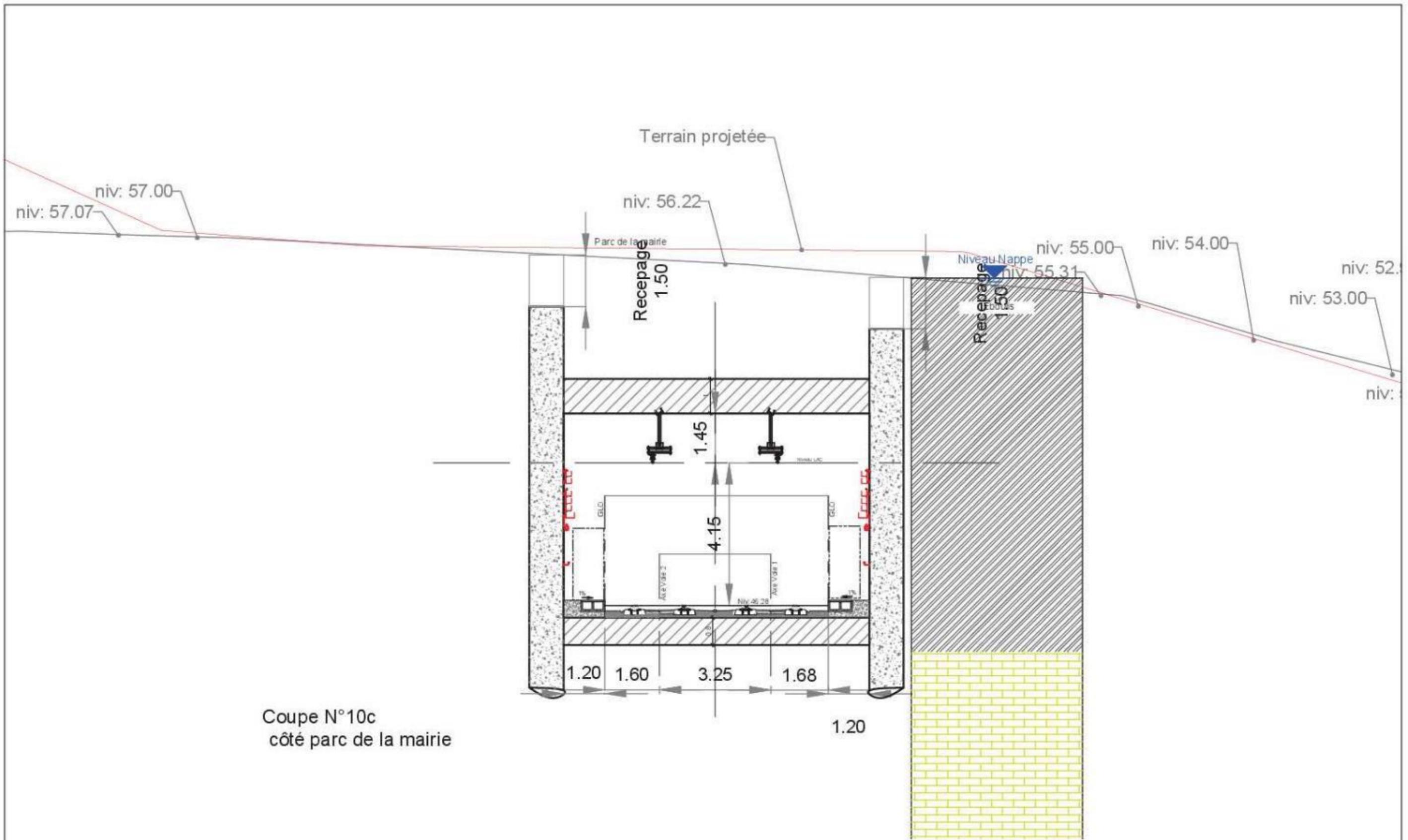


Coupe N°10
PK: 2863.54
Sortie Tunnel côté rue Piver

Maître d'ouvrage délégué SYSTRA état d'esprit		Maître d'ouvrage STU		Synoptique		Légende		Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge				Prolongement de la ligne 7 du tramway							
Maître d'oeuvre général INGÉROP		Emetteur MAATP						PHASE PROJET				Volume 9 Tranchées couvertes et Tunnel Camet de coupes							
INGÉROP		MAATP						Echelle: 1/100ème Format: A3				N° de direction: S02 N° de tube du projet: MOG Date: 15/10/2018 Dessiné par: S. DUBIN Vérifié par: J.-G. BONNET Approuvé par: Z. GIROUX				Type: PRO Discipline: TUN N° de tube: 200 N° de page: A			

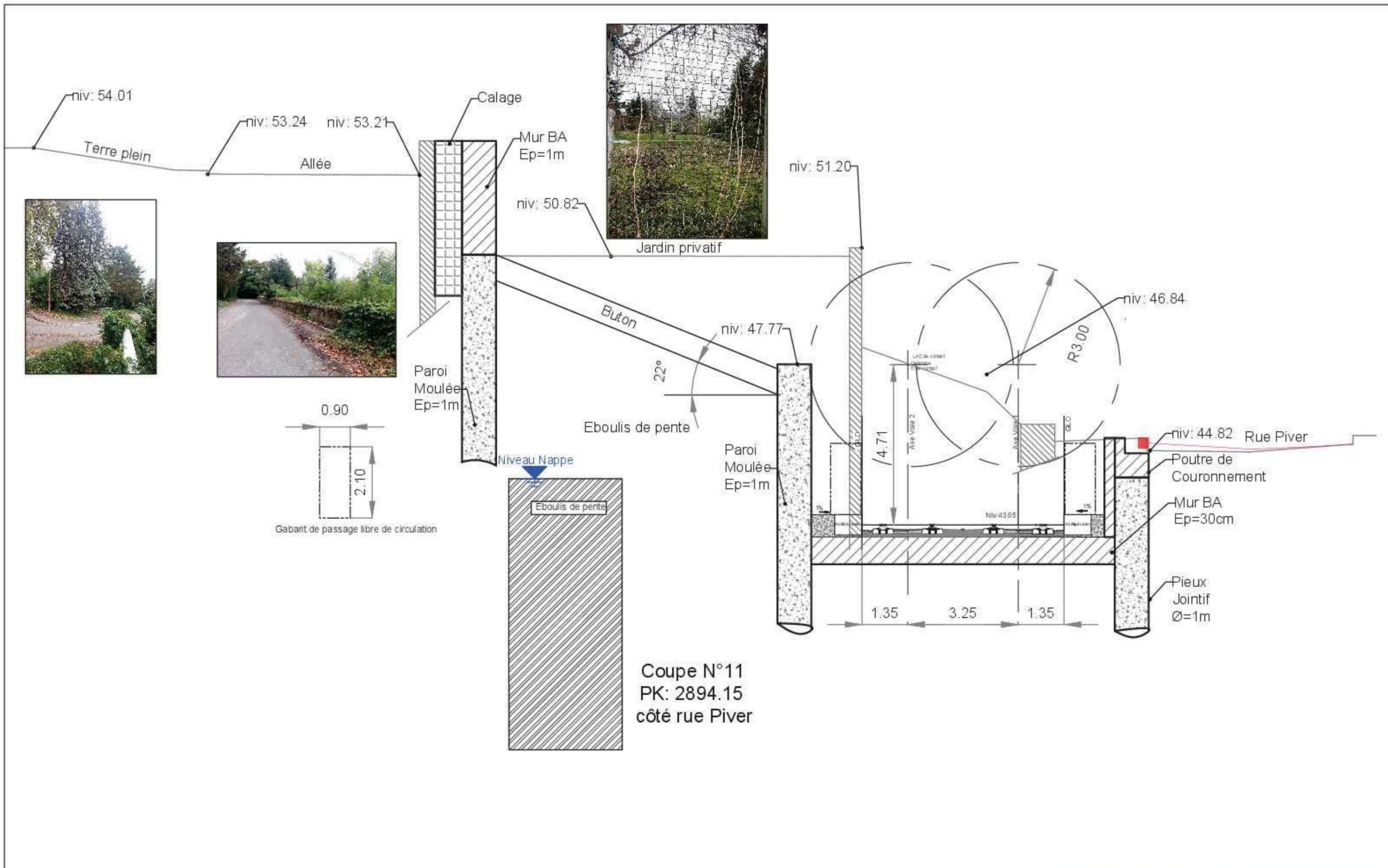


Maître d'ouvrage délégué SYSTRA état d'esprit		Maître d'ouvrage STIF		Synoptique 		Légende		Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge				Prolongement de la ligne 7 du tramway											
Maître d'oeuvre général INGÉROP		Emetteur REAP						PHASE PROJET				Volume 9 Tranchées couvertes et Tunnel Camet de coupes											
Date: 15/10/2018		Dessiné par: S. Dahini		Vérifié par: J.-G. BONNET		Approuvé par: Z. GIROUX		Echelle: 1/100ème				Format: A3											
Indice		Date		Dessiné par		Vérifié par		Approuvé par		N° d'identification: S02		MOG: MOG		PRO: PRO		253		TUN: TUN		200		A	

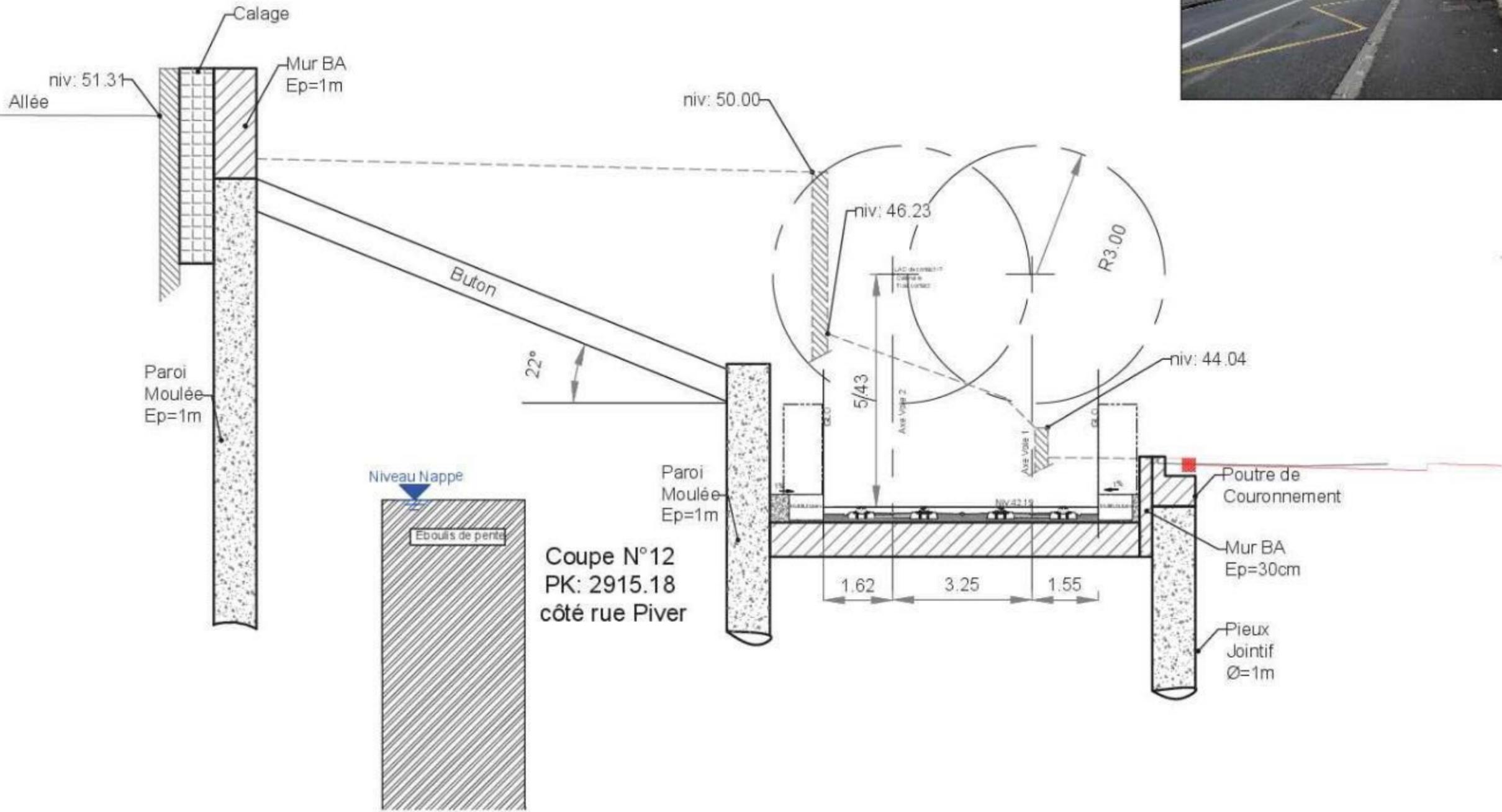


Coupe N°10c
côté parc de la mairie

Maître d'ouvrage délégué SYSTRA état d'esprit		Maître d'ouvrage STU		Synoptique 		Légende		Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge				Prolongement de la ligne 7 du tramway											
Maître d'oeuvre général INCIAOP		Emetteur MAAP						PHASE PROJET				Volume 9 Tranchées couvertes et Tunnel Camet de coupes											
N° d'orientation A		Date 15/10/2018		Dessiné par S. DUBRE		Vérifié par J.-G. BONNET		Approuvé par Z. GIBOUX		Echelle 1/100ème		Format A3		N° de plan S02		MOG MOG		PRO PRO		203 TUN		200 A	
Index										Zone Zone		Emetteur Emetteur		Phase Phase		Type Type		Discipline Discipline		N° de date N° de date		Index Index	

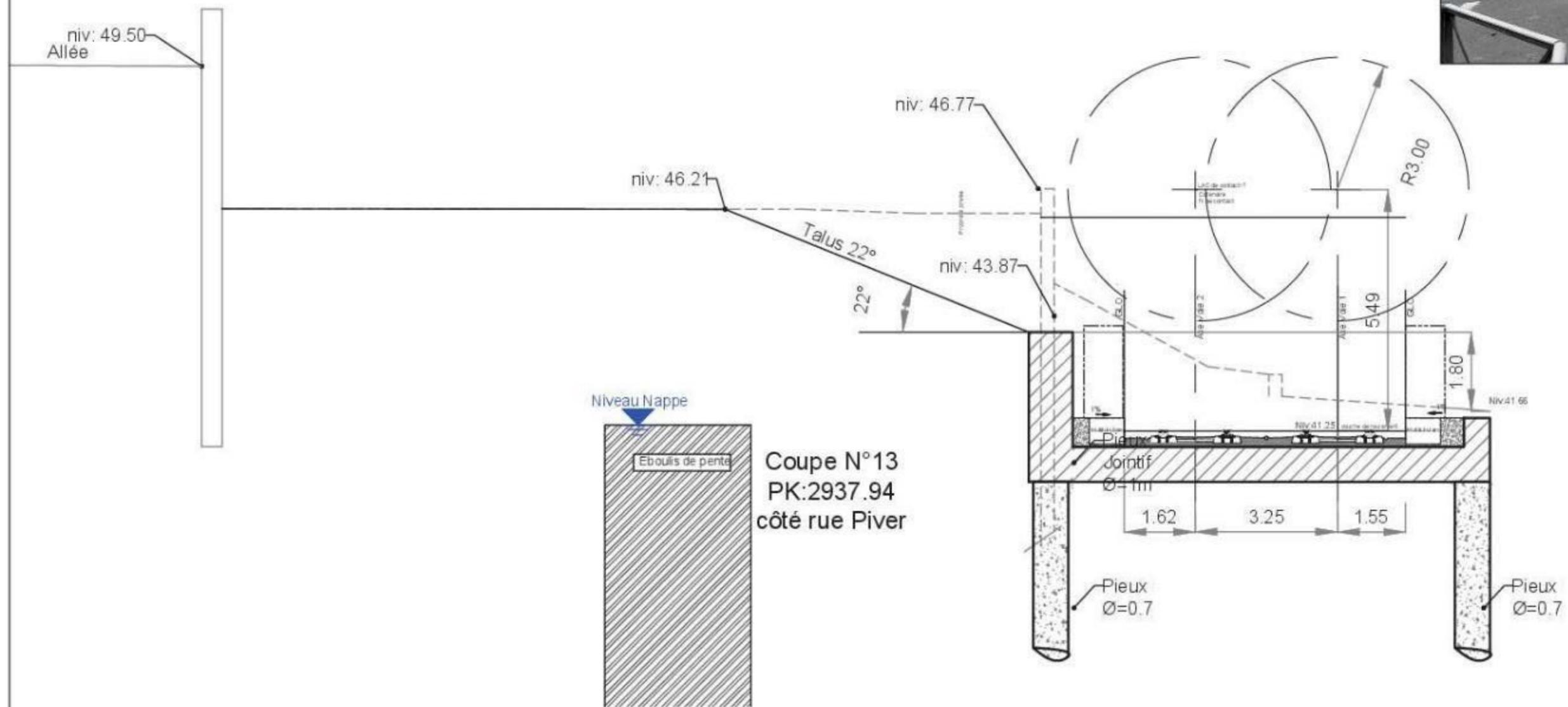


Maître d'ouvrage délégué SYSTRA état d'esprit		Maître d'ouvrage ESTIF		Synoptique 		Légende				Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge Prolongement de la ligne 7 du tramway			
Maître d'œuvre général INGÉROP		Emetteur RECHER ASSOCIÉS		PHASE PROJET				Volume 9 Tranchées couvertes et Tunnel Carnet de coupes					
15/10/2018 S. Dahini J.-G. BONNET Z. GIROUX		1/100ème S02 MOG PRO 253 TUN 200 A Zone Emetteur Phas Type Discipline N° d'ordre		Echelle 1/100ème Format A3				N° d'identification réf. pièce du projet					

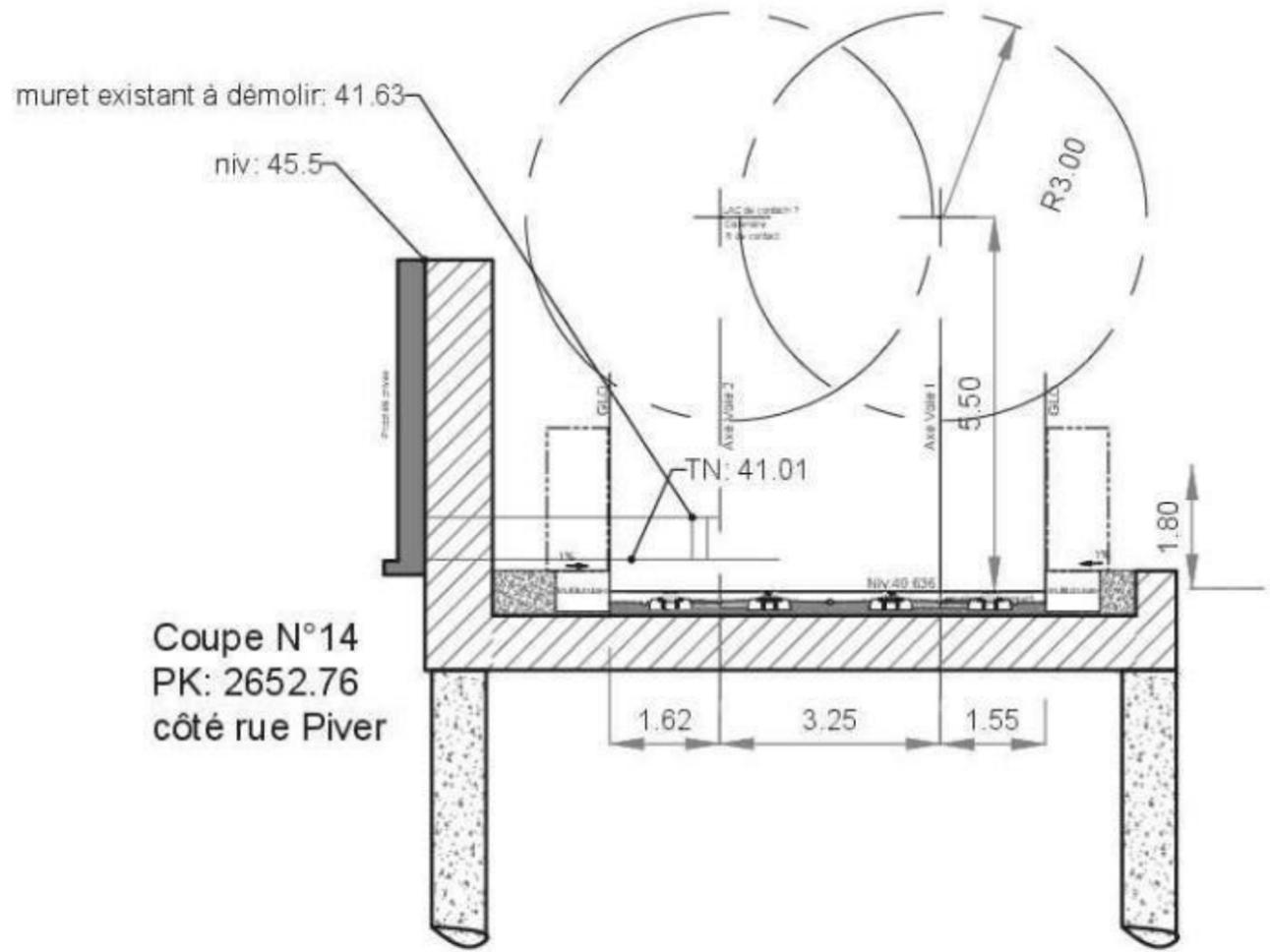


Coupe N°12
PK: 2915.18
côté rue Piver

Maitre d'ouvrage délégué SYSTRA état d'esprit	Maitre d'ouvrage ESTIF	Synoptique 	Légende	Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge				Prolongement de la ligne 7 du tramway			
Maitre d'oeuvre général INGÉROP Riehes Associés	Emetteur MAAP			PHASE PROJET				Volume 9 Tranchées couvertes et Tunnel Carnet de coupes			
				A 15/10/2018 S. DUBUIS J.-G. BONNET Z. GIBOUX				Echelle 1/100ème Format A3			
				Indice Date Dessiné par Vérifié par Approuvé par				N° de référence S02 MOG PRO 253 TUN 200 A ref. tube du projet Zone Emetteur Phase Type Discipline N° de dossier Indice			



Maître d'ouvrage délégué SYSTRA état d'esprit		Maître d'ouvrage stif		Synthétique		Légende		Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge				Prolongement de la ligne 7 du tramway			
Maître d'oeuvre général INGÉROP		Emetteur MAPP						PHASE PROJET				Volume 9 Tranchées couvertes et Tunnel Carnet de coupes			
A 15/10/2018		S. DUBINÉ		J.-G. BONNET		Z. GIBOUX		Echelle 1/100ème		Format A3		N° d'identification S02 MOG PRO 253 TUN 200 A		N° de plan 00	
Indice		Date		Dessiné par		Vérifié par		Approuvé par		Zone		Type		Discipline	



Maître d'ouvrage délégué SYSTRA état d'esprit		Maître d'ouvrage SETE		Synoptique 		Légende		Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge				Prolongement de la ligne 7 du tramway			
Maître d'oeuvre général INCÉSOR		Emetteur MAYP						PHASE PROJET				Volume 9 Tranchées couvertes et Tunnel Camet de coupes			
								Echelle: 1/100ème				Format: A3			
								N° d'identification: S02 MOG PRO 253 TUN 200 A				N° de plan: 01			
								Date: 15/10/2018				Dessiné par: S. DUBRE			
								Vérifié par: J.-G. BONNET				Approuvé par: Z. GRIOLK			

1.4.3. Liste des piézomètres à combler et à conserver

N°	X_L93 (m)	Y_L93 (m)	Cote du repère	Nappe captée	Date de réalisation	Proposition de BURGEAP
SC17	653925,63	6843592,79	54,19	EBOULIS	2014	A COMBLER (DEFECTUEUX)
SC15	653861,51	6843558,71	56,78	EBOULIS	2014	A COMBLER (DEFECTUEUX)
SC16	653893,36	6843548,99	56,5	EBOULIS	2014	A COMBLER (DEFECTUEUX)
SC13	653794,05	6843534,60	70,5	EOCENE SUP.	2014	A COMBLER (DEFECTUEUX)
PZ11	653685,49	6843574,77	75,3	EOCENE SUP.		A COMBLER (DEFECTUEUX)
SC3	653823,73	6843557,51	65,784	LUDIEN	05/10/2013	A COMBLER (DEFECTUEUX)
PZ1	653651,17	6844012,66	90,83	SANNOISIEN	2014	A COMBLER (DEFECTUEUX)
CR10	653862,06	6843518,08	56,22	EOCENE SUP.	2012-2013	A COMBLER (EMPRISE TRAVAUX)
SD1 – ABROTEC	653703,87	6843800,24	81,92	EOCENE SUP.	2014	A COMBLER (EMPRISE TRAVAUX)
SC21	653828,00	6843514,29	60,6	EOCENE SUP.		A COMBLER (EMPRISE TRAVAUX)
CR3	653691,16	6843790,04	81,022	LUDIEN	2012-2013	A COMBLER (EMPRISE TRAVAUX)
CR7	653697,29	6843687,70	82,12	LUDIEN	2012-2013	A COMBLER (EMPRISE TRAVAUX)
CR9	653773,29	6843536,64	73,08	LUDIEN	2012-2013	A COMBLER (EMPRISE TRAVAUX)
SC9	653698,29	6843773,00	81,19	LUDIEN	2014	A COMBLER (EMPRISE TRAVAUX)
PR3	653691,97	6843791,84	84,417	SANNOISIEN	2012-2013	A COMBLER (EMPRISE TRAVAUX)
PZ8	653695,43	6843765,09	80,9	SANNOISIEN	2014	A COMBLER (EMPRISE TRAVAUX)
PZ7	653696,70	6843775,86	81,18	SANNOISIEN	2014	A COMBLER (EMPRISE TRAVAUX)
PT1	653699,02	6843790,06	81,56	SANNOISIEN	2014	A COMBLER (EMPRISE TRAVAUX)
PZ6	653698,32	6843797,50	81,74	SANNOISIEN	2014	A COMBLER (EMPRISE TRAVAUX)
PZ9	653692,92	6843756,50	80,6	SANNOISIEN		A COMBLER (EMPRISE TRAVAUX)
CR4	653702,59	6844745,38	80,238	LUDIEN	2012-2013	A COMBLER (NON NECESSAIRE)
SC11	653709,05	6843646,35	84,2	LUDIEN	2014	A COMBLER (NON NECESSAIRE)
SC12	653728,77	6843555,22	82,52	LUDIEN	2014	A COMBLER (NON NECESSAIRE)
SD1 - CEBTP	653839,21	6843528,02	59,188	LUDIEN	08/10/2013	A COMBLER (NON NECESSAIRE)
SD2	653821,22	6843530,67	63,422	LUDIEN	08/10/2013	A COMBLER (NON NECESSAIRE)
SD3	653825,72	6843557,82	65,745	LUDIEN	05/10/2013	A COMBLER (NON NECESSAIRE)
SC20	653694,35	6843737,50	80,1	LUDIEN		A COMBLER (NON NECESSAIRE)
PR4	653702,31	6844746,78	80,201	SANNOISIEN	2012-2013	A COMBLER (NON NECESSAIRE)
CR8	653712,46	6843599,43	84,258	SANNOISIEN	2012-2013	A COMBLER (NON NECESSAIRE)

N°	X_L93 (m)	Y_L93 (m)	Cote du repère	Nappe captée	Date de réalisation	Proposition de BURGEAP
SC18	653910,75	6843603,48	54,82	EBOULIS	2014	A CONSERVER
SC24	653926,23	6843555,14	45,25	EBOULIS		A CONSERVER
PZ14	653853,72	6843653,03	65,86	EBOULIS		A CONSERVER
SC23	653901,26	6843528,55	48,13	EOCENE SUP.	Inconnu	A CONSERVER
PZ5	653930,58	6843464,77	40,8	EOCENE SUP.	2014	A CONSERVER
SC19	653955,36	6843574,50	42,5	EOCENE SUP.	2014	A CONSERVER
PZ10	653495,52	6843574,71	75,3	EOCENE SUP.		A CONSERVER
PZ12	653701,46	6843463,97	71,98	EOCENE SUP.		A CONSERVER
PZ5	653935,34	6843465,85	40,605	EOCENE SUP.		A CONSERVER
PR7	653699,27	6843684,98	82,335	SANNOISIEN	2012-2013	A CONSERVER
PZ4	653800,73	6843682,01	76,49	SANNOISIEN	2014	A CONSERVER
PZ2	653588,08	6843867,58	88,45	SANNOISIEN	2014	A CONSERVER
PZ3	653752,01	6843787,08	80,92	SANNOISIEN	2014	A CONSERVER
SC8	653690,47	6843899,17	85,26	SANNOISIEN	2014	A CONSERVER
SC6	653743,17	6844084,85	86,1	SANNOISIEN	2014	A CONSERVER
PZ13	653796,73	6843595,61	72,03	SANNOISIEN		A CONSERVER
02193X0416/S5	653979,01	6843574,26	40,2	EOCENE SUP.	1982	NON CONCERNE
02193X0417/S5BIS	653977,99	6843572,27	40,2	EOCENE SUP.	1982	NON CONCERNE
02193X0419/S7	653972,86	6843556,33	40,6	EOCENE SUP.	1982	NON CONCERNE
02193X0420/S8	653975,77	6843545,31	41,7	EOCENE SUP.	1982	NON CONCERNE
02193X0257/S1	653814,55	6843745,54	75,1	INDETERMINE		NON CONCERNE
02193X0256/S2	653746,95	6844025,94	85,7	SANNOISIEN	1964	NON CONCERNE
02193X0208/F	653664,99	6843786,77	83	SANNOISIEN	1964	VERIFIER SI EXPLOITATBLE

1.4.4. Incidence piézométrique sur le bâti

N°	Type de bâtiment	Sous-sol	Usage	Cuvelage	Abaissement / relèvement de la nappe en phase travaux	Abaissement / relèvement de la nappe en phase définitive
1	Logement R+4	Aucun (à vérifier)	Sans objet	Sans objet	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
2	Public - Pôle emploi / R+2	Aucun (à vérifier)	Sans objet	Sans objet	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
3	Logement R+2	Aucun (à vérifier)	Sans objet	Sans objet	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
4	Commerces R+1	Aucun (à vérifier)	Sans objet	Sans objet	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
5	Bureau R+2	1	Inconnu	Inconnu	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
6	Logement R+1, commerce au RDC	Aucun (à vérifier)	Sans objet	Sans objet	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
7	Logement R+2, commerce au RDC	1	Inconnu	Inconnu	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
8	Commerce R+2	1	Inconnu	Inconnu	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
9	Logement R+1, commerce au RDC	1	Inconnu	Inconnu	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
10	Logement R+1, commerce au RDC	1	Inconnu	Non	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
11	Logement R+1 avec commerce RDC	1	Inconnu	Inconnu	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
13	Logement R+1	1	Parking	Non (à vérifier)	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
14	Logement R+2	Aucun	Cave	Non (à vérifier)	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
15	Logement R+2	Aucun	Cave	Non (à vérifier)	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m

N°	Type de bâtiment	Sous-sol	Usage	Cuvelage	Abaissement / relèvement de la nappe en phase travaux	Abaissement / relèvement de la nappe en phase définitive
16	Logement R+2	1	Cave	Non (à vérifier)	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
17	Petit commerce (garage) ou bureau accueillant moins de 300 personnes, < 28 m	Aucun	Sans objet	Sans objet	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
18	Logement R+0	Aucun (à vérifier)	Sans objet	Sans objet	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
18BIS	Logement R+1 (+ combles) avec commerce RDC	1	Cave (?)	Non (à vérifier)	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
19	Logement R+1 (+ combles) avec commerce RDC (Rentacar)	Aucun	Sans objet	Sans objet	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
20	Logement R+1	1	Inconnu	Inconnu	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
20BIS	Logement R+1	1	Inconnu	Inconnu	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
21	Commerce RDC	Aucun (à vérifier)	Sans objet	Sans objet	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
22	Logement R+1 (avec comble) avec commerce au RDC	1	Inconnu	Inconnu	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
23	Logement R+1 (avec comble) avec commerce au RDC	1	Inconnu	Inconnu	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
23BIS	Logement R+1 (avec comble) avec atelier au RDC	Aucun	Sans objet	Sans objet	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
24	Logement R+2	Aucun	Sans objet	Sans objet	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m

N°	Type de bâtiment	Sous-sol	Usage	Cuvelage	Abaissement / relèvement de la nappe en phase travaux	Abaissement / relèvement de la nappe en phase définitive
25	Logement R+1	1	Cave	Inconnu	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
26	Logement R+1	Aucun	Sans objet	Sans objet	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
27	Logement R+1	Aucun	Sans objet	Sans objet	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
28	Logement R+1	Aucun	Sans objet	Sans objet	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
29	Logement R+2	Aucun	Sans objet	Sans objet	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
30	Petit commerce (garage) ou bureau accueillant moins de 300 personnes, < 28 m / R+0	Aucun	Sans objet	Sans objet	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
31	Etablissement de santé / R+3	Aucun	Sans objet	Sans objet	+1,0 m	+0,5 à +1,0 m
32	Etablissement de santé / R+4	1	Locaux techniques	oui	+0,5 à +1,0 m	+0,1 à +0,5 m
33	Logement privé R+1	Aucun	Sans objet	Sans objet	+0,5 à +1,0 m	+0,1 à +0,5 m
34	Logement R+5	2 (à vérifier)	Parking	Oui	-0,1 à -0,5 m	+0,1 à +0,5 m
35	Commerce RDC	Aucun (à vérifier)	Sans objet	Sans objet	-0,1 à -0,5 m	-0,1 à -0,5 m
36	Logement R+1 avec commerce en RDC	Aucun (à vérifier)	Sans objet	Sans objet	-0,1 à -0,5 m	-0,1 à -0,5 m
37	Logement R+5 et commerce au RDC	2 (à vérifier)	Parking	Oui	-0,1 à -0,5 m	-0,1 à -0,5 m
38	Logement équivalent R+5 avec commerce RDC	Aucun (à vérifier)	Sans objet	Sans objet	-0,1 à -0,5 m	-0,1 à -0,5 m

N°	Type de bâtiment	Sous-sol	Usage	Cuvelage	Abaissement / relèvement de la nappe en phase travaux	Abaissement / relèvement de la nappe en phase définitive
39	Logement équivalent R+6 avec commerce RDC	2 (à vérifier)	Parking	Oui	-0,5 à -1,0 m	-0,5 à -1,0 m
40	Bâtiment Observatoire R+1	Aucun	Sans objet	Sans objet	-1,0 m	-0,5 à -1,0 m
41	Bâtiment Observatoire R+2 (partie avec la tour et le télescope)	1	Cave	Non	-1,0 m	-0,5 à -1,0 m
42	Bâtiment public (archives et association) R+1	Aucun	Sans objet	Sans objet	-1,0 m	-0,5 à -1,0 m
43	Bureau et ERP, R+2	1	Cave	Non	-0,5 à -1,0 m	-0,5 à -1,0 m
44	Logement R+0	Aucun	Sans objet	Sans objet	-0,1 à -0,5 m	-0,5 à -1,0 m
45	Poste de transformation ENEDIS HT	Fosse de 1 m de profondeur	Fosse	OUI	-0,1 à -0,5 m	-0,1 m à +0,1 m
46	Logement R+1	Aucun	Sans objet	Sans objet	-0,1 à -0,5 m	-0,1 m à +0,1 m
47	Logement R+2	Aucun	Sans objet	Sans objet	-0,1 à -0,5 m	-0,1 m à +0,1 m
48	Commerce RDC	Aucun	Sans objet	Sans objet	-0,1 à -0,5 m	-0,1 m à +0,1 m
49	Débarras R+1	Aucun	Sans objet	Sans objet	-0,1 à +0,1 m	-0,1 m à +0,1 m
50	Logement R+5 (ou +6)	2	Cave / Parking	Inconnu	-0,1 à +0,1 m	-0,1 m à +0,1 m
51	Logement R+3 (+4 d'un côté)	1	Parking	Inconnu	-0,1 à +0,1 m	-0,1 m à +0,1 m
52	Bâtiment public (mairie) - R+2	1	Bureaux locaux /	Inconnu	-0,1 m	+0,1 m

N°	Type de bâtiment	Sous-sol	Usage	Cuvelage	Abaissement / relèvement de la nappe en phase travaux	Abaissement / relèvement de la nappe en phase définitive
			techniques			
53	Bâtiment public (IUT) - R+1	1	Archives / locaux techniques	Inconnu	-0,5 à -1,0 m	+1,0 à +2,0 m
54	Bâtiment public (logement gardien + chaufferie) - R+1	Aucun	Sans objet	Sans objet	-0,5 à -1,0 m	+2,0 à +3,0 m
55	Logement R+2	Aucun	Sans objet	Sans objet	-0,1 à +0,1 m	-0,1 m à +0,1 m
56	Logement R+1 (avec comble)	1	Garage / cave / buanderie / chaufferie	Non (à vérifier)	-0,5 à -1,0 m	-0,1 m à +0,1 m
57	Logement R+1	1	Garage	Non (à vérifier)	-0,5 à -1,0 m	-0,1 m à -0,5 m
58	Logement R+0 (+ comble)	1	Cave voutée	Non (à vérifier)	-0,5 à -1,0 m	-0,1 m à -0,5 m
59	Logement R+1	1	Cave / parking	Non (à vérifier)	-0,5 à -1,0 m	-0,1 m à -0,5 m
60	Logement R+0 (+ comble)	1	Cave / parking	Non (à vérifier)	-0,5 à -1,0 m	-0,5 m à -1,0 m
61	Logement R+0 (+ comble)	1 (à vérifier)	Cave / parking	Non (à vérifier)	-0,5 à -1,0 m	-0,5 m à -1,0 m
62	Logement R+0 (+ comble)	1 (partiel)	Cave / parking	Non (à vérifier)	-0,5 à -1,0 m	-0,5 m à -1,0 m
63	Logement R+0 (+ comble)	1/2	Cave / parking	Non (à vérifier)	-0,5 à -1,0 m	-0,5 m à -1,0 m
64	Logement R+1	1	Cave / parking	Non (à vérifier)	-0,5 à -1,0 m	-0,5 m à -1,0 m
65	Logement R+1	1	Cave / parking	Non (à vérifier)	-0,5 à -1,0 m	-0,5 m à -1,0 m
66	Logement R+2	1	Cave / parking	Non (à vérifier)	+0,5 à +1,0 m	-1,0 à -2,0 m

N°	Type de bâtiment	Sous-sol	Usage	Cuvelage	Abaissement / relèvement de la nappe en phase travaux	Abaissement / relèvement de la nappe en phase définitive
67	Bâtiment public (centre culturel) R+2	1	Salle de cinéma	Non (à vérifier)	+1,0 à +2,0 m	-1,0 à -2,0 m
68	Logement R+2	Aucun	Sans objet	Sans objet	+0,1 à +0,5 m	+0,5 à +1,0 m
68BIS	Logement R+1	Aucun	Sans objet	Sans objet	+0,1 à +0,5 m	+0,5 à +1,0 m
69	Logement R+2/R+1 (selon où l'on se trouve le long du <u>bâtiment</u>) et commerce RDC	Aucun	Sans objet	Sans objet	+0,1 m	-0,1 à -0,5 m
70	Cave semi-enterrée	1	Cave	Non	-1,0 m	-0,5 à -1,0 m
71	Cave	1	Cave	Non	-0,1 à -0,5 m	-0,1 à -0,5 m

1.4.5. Résultats des analyses de la qualité des eaux souterraines

Paramètres physico-chimiques		Seuils concessionnaires		Campagne de prélèvement du 18/07/2014			
		SIVOA	SIAVB	PT1 (Marno-calcaire de Brie)	SC9 (Marnes de Pantin)	SC17 (Eboulis)	SD1 (Calcaire de Champagne)
pH	u.SI		5,5 - 8,5 / 9,5	7,1	7,2	7	7,2
Température	°C		30	17	17	17	17
Matières en suspension	mg/l	35	600	N/A	N/A	N/A	N/A
DCO	mg/l	125	2000	< 15	< 15	< 15	420
DBO5+ATH	mg/l		800	< 3	< 3	< 3	94
Rapport DCO/DBO5	-		2,5	-	-	-	4,5
Chlorures (Cl)	mg/l			48	61	83	55
Azote total (Ntot)	mg/l	10		24	21	12	16
Sulfures libérables (S)	mg/l			< 3	< 3	< 3	< 3
Hydrogencarbonates (HCP3)	mg/l			380	470	410	380
Sulfures dissous (S)	mg/l			< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Ammonium (NH4)	mg/l			< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Azote ammoniacal (NH4-N)	mg/l			< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039
Azote Kjeldahl	mg/l		150	N/A	N/A	N/A	N/A
Nitrates (NO3)	mg/l			120	110	60	97
Nitrates (NO3-N)	mg/l			27	25	14	22
Sulfates (SO4)	mg/l			160	190	240	170
Carbonates (CO3)	mg/l			0	0	0	0
CO2 agressif	mg/l			< 3	< 3	< 3	< 3
Ecotoxicité (test Daphnée)	équitox/m ³			< 1,11	< 1,11	< 1,11	< 1,11
Métaux et métalloïdes							
Arsenic (As)	µg/l			< 10	< 10	< 10	< 10
Calcium (Ca)	mg/l			210	180	240	170
Cadmium (Cd)	µg/l			< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,5
Chrome (Cr)	µg/l			< 1	< 1	< 1	2
Cuivre (Cu)	µg/l			< 1	< 1	2	9
Magnésium (Mg)	mg/l			17	25	25	25
Mercure (Hg)	µg/l			< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Nickel (Ni)	µg/l			< 2	5	3	5
Phosphore (P)	µg/l	1000		14	< 10	14	49
Plomb (Pb)	µg/l			< 10	< 10	< 10	< 10
Potassium (K)	mg/l			6,2	12	9,3	7
Sodium (Na)	mg/l			40	40	64	32
Zinc (Zn)	µg/l			2	2	3	50
Indice hydrocarbure C10-C40							
Fraction C10-C12	µg/L			< 100	< 100	< 100	30
Fraction C12-C16	µg/L			< 100	< 100	< 100	1600
Fraction C16-C21	µg/L			< 100	< 100	< 100	90
Fraction C21-C35	µg/L			< 100	< 100	< 100	50
Fraction C35-C40	µg/L			< 100	< 100	< 100	< 0,03
Somme des hydrocarbures C10-C40 (1)	µg/L	5	10000	< 100	< 100	< 100	1800
HAP							
Naphtalène	µg/L			< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Acénaphthylène	µg/L			< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Acénaphthène	µg/L			< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Fluorène	µg/L			< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Phénanthrène	µg/L			< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02

Anthracène	µg/L			< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Fluoranthène (2)	µg/L			< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Pyrène	µg/L			< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Benzo(a)anthracène	µg/L			< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Chrysène	µg/L			< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Benzo(b)fluoranthène (2)	µg/L			< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Benzo(k)fluoranthène (2)	µg/L			< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Benzo(a)pyrène (2)	µg/L			< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Dibenzo(a,h)anthracène	µg/L			< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Benzo(g,h,i)pérylène (2)	µg/L			< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Indéno(1,2,3-cd)pyrène (2)	µg/L			< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Somme des 4 HAP	µg/L			-	-	-	-
Somme des 6 HAP (2)	µg/L			25	-	-	-
CAV							
Benzène	µg/L			< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Toluène	µg/L		740	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Ethylbenzène	µg/L			< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
m,p-Xylène	µg/L			< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
o-Xylène	µg/L			< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Somme xylènes	µg/L		100	-	-	-	-
Somme des BTEX	µg/L			-	-	-	-
o-Ethyltoluène	µg/L			< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
m-,p-Ethyltoluène	µg/L			< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
1,2,3-Triméthylbenzène	µg/L						
1,2,4-Triméthylbenzène (pseudocumène)	µg/L			< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
1,3,5-Triméthylbenzène (mé-sitylène)	µg/L			< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Somme des CAV	µg/L			-	-	-	-
COHV							
AOX	µg/L		1000	18	23	48	23
Tétrachloroéthylène (PCE)	µg/L			< 0,5	< 0,5	< 0,5	11
Trichloroéthylène (TCE)	µg/L			1,2	0,9	< 0,5	1,1
Somme TCE + PCE	µg/L			-	-	-	-
cis-1,2-dichloroéthylène	µg/L			0,9	0,5	< 0,5	0,8
trans-1,2-dichloroéthylène	µg/L			< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Somme cis + trans-1,2-dichloroéthylène	µg/L			-	-	-	-
1,1-dichloroéthylène	µg/L			< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Chlorure de Vinyle	µg/L			< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
1,1,1 trichloroéthane	µg/L			< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
1,2 dichloroéthane	µg/L						
1,1 dichloroéthane	µg/L			< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Tétrachlorométhane (tétra-chlorure de carbone)	µg/L			< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Trichlorométhane (chloro-forme) (3)	µg/L			< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Dichlorométhane	µg/L			< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Somme des COHV	µg/L			12	7,5	1,2	13
PCB							
PCB (28)	µg/L			N/A	N/A	N/A	N/A
PCB (52)	µg/L			N/A	N/A	N/A	N/A
PCB (101)	µg/L			N/A	N/A	N/A	N/A
PCB (118)	µg/L			N/A	N/A	N/A	N/A
PCB (138)	µg/L			N/A	N/A	N/A	N/A
PCB (153)	µg/L			N/A	N/A	N/A	N/A
PCB (180)	µg/L			N/A	N/A	N/A	N/A
Somme des PCB	µg/L			0,01	N/A	N/A	N/A
Composés phénoliques							
indice phénol	µg/L			300	N/A	N/A	N/A

1.5. EXTRAITS DE LA NOTE DE L'ASSAINISSEMENT DE PLATEFORME DE TRAMWAY

[...]

1.5.1. Hypothèses de calcul et de dimensionnement

1.5.1.1. Méthodologie de dimensionnement des canalisations

1.5.1.1.1 - Calcul du débit de pointe

Les débits sont calculés pour une période de retour de 10 ans, conformément aux prescriptions de l'INT77. La méthode de Caquot donne :

$$Q_{10(0)}(F) = k^{\frac{1}{u}} \cdot I^{\frac{v}{u}} \cdot C^{\frac{1}{u}} \cdot A^{\frac{w}{u}}$$

Avec :

- Q10 (0) : débit de pointe actuel (m³/s) de fréquence de dépassement F ;
- I : pente moyenne de la surface reprise (m/m) ;
- C : coefficient de ruissellement de la surface reprise ;
- A : superficie de la surface reprise (ha) ;
- k : coefficient d'expression $\frac{0,5^{b(F)} \cdot a(F)}{6,6}$;
- u : coefficient d'expression $1 + 0,287 b(F)$;
- v : coefficient d'expression $-0,41 b(F)$;
- w : coefficient d'expression $0,95 + 0,507 b(F)$.

Pour obtenir les différents paramètres k, u, v et w, nous utilisons les coefficients de Montana de la station météorologique d'Orly, pour un évènement pluvieux de période de retour 10 ans :

- a = 8 ;
- b = -0.716.

A la demande de l'EPT12 et conformément à l'INT77, le débit de pointe sera majoré de 25% pour correspondre à une période de retour de 20 ans.

1.5.1.1.2 - Calcul du débit capable des canalisations

En appliquant la formule de Manning-Strickler on peut déterminer le débit capable d'une canalisation :

$$Q = K \cdot R_h^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \cdot S_m$$

Avec :

- Q : débit capable (m³/s) ;
- K : Coefficient d'écoulement ou coefficient de Manning (m^{1/3}/s) ;
- R_h : Rayon hydraulique (m), c'est le rapport entre la section mouillée S_m et le périmètre mouillé P_m ;
- I : Pente de la canalisation (m/m) ;
- S_m : Surface mouillée (m²).

Il est rappelé que d'après l'INT77 le diamètre minimum des canalisations à mettre en place est de 300mm.

1.5.1.2. Choix des paramètres

1.5.1.2.1 - Coefficient de ruissellement

Le tableau ci-dessous récapitule quelques valeurs de coefficient de ruissellement couramment utilisées. Pour l'assainissement de la plateforme du tramway, le choix du coefficient est binaire :

- Si le revêtement de la plateforme est minéral, le coefficient utilisé est C = 0.9 ;
- Si le revêtement de la plateforme est végétal, le coefficient utilisé est C = 0.4.

Pour une zone mixte présentant des surfaces minérales et végétales, un seul coefficient global pondéré par les surfaces sera utilisé.

Type de surface	Coefficient de ruissellement
Pleine terre	0.2
Terre végétale sur dalle ou "evergreen"	0.4
Toiture terrasse végétalisée	0.7
Pavé non jointés	0.7
Voirie en enrobé	0.9

Tableau 4 : Coefficients de ruissellement usuellement rencontrés

1.5.1.2.2 - Coefficient de Manning

Le coefficient de Manning traduit les pertes de charges liées à la nature du tuyau et à une éventuelle discontinuité du fil d'eau (Coudes, regards, boîtes de branchements, etc..). La norme NF EN 16933-2 propose de choisir des valeurs comprises entre 70 et 90 m^{1/3}/s pour éviter une surévaluation de la capacité réelle du réseau d'assainissement.

Pour le collecteur des eaux de plateforme sur la RN7 il est proposé de retenir un coefficient K = 90 m^{1/3}/s, correspondant au cas le moins contraignant. Il est proposé de mettre en œuvre un collecteur en béton qui présente des caractéristiques hydrauliques permettant de considérer cette valeur comme réaliste.

Pour le caniveau lourd en béton (tunnel et tranchées ouvertes et couvertes), il est proposé de retenir un coefficient K=75 qui se veut volontairement contraignant au regard de la nature même du composant.

1.5.1.2.3 - Pente des canalisations

Il est considéré par la MOEG que la pente minimale à respecter pour la pose d'une canalisation EP est 0.70 %, ce qui correspond à une amélioration notable par rapport à la valeur de 0.20% utilisée au stade du PRO v0.

1.5.1.2.4 - Profondeur des canalisations

La norme NF P 98-332 préconise une implantation des canalisations d'assainissement avec une couverture d'au minimum 1 mètre.

Il a été proposé au CD91 de prendre une profondeur de 80cm couramment utilisé comme référence afin de contraindre le moins possible la gestion des eaux pluviales. Le CD91 et l'EPT12 ont accepté cette configuration dans leurs remarques au PRO v1 (remarque n°639 du MOAD).

Le dimensionnement des structures de chaussée a été adapté en conséquence pour que cette proposition n'impacte pas leur durabilité

Le rapport G2 PRO transmis par ANTEA le 09/12/2019, dont les conclusions sur le dimensionnement des chaussées sont intégrées au dossier PRO vF, préconisent des structures dont l'épaisseur totale ne dépasse pas 78cm (y compris couche de forme). Il est donc considéré comme acceptable d'implanter des canalisations avec une charge de 80cm.

1.5.1.3. Conditions d'auto-curage des canalisations

1.5.1.3.1 - Définition de la notion d'auto-curage

La notion d'auto-curage des réseaux présente dans l'INT77 est présentée de la manière suivante :

« En vue de la réalisation de réseaux « autocureurs » [...] la pente des ouvrages devrait permettre pour des débits pluviaux atteints assez fréquemment, l'entraînement des sables [...] On tend vers la satisfaction de ces conditions dans les ouvrages calculés pour l'évacuation du ruissellement de fréquence décennale en y réalisant **des vitesses de l'ordre de 0.60 m/s pour 1/10^{ème} du débit à pleine section et de 0.30 m/s pour 1/100^{ème} du débit à pleine section** [...] Ces limites sont respectées toutes deux avec des **vitesses à pleine section de l'ordre de 1 m/s dans des canalisations circulaires** »

Il est proposé de ne pas retenir la condition sur le 1/100^{ème} du débit à pleine section. Cette condition entraîne des pentes beaucoup trop importantes, pour un débit de pluie beaucoup trop faible.

Les conditions fixées pour l'auto-curage des canalisations sont donc les suivantes :

- Obtenir une vitesse de l'ordre de 0.60 m/s pour un débit équivalent à 1/10^{ème} de la pluie exceptionnelle (pluie vingtennale) ;
- Obtenir une vitesse de l'ordre de 1 m/s pour un débit équivalent à celui de la pluie exceptionnelle (pluie vingtennale).

1.5.1.3.2 - Vérification des conditions sur la vitesse d'écoulement

La formule de Manning-Strickler donne la vitesse moyenne dans une canalisation, pour une pente et un rayon hydraulique donné :

$$V = K * R_h^{\frac{2}{3}} * \sqrt{I}$$

Avec :

- V : Vitesse moyenne de la section transversale (m/s) ;
- K : Coefficient d'écoulement ou coefficient de Manning (m^{1/3}/s) ;
- R_h : Rayon hydraulique (m) ;
- I : Pente de la canalisation (m/m).

Pour une canalisation circulaire, le rayon hydraulique R_h dépend à la fois des dimensions de la canalisation, et de la hauteur d'eau présente dans celle-ci. Grâce aux abaques (voir Annexe 3) de l'INT 77 il est possible de faire correspondre un rapport de débit avec le rapport entre la hauteur d'eau et le diamètre.

Une fois la hauteur d'eau et le diamètre connu on peut calculer le rayon hydraulique et obtenir la vitesse moyenne dans la canalisation grâce à la formule de Manning-Strickler. La vérification se fait par itération.

Pour la récupération des eaux pluviales dans le caniveau rectangulaire en béton dans les tranchées ouvertes et couvertes, et dans le tunnel, il est possible de travailler par itération sur la valeur de la hauteur d'eau pour déterminer cette dernière en fonction d'un débit donné.

De la même manière que pour les canalisations circulaires il est ensuite possible de vérifier que la vitesse d'auto-curage est respectée.

Les résultats des calculs sont donnés en annexe.

1.5.1.4. Eléments transversaux de drainage

1.5.1.4.1 - Principe d'implantation

Les éléments transversaux sont implantés perpendiculairement à l'axe de la plateforme. Sont obligatoirement drainés :

- Les points bas du profil en long ;
- Les appareils de voie et les taquets d'arrêt.

En-dehors de ces points fixes, les ouvrages de recueil des eaux de plateforme sont répartis régulièrement le long de la ligne, selon un espacement déterminé par les calculs hydrauliques (cf. partie IV.3.2), tout en respectant les contraintes suivantes :

- En amont des traversées piétonnes ;
- En amont des carrefours ;
- A la transition tranchée ouverte/tranchée couverte ;
- Tous les 50m maximum sur plateforme à revêtement végétal ;
- Tous les 30m maximum sur plateforme à revêtement minéral.

Selon la situation, le choix de l'assainissement transversal récupérant les eaux est le suivant :

- Sur revêtement végétal en section courante : boîte de drainage et caniveau bas ;
- Sur une transition revêtement minéral/revêtement végétal : caniveau à grille ;
- Sur un point bas : caniveau à grille ;
- Sur revêtement minéral (hors Avenue Estienne d'Orves) : caniveau à grille ;
- Sur revêtement minéral (Avenue Estienne d'Orves) : grille avaloir mutualisé avec la chaussée.

1.5.1.4.2 - Fréquence de pose des éléments transversaux de drainage

En considérant que le diamètre de sortie des éléments transversaux de drainage est de 125mm et que la vitesse à pleine section maximale pouvant être atteinte par l'eau avant d'endommager les canalisations est de 4m/s, on obtient un débit à pleine section de 45 L/s. A ce stade des études, la valeur arbitraire de 25 L/s a été retenue.

En fonction des différents paramètres de la plateforme (largeur, pente, revêtement) il est possible de connaître la longueur que peut reprendre un élément évacuant 25 L/s grâce à la méthode de Caquot :

$$l = \left(\frac{Q_{10(0)}(F)}{\frac{1}{k\bar{u}} * \frac{v}{I\bar{u}} * \frac{1}{C\bar{u}} * L} \right)^{\frac{u}{w}}$$

Avec :

- l : Longueur de plateforme reprise (m) ;
- L : Largeur de la plateforme (m).

Cette longueur l correspond à la distance minimale à respecter entre les différents éléments transversaux de drainage.

Les résultats de ces calculs sont donnés en annexe.

1.5.1.5. Drainage des chambres de multitubulaire

Le projet prévoit le raccordement des chambres de multitubulaire sur le réseau de drainage de la plateforme. Les chambres seront reliées entre elles par des fourreaux non utilisés et les chambres situées en points bas seront directement reliées au réseaux EP via une canalisation de diamètre intérieur 150 mm.

La position des chambres devra permettre d'éviter l'apparition d'un point bas dans les fourreaux entre deux chambres.

Les chambres de tirage éclairage, SLT et vidéoprotection EPT seront percées et ne seront pas raccordées aux réseaux d'assainissement.

1.5.1.6. Drainage des appareils de voie et des taquets d'arrêts

La conception du drainage des appareils de voies et des taquets d'arrêts faisant partie de la conception de la voie ferrée, leur drainage n'est pas détaillé dans cette note. Il est détaillé dans la notice relative à la voie ferrée GEN-MOG-PRO-401-VFE-001.

[...]

1.6. ETUDE HYDRAULIQUE SUR LE FRANCHISSEMENT DE L'ORGE (INGETEC, 2021)





DÉFINITION DE L'IMPACT DE LA MODIFICATION DE SECTION DE L'OUVRAGE HYDRAULIQUE DE L'ORGE AU DROIT DU PROJET DU PROLONGEMENT DU TRAM T7

12749/1 rapport du 15/10/21



Maître d'Ouvrage



SYSTRA
CS 41594
72 rue Henry Farman,
75513 PARIS CEDEX 15

Document établi par



INGETEC
Agence de Normandie (Adresse administrative)
135 Allée Paul Langevin, Immeuble Faraday
B.P. 66
76233 BOIS-GUILLAUME CEDEX

Référence, auteur et archivage du document

Référence	12749/1
Auteurs	Nazila JAVANSHIR - Responsable du Pôle Eaux et Milieux Aquatiques
Archivage	P:\Operations\OPE12700\12749\1\Documents\12749-1_Rapport-Provis.docx

Contrôle interne et suivi des modifications

Contrôle	Date :	Par :	Visa :
Auto-contrôle	15/10/21	Nazila JAVANSHIR - Responsable du Pôle Eaux et Milieux Aquatiques	
Vérifié	15/10/21	Natasha LALANDE - Chargée d'Etudes Eaux et Milieux Aquatiques	
Approuvé	15/10/21	Nazila JAVANSHIR - Responsable du Pôle Eaux et Milieux Aquatiques	

Version	Date	Nature des modifications
A	15/10/21	Version A du rapport

DÉFINITION DE L'IMPACT DE LA MODIFICATION DE SECTION DE L'OUVRAGE HYDRAULIQUE DE L'ORGE AU DROIT DU
PROJET DU PROLONGEMENT DU TRAM T7
SYSTRA



Sommaire

SOMMAIRE.....	3
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	4
1 RESUME DE LA MISSION.....	7
2 ETAT DES LIEUX.....	9
2.1 CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE.....	9
2.1.1 PRESENTATION GENERALE.....	9
2.1.2 ASPECT QUANTITATIF.....	10
2.2 LE RISQUE INONDATION - LE PLAN DE PREVENTION DU RISQUE INONDATION (PPRI).....	12
3 SYNTHÈSE DU DIAGNOSTIC.....	13
4 SYNTHÈSE DES PROJETS.....	18
4.1 DESCRIPTIF GÉNÉRAL DU PROGRAMME DE TRAVAUX DE LA REOUVERTURE DE L'ORGE.....	18
4.2 PROJET DU PROLONGEMENT DE LA LIGNE 7 DU TRAMWAY.....	19
5 MODELISATION.....	20
5.1 CONTEXTE & OBJECTIFS DE LA MODELISATION.....	20
5.1.1 PRESENTATION DE LA MODELISATION HYDRAULIQUE.....	21
5.1.1.1 PRINCIPES.....	21
5.1.1.2 PRESENTATION DU LOGICIEL.....	21
5.1.1.3 MODULE MIKE 11.....	22
5.1.1.4 MODULE MIKE 21.....	22
5.1.2 ARCHITECTURE DU MODELE DE LA SITUATION ACTUELLE - EXTENSION DE LA ZONE MODELISEE.....	23
5.2.1 DONNEES TOPOGRAPHIQUES UTILISEES.....	23
5.2 CONDITIONS AUX LIMITES.....	27
5.3.1 CONDITION DE LA LIMITE AMONT.....	27
5.3.2 APPORTS LATÉRAUX.....	29
5.3.3 CONDITION DE LA LIMITE AVAL.....	31
5.4 RESULTATS ET ANALYSE.....	31

12749/1

3

DÉFINITION DE L'IMPACT DE LA MODIFICATION DE SECTION DE L'OUVRAGE HYDRAULIQUE DE L'ORGE AU DROIT DU
PROJET DU PROLONGEMENT DU TRAM T7
SYSTRA



5.4.1 RESULTATS DE LA MODELISATION EN SITUATION ACTUELLE - CALAGE.....	31
5.4.2 RESULTATS DE LA MODELISATION EN SITUATION ACTUELLE - CRUE D'OCCURRENCES 10, 50 ET 100 ANS.....	34
5.5 RESULTATS DE LA MODELISATION EN SITUATION FUTURE - CRUE D'OCCURRENCE 10, 50 ET 100 ANS.....	38
5.6 CONCLUSION.....	43

Table des illustrations

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Données de débits sur l'Orge à Morsang-sur-Orge (Sources : BanqueHydro, 1967-2021)	11
-------------	--	----

Liste des graphiques

Graphique 1	: Chronique de hauteur d'eau - Crue de juin 2016 - Orge aval & Seine	27
Graphique 2	: Hydrogrammes synthétiques issus de la méthode QDF à Morsang-sur-Orge (Source : Etude hydraulique plaine du carouge -2012)	28
Graphique 3	: Hydrogrammes amont du modèle de l'Orge aval - Occurrence 100, 50 et 10 ans	29
Graphique 4	: Hydrogrammes amont/latéraux du modèle de l'Orge aval - Occurrence 100, 50 et 10 ans	30
Graphique 5	: Chroniques des débits et des niveaux d'eau de l'Orge aux PK : 0 et 1680 - résultats du modèle lors de la crue de juin 2016	32
Graphique 6	: Chroniques des débits, des vitesses et des niveaux d'eau de l'Orge aux PK : 1673, 2095 et 2260 - résultats du modèle lors de la crue de juin 2016	33

4

12749/1



Liste des schémas

Schéma 1 :	Localisation du secteur d'étude	7
Schéma 2 :	Localisation du contexte hydrographique du secteur d'étude	9
Schéma 3 :	Localisation des points de mesure hydrométrique amont/aval du projet	10
Schéma 4 :	Extrait de la cartographie des zones réglementaires du PPRI de la vallée de la Seine	12
Schéma 5 :	Localisation des trois tronçons de l'Orge aval	13
Schéma 6 :	Localisation du tronçon souterrain	14
Schéma 7 :	Caractéristiques de l'ouvrage souterrain de Juvisy	15
Schéma 8 :	Coupe type de l'ouvrage souterrain de Juvisy construit en 1970	16
Schéma 9 :	Coupe type de l'ouvrage souterrain de Juvisy construit en 1950	16
Schéma 10 :	Plan schématique du projet de réouverture de l'Orge à Juvisy	18
Schéma 11 :	Coupes longitudinale/transversale de l'ouvrage-cadre du canal de l'Orge au droit du Projet	19
Schéma 12 :	Projet de reconstruction de l'OA de franchissement du canal de l'Orge	19
Schéma 13 :	Variations topographiques du fond de l'Orge aval	24
Schéma 14 :	Structure du modèle 1D – Situation actuelle	25
Schéma 15 :	Structure du modèle 2D – Situation actuelle	26
Schéma 16 :	Structure du modèle 1D	29
Schéma 17 :	Résultats du modèle 2D lors de la crue de juin 2016	34
Schéma 18 :	Résultats de la modélisation lors de la crue de projet d'occurrence 100 ans : Situations actuelle	35
Schéma 19 :	Résultats de la modélisation lors de la crue de projet d'occurrence 50 ans : Situations actuelle	36
Schéma 20 :	Résultats de la modélisation lors de la crue de projet d'occurrence 10 ans : Situations actuelle	37
Schéma 21 :	Résultats de la modélisation lors de la crue de projet d'occurrence 100 ans : Situations future	39
Schéma 22 :	Résultats de la modélisation lors de la crue de projet d'occurrence 50 ans : Situations future	40
Schéma 23 :	Résultats de la modélisation lors de la crue de projet d'occurrence 10 ans : Situations future	41
Schéma 24 :	Résultats de la modélisation lors de la crue 2016 : Situations future	42



Schéma 25 :	Profil en long de l'Orge souterraine sur l'emprise du projet T7 – Hmax lors de la crue 100 ans	44
-------------	--	----

Liste des photos

Photo 1 (vues a et b) :	Ancien clapet de la banque de Juvisy (ROE 77919)	15
Photo 2 (vues a et b) :	Ouvrage souterrain sur la 1 ^{ère} partie	16
Photo 3 (vues a et b) :	Ouvrage souterrain sur la 2 ^{ème} partie	17



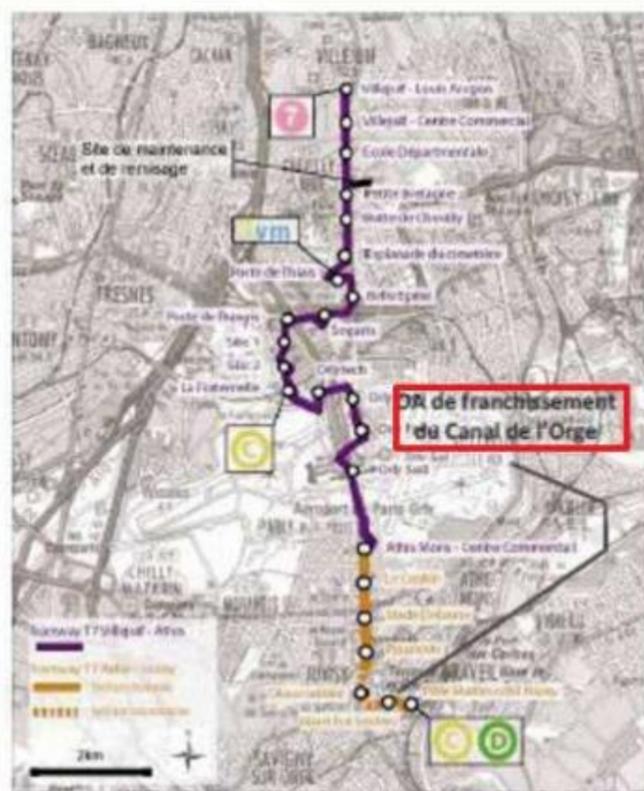
1

Résumé de la mission

Dans le cadre du projet du prolongement du tram T7 (Athis-Mons > Juvisy-sur-Orge), SYSTRA souhaite appréhender l'impact hydraulique de la modification de section de l'ouvrage de franchissement de l'Orge au droit du projet Tram.

Le projet du prolongement du Tramway T7 traverse l'Orge souterraine au droit de la rue du Maréchal Juin, au niveau de l'Espace Jean-Lurçat.

Schéma 1 : Localisation du secteur d'étude



En 2019, Ingetec a réalisé une étude de faisabilité et d'Avant-Projet de l'opération de réouverture de l'Orge aval pour le compte du Syndicat de l'Orge, lors de laquelle une modélisation hydraulique en couplage (1D/2D) a également été mise en œuvre.



Pour répondre à l'objectif de SYSTRA, Ingetec reprend le même modèle avec intégration de l'ouvrage de franchissement de l'Orge sous le projet du prolongement du tram T7.

Les conditions aux limites, dont les paramètres hydrologiques (hydrogrammes amont et latéraux) et la contrainte aval du modèle (Limnigramme aval définissant les niveaux de la Seine), seront identiques à l'étude initiale, à savoir :

- débit d'occurrence 10 ans afin d'apprécier le fonctionnement de l'Orge aval en situation plein bord ;
- débit d'occurrence 50 ans comme crue de projet, car l'objectif de protection recherchée sur le bassin versant est la protection cinquantennale ;
- débit centennal comme crue de sécurité.

La présente étude hydraulique permet de redimensionner l'ouvrage d'art du projet du prolongement du tram T7 (définition du gabarit hydraulique) sur la base d'un calcul des débits et des hauteurs d'écoulement pour les périodes de retour considérées. Cette étude sera réalisée par le biais d'une modélisation hydraulique sur le logiciel MIKE FLOOD (couplage 1D/2D), le mieux adapté aux données disponibles et aux résultats attendus.

Afin de bien évaluer le fonctionnement hydraulique de l'Orge aval, quatre modèles hydrauliques peuvent être étudiés :

1. Un premier modèle représentant la situation actuelle. L'objet de cette modélisation est d'évaluer le fonctionnement hydraulique de l'Orge aval et ses ouvrages de franchissement pour les différentes crues, et ainsi connaître sa capacité, autrement dit de définir à partir de quelle crue il déborde ;
2. Un second modèle représentant l'état projet après les travaux de réouverture à Juvisy ;
3. Un troisième modèle représentant l'état projet avec la modification seule de la section liée au tram ;
4. Un quatrième modèle représentant l'Orge aval après les travaux de réouverture à Juvisy et avec l'ouvrage de franchissement sous le projet du prolongement du Tramway T7, redimensionné pour assurer sa transparence.

Pour appréhender l'impact hydraulique de la modification de la section de l'ouvrage de franchissement de l'Orge au droit du projet Tram, les résultats des modélisations (situations actuelle & futures) seront présentés au niveau des secteurs à enjeux (présence d'habitations et/ou d'infrastructures), et plus particulièrement où les résultats des modélisations montrent des modifications suite à la réalisation des travaux. Une analyse comparative des résultats nous permettra de mettre en évidence les impacts du projet de prolongement du tram T7 sur l'Orge.



2

Etat des lieux

2.1 Contexte hydrographique

2.1.1 Présentation générale

L'Orge prend naissance dans les Yvelines, à Saint-Martin-de-Bréthencourt. Elle possède un linéaire de plus de 50 km. Son cours inférieur commence une fois passée le moulin de Serpied à Arpajon, et se termine après s'être jeté dans la Seine -rive gauche- en deux bras distincts, l'un à Athis-Mons et l'autre à Viry-Châtillon. L'Orge aval traverse au total quinze communes sur près de 30 km : Arpajon, Saint-Germain-lès-Arpajon, Leuville-sur-Orge, Brétigny-sur-Orge, Longpont-sur-Orge, Saint-Michel-sur-Orge, Sainte-Geneviève-des-Bois, Villiers-sur-Orge, Épinay-sur-Orge, Villemoisson-sur-Orge, Savigny-sur-Orge, Morsang-sur-Orge, Viry-Châtillon, Juvisy-sur-Orge, et Athis-Mons.

L'Orge aval se divise en deux bras après l'ouvrage de répartition situé sur la commune de Viry-Châtillon :

- L'Orge aval (bras perché), traverse la commune de Juvisy-sur-Orge, où elle est couverte au niveau du projet de réouverture, objet du présent document ;
- La Morte Rivière, qui constitue le lit d'origine de l'Orge.

L'Orge aval a été busé en deux temps dans le centre-ville de Juvisy-sur-Orge :

- Au début des années 50, de la Grande Rue à l'Avenue d'Estienne d'Orves, sur plus de 300 ml ;
- Au début des années 70, de la place Anatole France à la Grande Rue, sur près de 200 ml.

Schéma 2 : Localisation du contexte hydrographique du secteur d'étude

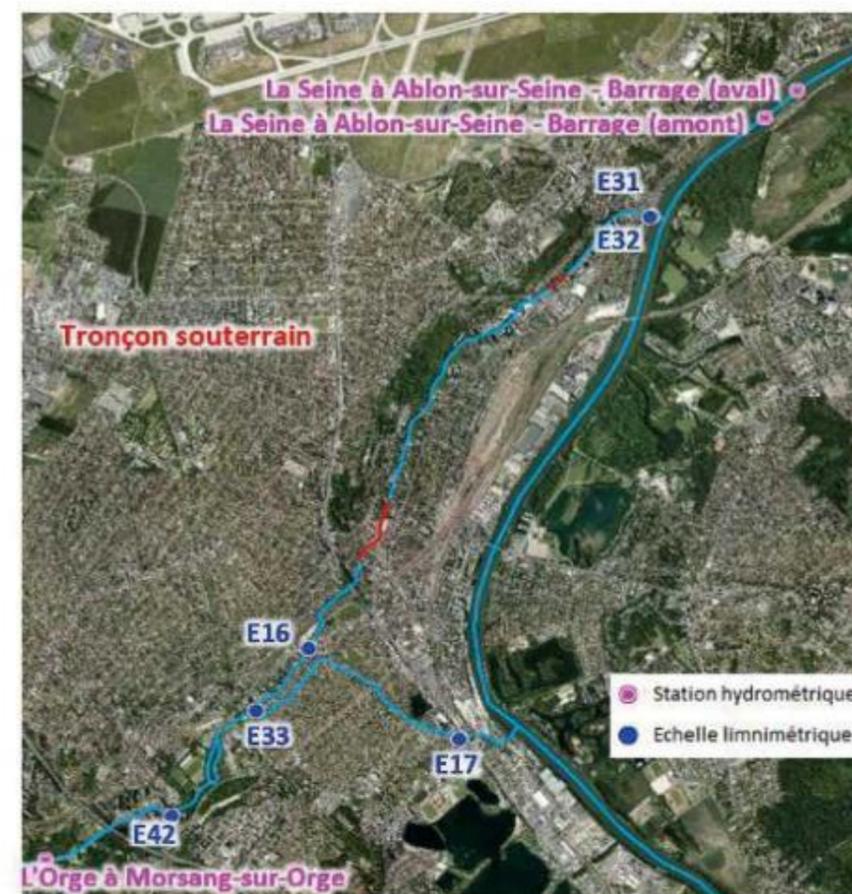


2.1.2 Aspect quantitatif

Les points de mesure hydrométrique sur le secteur d'étude sont les suivants :

- Une station sur l'Orge de la DRIEAT Ile-de-France située en amont immédiat du projet, à 3 km, sur la commune de Morsang-sur-Orge ;
- Deux stations de la VNF sur la Seine en aval immédiat de sa confluence avec l'Orge au niveau du barrage éclusé d'Ablon-sur-Seine ;
- Plusieurs échelles limnimétriques gérées par le SIVOA.

Schéma 3 : Localisation des points de mesure hydrométrique amont/aval du projet



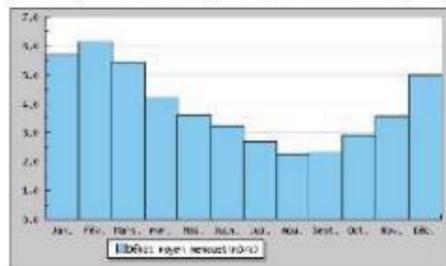
DÉFINITION DE L'IMPACT DE LA MODIFICATION DE SECTION DE L'OUVRAGE HYDRAULIQUE DE L'ORGE AU DROIT DU PROJET DU PROLONGEMENT DU TRAM T7
SYSTRA



Les données de la Banque Hydro à la station de Morsang-sur-Orge sont présentées ci-dessous.

Tableau 1 : Données de débits sur l'Orge à Morsang-sur-Orge (Sources : BanqueHydro, 1967-2021)

Ecoulements mensuels (naturels) - données calculées sur 55 ans													
	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Debits (m³/s)	5.680 #	6.142 #	5.120 #	4.160 #	3.630 #	3.210 #	2.670 #	2.260 #	2.320 #	2.920 #	3.570 #	4.580 #	3.910
Qsp (l/s/km²)	6.2 #	6.7 #	5.8 #	4.5 #	3.9 #	3.5 #	2.9 #	2.5 #	2.5 #	3.2 #	3.9 #	5.4 #	4.2
Lame d'eau (mm)	16 #	16 #	15 #	11 #	10 #	9 #	7 #	6 #	6 #	8 #	10 #	14 #	14



Modules Interannuels (naturels) - données calculées sur 55 ans				
Module (m³/jour)	Fréquence	Quinquennale sèche	Médiane	Quinquennale humide
3.810 [3.640-4.130]	Debits (m³/s)	3.100 [2.600-3.300]	3.800 [3.000-4.930]	4.700 [4.000-5.000]

Basses eaux (loi de Galton - Janvier à décembre) - données calculées sur 55 ans			
Fréquence	VGN3 (m³/s)	VGN10 (m³/s)	QRM3 (m³/s)
Biennale	1.120 [1.300-1.500]	1.500 [1.100-1.900]	1.800 [1.700-1.900]
Quinquennale sèche	1.130 [1.100-1.210]	1.200 [1.100-1.300]	1.500 [1.400-1.600]
Moyenne	1.100	1.330	1.830
État Type	0.307	0.148	0.418

Crues (loi de Gumbel - septembre à août) - données calculées sur 54 ans		
Fréquence	Q3 (m³/s)	Q10 (m³/s)
X0	17.200	21.900
Gradex	6.140	6.160
Biennale	10.00 [10.00-21.00]	24.00 [23.00-25.00]
Quinquennale	25.00 [20.00-28.00]	31.00 [29.00-33.00]
Décennale	31.00 [25.00-36.00]	36.00 [33.00-40.00]
Vicennale	35.00 [30.00-40.00]	40.00 [37.00-43.00]
Centennale	41.00 [37.00-47.00]	46.00 [42.00-52.00]
Centennale	Non calculé	Non calculé

DÉFINITION DE L'IMPACT DE LA MODIFICATION DE SECTION DE L'OUVRAGE HYDRAULIQUE DE L'ORGE AU DROIT DU PROJET DU PROLONGEMENT DU TRAM T7
SYSTRA



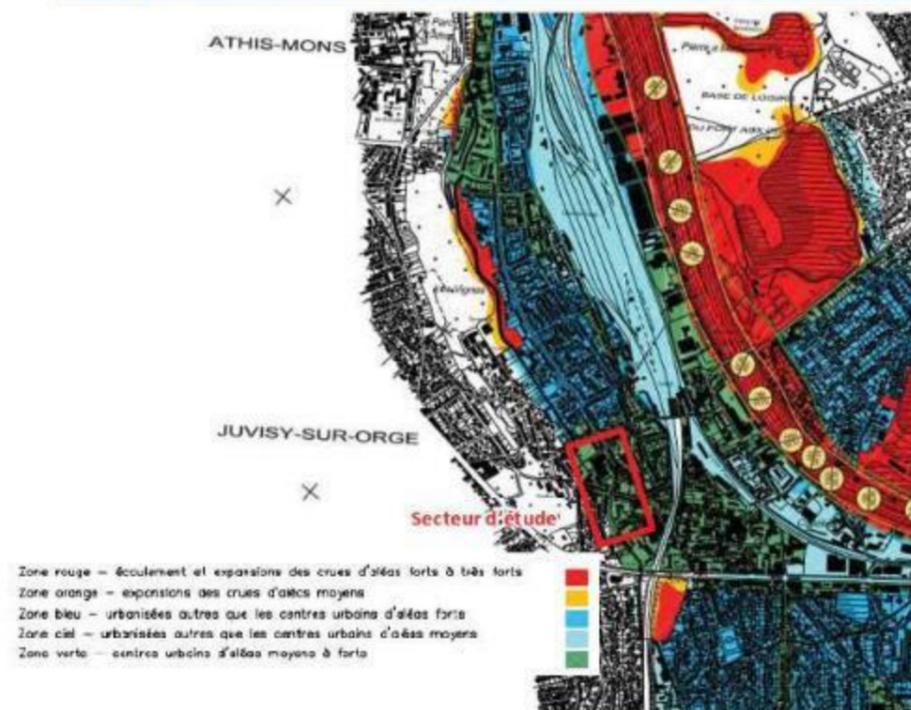
2.2 Le risque inondation - Le Plan de Prévention du Risque Inondation (PPRI)

Le secteur d'étude est concerné par deux PPRI :

- Le PPRI de la vallée de la Seine, approuvé le 20 octobre 2003, qui s'applique aux 18 communes riveraines de la Seine ;
- Le PPRI de l'Orge et de la Sallemouille ? approuvé le 16 juin 2017 concerne 34 communes.

Le secteur du projet est concerné uniquement par l'aléa et les règlements du PPRI de la vallée de la Seine.

Schéma 4 : Extrait de la cartographie des zones réglementaires du PPRI de la vallée de la Seine



L'Orge busée se situe dans la zone verte « centres urbains d'aléas moyens à forts » de la réglementation du PPRI de la vallée de la Seine dans laquelle « quel que soit l'aléa en centre urbain, il est autorisé la mutation, la transformation et le renouvellement du bâti existant ».

DÉFINITION DE L'IMPACT DE LA MODIFICATION DE SECTION DE L'OUVRAGE HYDRAULIQUE DE L'ORGE AU DROIT DU PROJET DU PROLONGEMENT DU TRAM T7
SYSTRA



3 Synthèse du Diagnostic

Des investigations de terrains ont été menées sur un linéaire de cours d'eau total de près de 5 km :

- Tronçon amont de 1050 ml - De l'ouvrage ROE 77918 à l'ancien ouvrage ROE 77919 ;
- Tronçon du passage souterrain sous Juvisy de 520 ml - De l'ancien ouvrage ROE 77919 à l'aval du pont de l'avenue d'Estienne d'Orves ;
- Tronçon médian de 1400 ml - De l'aval du pont de l'avenue d'Estienne d'Orves à l'ancien ROE 77920 ;
- Tronçon aval de 1800 ml - De l'ancien ROE 77920 à l'exutoire de l'Orge Aval en Seine (ROE 37287).

Le schéma page suivante illustre le diagnostic de l'Orge Aval au droit du secteur investigué.

Schéma 5 : Localisation des trois tronçons de l'Orge aval



DÉFINITION DE L'IMPACT DE LA MODIFICATION DE SECTION DE L'OUVRAGE HYDRAULIQUE DE L'ORGE AU DROIT DU PROJET DU PROLONGEMENT DU TRAM T7
SYSTRA



Schéma 6 : Localisation du tronçon souterrain

- Cours d'eau à ciel ouvert
- Cours d'eau busé
- Reseaux**
- Eaux Pluviales
- Unitaire
- Collecteur Intercommunal Eaux Usées
- ▼ Arrivée d'eaux pluviales
- ▲ Source
- ▼ Déversoir
- ▲ Arrivée d'eaux usées
- ROE**
- Ouvrage infranchissable
- Ancien ouvrage infranchissable
- Ouvrage de franchissement
- Berge artificielle
- Promenade le long de l'Orge
- Sapement



DÉFINITION DE L'IMPACT DE LA MODIFICATION DE SECTION DE L'OUVRAGE HYDRAULIQUE DE L'ORGE AU DROIT DU PROJET DU PROLONGEMENT DU TRAM T7
SYSTRA



L'entrée de ce tronçon souterrain était marquée par le ROE 77919 – Clapet de la banque de Juvisy-sur-Orge. Il s'agissait d'un clapet hydraulique qui s'abaissait automatiquement en cas de crue, il présentait une hauteur de chute de 0.6 m. Ce clapet a été démonté avec son poste de manœuvre, un seuil résiduel est encore présent.

Photo 1 (vues a et b) : Ancien clapet de la banque de Juvisy (ROE 77919)



Sur ce tronçon, l'Orge Aval est busée dans la traversée de Juvisy-sur-Orge, sur environ 520 ml. Il est à noter la présence du collecteur Intercommunal eaux usées (1800 m x 2000 m), en rive droite de l'Orge busée.

Ce passage souterrain a fait l'objet d'une inspection, auscultation et diagnostic de l'ouvrage par le BET Structure & Réhabilitation et AVR Ingénierie, en 2013.

Le schéma suivant présente le dimensionnement de cet ouvrage sur l'ensemble de son linéaire.

Schéma 7 : Caractéristiques de l'ouvrage souterrain de Juvisy



DÉFINITION DE L'IMPACT DE LA MODIFICATION DE SECTION DE L'OUVRAGE HYDRAULIQUE DE L'ORGE AU DROIT DU PROJET DU PROLONGEMENT DU TRAM T7
SYSTRA



Schéma 8 : Coupe type de l'ouvrage souterrain de Juvisy construit en 1970

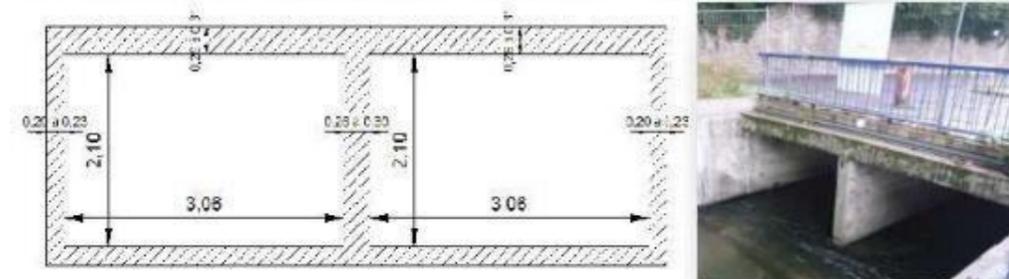
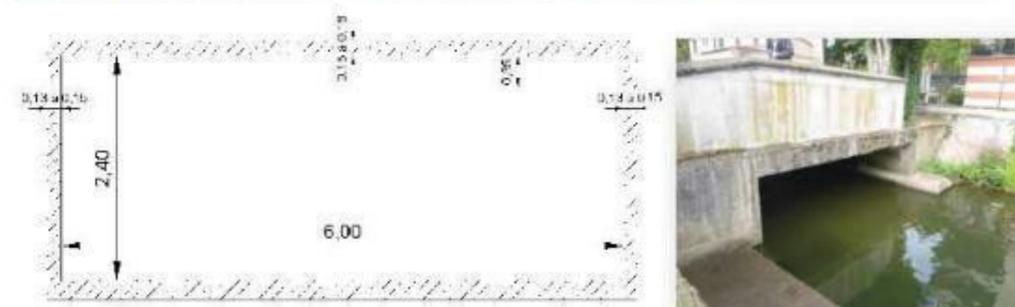


Photo 2 (vues a et b) : Ouvrage souterrain sur la 1^{ère} partie



Schéma 9 : Coupe type de l'ouvrage souterrain de Juvisy construit en 1950



DÉFINITION DE L'IMPACT DE LA MODIFICATION DE SECTION DE L'OUVRAGE HYDRAULIQUE DE L'ORGE AU DROIT DU PROJET DU PROLONGEMENT DU TRAM T7
SYSTRA



Photo 3 (vues a et b) : Ouvrage souterrain sur la 2^{ème} partie



Trente réseaux d'eaux pluviales se rejettent dans ce cours d'eau souterrain, leur diamètre varie entre $\varnothing 150$ mm et $\varnothing 900$ mm.

Le projet du prolongement du Tramway T7 jusqu'à Juvisy-sur-Orge menée par SYSTRA traverse l'Orge busée au droit de la rue du Maréchal Juin, au niveau de l'Espace Jean-Lurçat.

L'Orge Aval porte les stigmates des lourds travaux antérieurs qui ont conduit à la banalisation des habitats et à l'homogénéisation des écoulements.

Comme la majorité des cours d'eau s'écoulant en milieu fortement urbanisé, l'Orge Aval dans sa traversée de Juvisy, en aval de l'ouvrage de répartition, se trouve en surlargeur. Le chenal lentique, associé à une ripisylve non fonctionnelle et des eaux eutrophes favorisent le fort développement d'une végétation aquatique comme le rubanier et le myriophylle.

La faible pente liée à la situation de bief perché favorise le dépôt de sédiments fins qui colmatent le fond de la rivière.

En conclusion, tous les paramètres sont réunis pour que les habitats aquatiques se réduisent à des hydrophytes fixées sur des substrat fin dans des gammes de vitesses lentes :

- Forte luminosité liée à l'absence de ripisylve fonctionnelle ;
- Température élevée ;
- Substrat fin colmatant le fond du lit ;
- Artificialisation des berges et surlargeur du lit d'étiage.

Ce milieu est peu attractif pour la macrofaune benthique et les espèces piscicoles.

Les travaux récents du SIVOA, notamment le démantèlement des clapets (de la banque de Juvisy, de Mozart) et la restauration de l'Orge au Coteau des Vignes à Athis Mons auront dans le temps des impacts très positifs sur ces dysfonctionnements.

L'opération de réouverture de l'Orge Aval dans la traversée du centre-ville de Juvisy permettra de répondre aux enjeux de restauration des milieux aquatiques et d'améliorer le cadre de vie et d'atténuer les effets du changement climatique.

DÉFINITION DE L'IMPACT DE LA MODIFICATION DE SECTION DE L'OUVRAGE HYDRAULIQUE DE L'ORGE AU DROIT DU PROJET DU PROLONGEMENT DU TRAM T7
SYSTRA

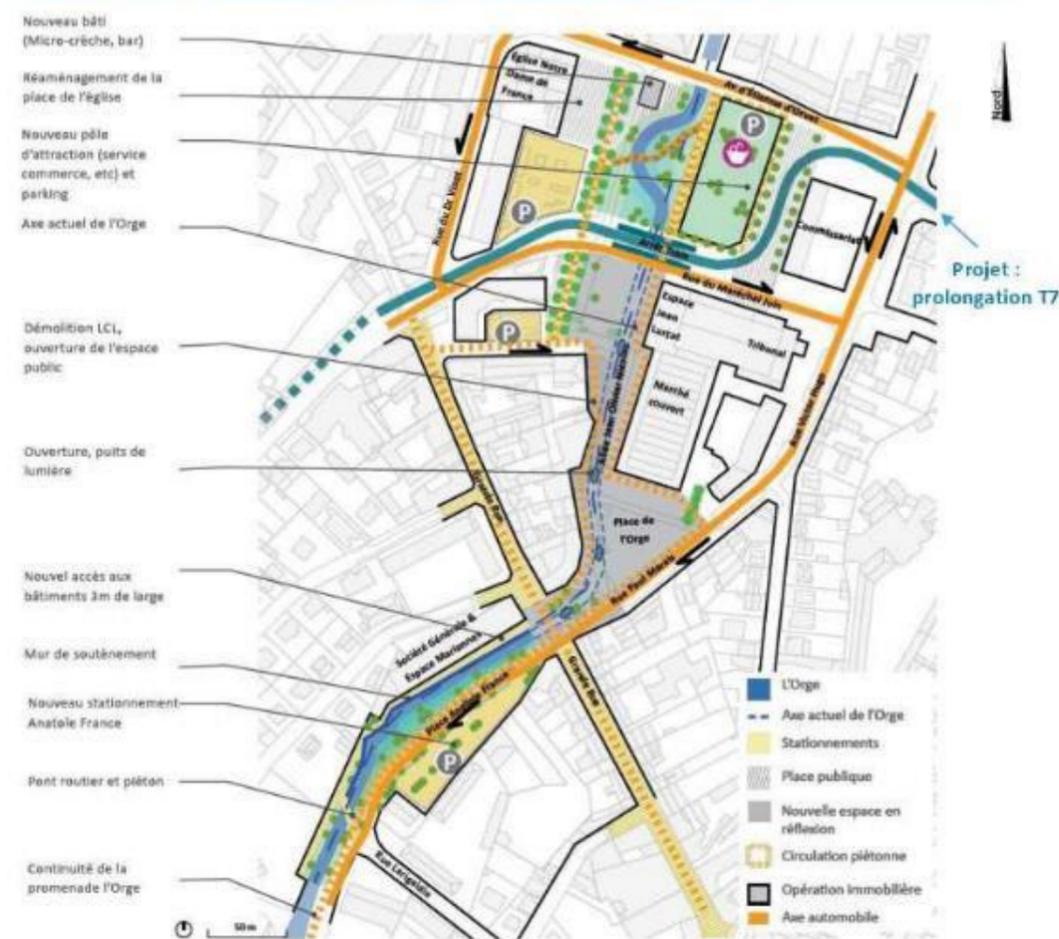


4 Synthèse des projets

4.1 Descriptif général du programme de travaux de la réouverture de l'Orge

Le syndicat de l'Orge se porte Maître d'Ouvrage de l'opération de réouverture de l'Orge à Juvisy qui répond à la fois aux enjeux de restauration des milieux aquatiques, de lutte contre les inondations, d'amélioration du cadre de vie et d'atténuation des changements climatiques.

Schéma 10 : Plan schématique du projet de réouverture de l'Orge à Juvisy





4.2 Projet du prolongement de la ligne 7 du tramway

Dans le cadre du prolongement de la ligne 7 du tramway entre Athis-Mons et Juvisy, il est prévu la mise en place d'un nouvel ouvrage de franchissement sur l'Orge (tronçon souterrain) dans le centre-ville de Juvisy-sur-Orge, au droit de la rue du Marechal Juin, au niveau de la place du Marechal Leclerc.

Le respect du profil en long du tracé de tramway établi par le MOEG impose la démolition de la dalle supérieure du Canal de l'Orge et sa reconstruction.

La réhabilitation du Canal de l'Orge devra donc faire l'objet d'une étude hydraulique (présente étude) afin de réévaluer le risque d'inondation, car la démolition des poutres en faveur d'une dalle supérieure de répartition diminue la section de l'Orge souterraine au droit du projet.

Schéma 11 : Coupes longitudinale/transversale de l'ouvrage-cadre du canal de l'Orge au droit du Projet

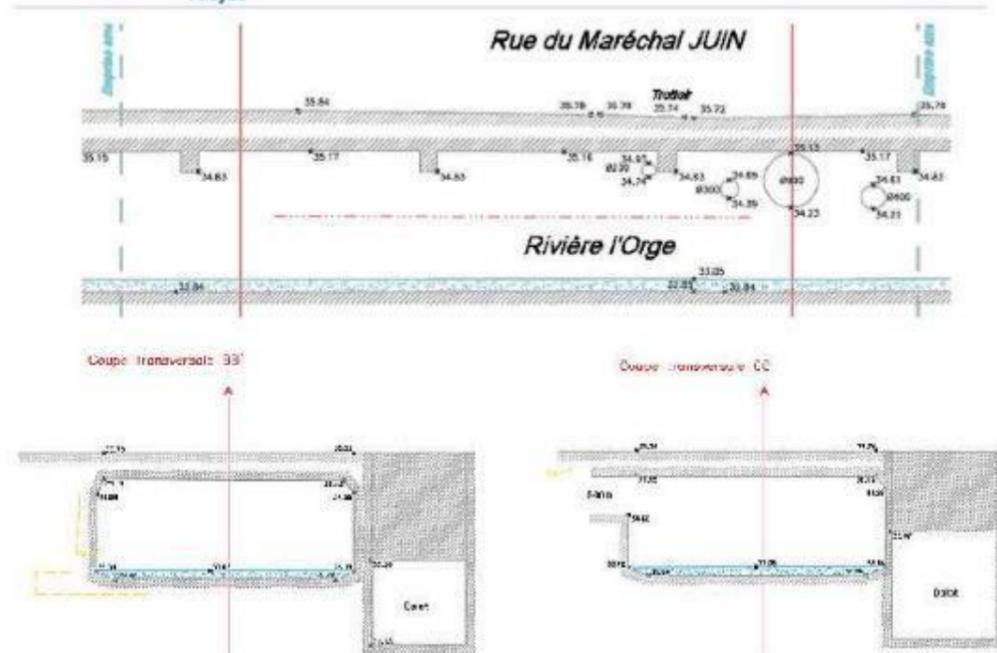
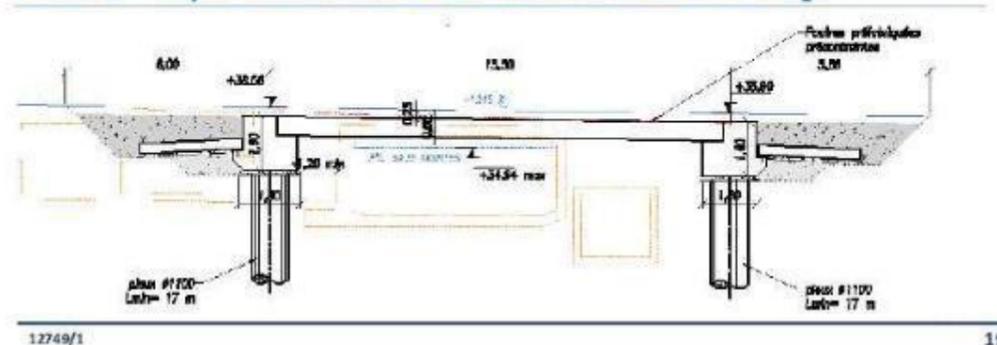


Schéma 12 : Projet de reconstruction de l'OA de franchissement du canal de l'Orge



5

Modélisation

5.1 Contexte & Objectifs de la modélisation

Comme vu, le respect du profil en long du tracé de tramway établi par le MOEG impose la démolition de la dalle supérieure du Canal de l'Orge et sa reconstruction induisant une diminution de la section de l'Orge souterraine au droit du projet.

L'objectif de cette étape est d'assurer la transparence hydraulique du nouvel ouvrage de franchissement de l'Orge, prévu dans le cadre du projet T7.

Afin d'atteindre cet objectif, quatre situations de modélisations peuvent être étudiées :

1. Situation actuelle : L'objet de cette modélisation est d'évaluer le fonctionnement hydraulique de l'Orge aval et de ses ouvrages de franchissement pour les différentes crues, et ainsi connaître sa capacité, autrement dit de définir à partir de quelle crue il déborde ;
2. Futur 1 : Cette modélisation représente l'état projet après les travaux de réouverture à Juvisy ;
3. Futur 2 : Cette modélisation représente l'état projet avec la modification seule de la section liée au tram ;
4. Futur 3 : Cette modélisation représente l'Orge aval après les travaux de réouverture à Juvisy et avec l'ouvrage de franchissement sous le projet du prolongement du Tramway T7, redimensionné pour assurer sa transparence.

Afin d'atteindre cet objectif, ingetec a mis en œuvre une modélisation hydraulique de l'Orge aval intégrant l'ensemble de la zone d'étude par une modélisation bidimensionnelle (couplage 1D et 2D).

Pour ce faire, les résultats des modélisations (situations actuelle & futures) seront présentés au niveau des secteurs à enjeux (présence d'habitation et/ou d'infrastructure) et de secteurs pouvant développer un potentiel écologique. Une analyse comparative des résultats accompagnée d'un rappel des aménagements prévus, nous permettrons de mettre en évidence les impacts de ces derniers.



L'emprise de la modélisation réalisée comprend :

- En amont, le tronçon pouvant avoir un impact suite à la réalisation des travaux, soit l'ouvrage de répartition entre l'Orge aval et Morte rivière ;
- En aval, le tronçon jusqu'à la Seine afin de pouvoir intégrer l'incidence du niveau de la Seine dans le modèle.

Il est à préciser que la présente étude n'a pas vocation à être une étude type PPRI dans laquelle l'ensemble des réseaux hydrographiques d'un bassin versant est pris en compte. Les modélisations réalisées dans le cadre d'un PPRI sont de type globaliste, or la modélisation, objet de la présente étude, est une modélisation détaillée mais localisée sur l'Orge aval, de l'ouvrage de répartition jusqu'à la Seine.

5.1 Présentation de la modélisation hydraulique

5.1.1 Principes

Le calcul de la ligne d'eau d'une rivière fait appel à des équations de mécanique des fluides, qu'il est impossible de simplifier lorsque les phénomènes deviennent trop complexes (forme du lit mineur, obstacles, changement de régimes, ...). La modélisation informatique d'un cours d'eau permet d'effectuer rapidement ces calculs et de simuler le fonctionnement de la rivière afin de connaître en chaque point les caractéristiques de l'écoulement (hauteur d'eau, débit, vitesses, ...). Avec cet outil, il est ainsi possible de mesurer l'impact d'un aménagement futur, et de dimensionner les mesures compensatoires pour annuler ou réduire les incidences ou à l'inverse d'optimiser le dimensionnement des ouvrages de gestion des crues.

5.1.2 Présentation du logiciel

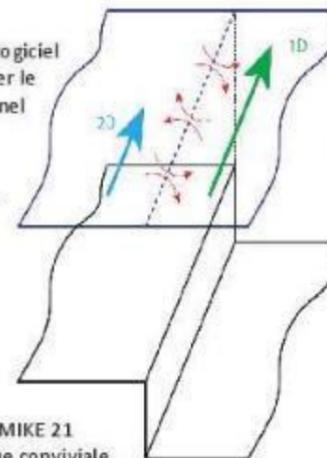
La modélisation mise en place dans cette étude a été réalisée à l'aide du logiciel MIKE. Le module du logiciel utilisé est MIKE FLOOD qui permet de coupler le modèle unidimensionnel du lit mineur avec le modèle bidimensionnel représentant le lit majeur.

MIKE FLOOD est un outil de simulation des processus hydrodynamiques, sédimentaires et de qualité des eaux. Le logiciel est basé sur le couplage dynamique des logiciels de modélisation les plus répandus de la gamme DHI :

- le modèle 1D fluvial Mike 11 ;
- le modèle 2D de surface Mike 21.

MIKE FLOOD permet le couplage dynamique et automatique du modèle MIKE 21 avec le modèle 1D MIKE 11, tout en bénéficiant d'une interface graphique conviviale.

Grâce à son module hydrodynamique, Mike Flood résout les équations de Barré Saint Venant en régime transitoire. Le logiciel permet de combiner les avantages des modèles unidimensionnels et bidimensionnels afin d'obtenir des modélisations optimales, tant sur le point de la précision que sur la rapidité des calculs. Ce type de couplage offre de nouvelles possibilités en termes de modélisation, impossibles à égaler avec de simples modèles 1D ou 2D. Les rivières sont donc désormais modélisées en deux dimensions sur les secteurs intéressants, tandis que les débordements de réseaux ne sont plus approximés par un modèle 1D simplifié mais par un véritable modèle de terrain. Enfin, les problématiques maritimes peuvent désormais bénéficier des atouts de la modélisation 1D pour modéliser des ouvrages hydrauliques complexes.



5.1.3 Module Mike 11

MIKE 11 est un progiciel pour la simulation des écoulements, la qualité de l'eau et le transport des sédiments dans les estuaires, les rivières, les systèmes d'irrigation, canaux et autres plans d'eau.

Le module hydrodynamique (HD) est le noyau du système de modélisation MIKE 11 et constitue la base de la plupart des modules, y compris la prévision des crues, l'advection-dispersion, la qualité de l'eau et des modules de transport de sédiments non cohésifs. Le module MIKE 11 HD résout les équations de la conservation de la masse et de la quantité de mouvement, à savoir les équations de Saint-Venant.

La modélisation des écoulements en rivière est assurée à partir de la résolution complète des équations de Barré Saint-Venant (modèle hydrodynamique). Le modèle permet de calculer les débits et les variations de niveaux d'eau, dans les cours d'eau et dans les champs d'inondation associés à tous les instants en tous points, en régime torrentiel ou fluvial. Il permet en particulier de prendre en compte les maillages et notamment la présence d'îles, le fonctionnement des singularités (ponts, déversoirs, seuils, vannages, clapets régulés ou non), les influences aval dues à la marée par exemple.

En parallèle, MIKE 11 fournit les outils permettant de représenter la complexité hydraulique d'un réseau hydrographique maillé et des zones inondables attenantes. Celles-ci peuvent être représentées au moyen de simples zones de stockage (sans écoulement) ou au moyen de biefs actifs, en relation avec l'écoulement principal.

La prise en compte des limites naturelles délimitant les zones d'inondation (routes en remblai, digues, collines) permet de reproduire avec fidélité le remplissage et la vidange des zones d'expansion des crues. Les différences de rugosité entre lit mineur et lit majeur sont également prises en compte dans la description des sections en travers.

La distinction des différents casiers hydrauliques permettra, lors de l'exploitation des résultats, de connaître les caractéristiques des différents échanges et des transferts de volume.

Le principe de la modélisation est le suivant : chaque bief ou casier est représenté puis modélisé de façon autonome, permettant la réalisation de calculs hauteurs, débits et vitesses. Les relations entre les différents biefs sont décrites sous la forme de lois de déversement intervenant au-dessus d'une certaine cote (par exemple le sommet des berges ou d'une digue). Le modèle permet donc de modéliser la montée des eaux dans le cours d'eau puis les déversements dans le lit majeur.

5.1.4 Module MIKE 21

La modélisation 2D a été réalisée sous le logiciel MIKE 21 FM, avec un maillage flexible développé par DHI.

Le module MIKE 21 permet de modéliser les écoulements qui ont lieu sur le lit majeur (provenant des débordements du lit mineur) en rentrant une bathymétrie du secteur d'étude.

Le couplage entre les deux modèles (1D et 2D) a été réalisé à partir de seuils déversant latéraux (rives droites du cours d'eau). Le couplage réalisé permet de prendre en compte les interactions du lit mineur (1D) vers le lit majeur (2D) et vice versa.



5.2 Architecture du modèle de la situation actuelle – Extension de la zone modélisée

Le principe de la modélisation appliqué sur le secteur d'étude reposera donc sur un découpage géographique de la vallée inondable, en un certain nombre de secteurs limités, par une structure de contrôle hydraulique (par exemple un bourrelet de berge, un mur de berge, une route, un remblai). Chacun de ces secteurs a été mis en communication avec tous ceux qui l'entourent par l'intermédiaire de « lois d'échange », décrivant les possibilités de passage et de déversement des eaux par-dessus ces structures.

La structure du modèle reposera donc sur le découpage géographique de la vallée inondable d'une surface d'environ 450 ha et sur un linéaire de 5 km pour l'Orge aval.

5.2.1 Données topographiques utilisées

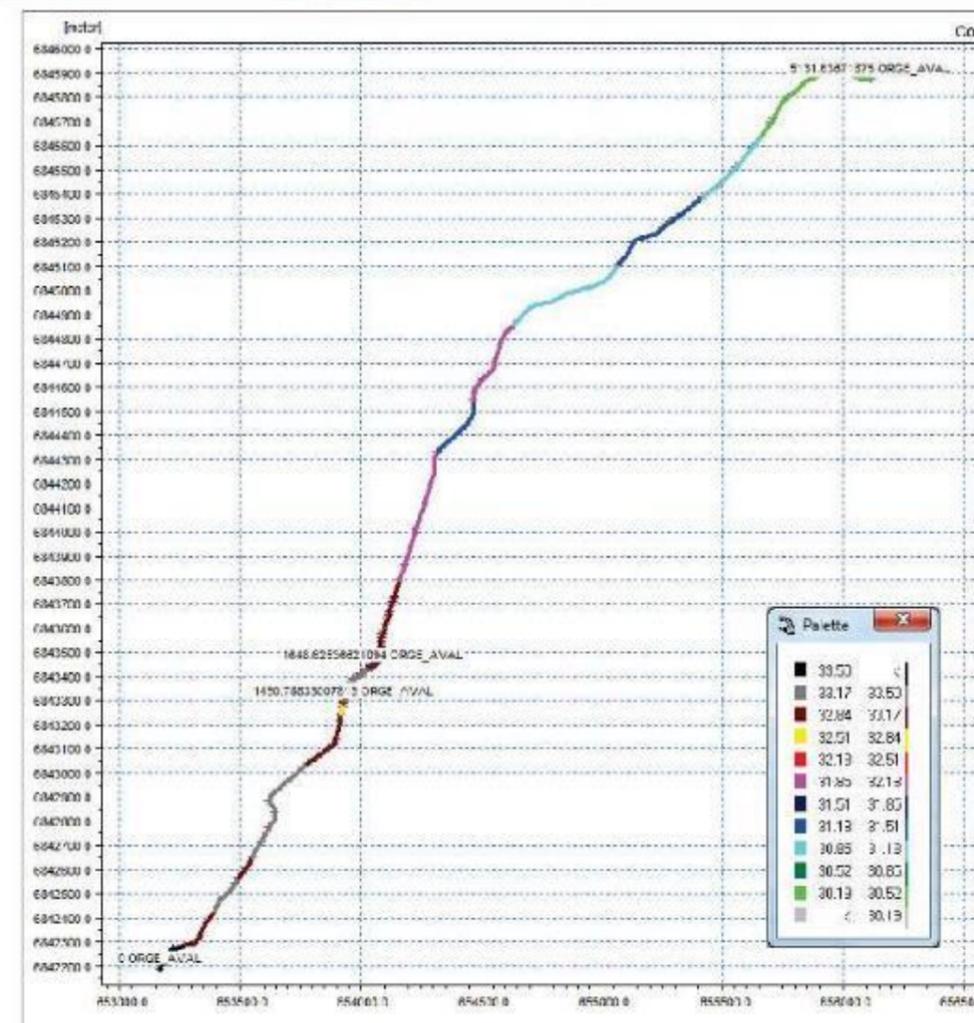
Le modèle global (1D) a été élaboré à l'aide d'environ 40 profils en situation actuelle, issus de levés topographiques :

- Réalisés lors des études précédentes dans les années 90 ;
- Récentes, réalisés par le cabinet JM ALBERTALLI sur l'ensemble du tronçon souterrain ;
- Au niveau des aménagements récents du syndicat au coteau des Vignes à Athis-Mons, à partir des profils schématiques ;
- Réalisés par SYSTRA (2021) au niveau du projet du prolongement du Tramway, deux profils en travers sur l'Orge souterraine.



Le schéma suivant illustre les variations topographiques du fond de l'Orge aval, intégrées dans le modèle.

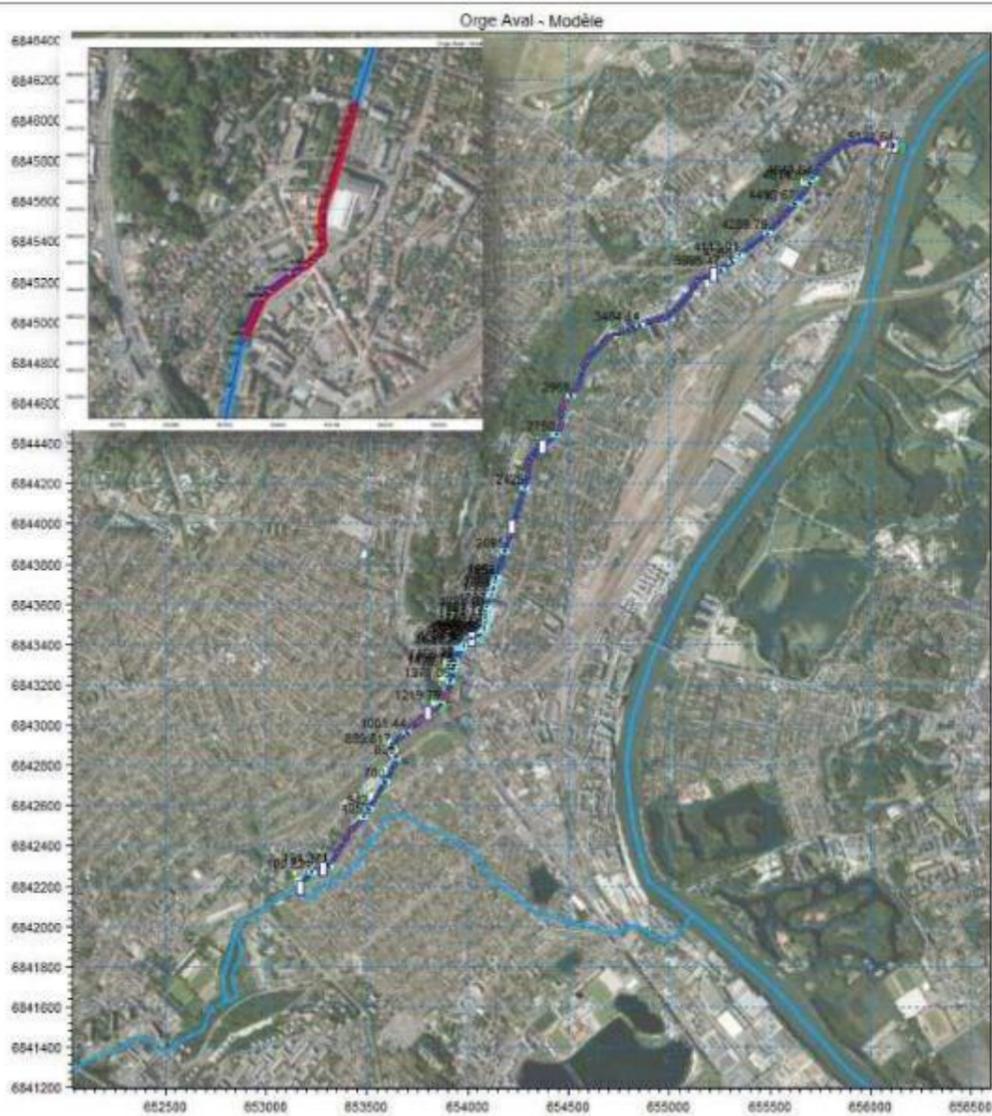
Schéma 13 : Variations topographiques du fond de l'Orge aval





Les deux schémas suivants présentent la structure de la situation actuelle du modèle 1D et du modèle 2D.

Schéma 14 : Structure du modèle 1D – Situation actuelle



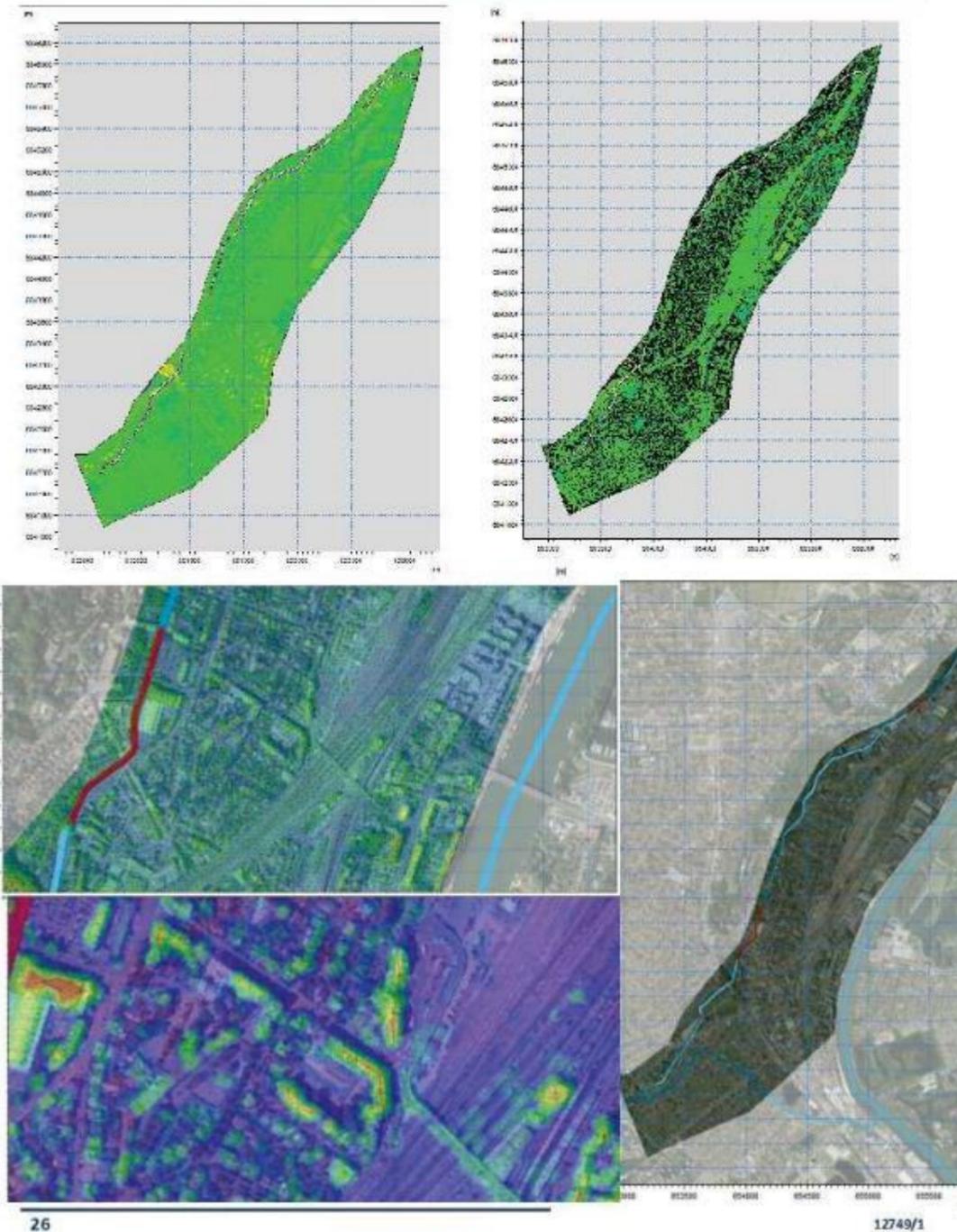
Au niveau du lit majeur, les levés topographiques utilisés pour construire le modèle sont les données Lidar au pas de 1 mètre avec une précision altimétrique variable en fonction de la source des données et de l'occupation des sols, soit 0.2 m au niveau des zones inondables et 0.3 m au niveau des forêts.

Sur la base des données topographiques et les caractéristiques physiques du secteur, un maillage a été généré sur le site. Le modèle mis en œuvre est un modèle 2D à mailles flexibles sur l'ensemble du secteur à modéliser. La taille moyenne des mailles sur le modèle est de l'ordre de 50 m².



Un MNT a ensuite été généré en réalisant une interpolation des données topographiques sur le maillage. Le maillage et le MNT du modèle en situation actuelle sont présentés sur le schéma suivant.

Schéma 15 : Structure du modèle 2D – Situation actuelle





5.3 Conditions aux limites

Les conditions aux limites permettent de fermer mathématiquement le système et donc de rendre possible sa résolution. Le régime d'écoulement étant fluvial en dehors des singularités, les conditions aux limites ont été entrées dans le modèle unidimensionnel (MIKE 11) et concernent une condition amont et une condition aval.

5.3.1 Condition de la limite amont

Dans le cadre de la présente modélisation, plusieurs crues ont été modélisées :

- L'événement de juin 2016, soit une crue récente et la mieux renseignée pour le calage du modèle (l'occurrence de cette crue est estimée supérieure à la vicennale à Morsang sur Orge) ;
- Le débit d'occurrence 10 ans afin d'apprécier le fonctionnement de l'Orge aval en situation plein bord ;
- Le débit d'occurrence 50 ans comme crue de projet, étant donné que l'objectif de protection recherchée sur le bassin versant est la protection cinquantennale ;
- Le débit centennal comme crue de sécurité.

Graphique 1 : Chronique de hauteur d'eau - Crue de juin 2016 – Orge aval & Seine



Les points de mesure du niveau d'eau E33, E16 et E32 se situent respectivement en amont du répartiteur, au niveau de la diffuence des deux bras, en aval du répartiteur et à l'exutoire de l'Orge aval vers la Seine.

Pour la reconstitution de la crue de juin 2016, les hauteurs d'eau mesurées à E16 et à E32 constituent les conditions amont et aval du modèle.



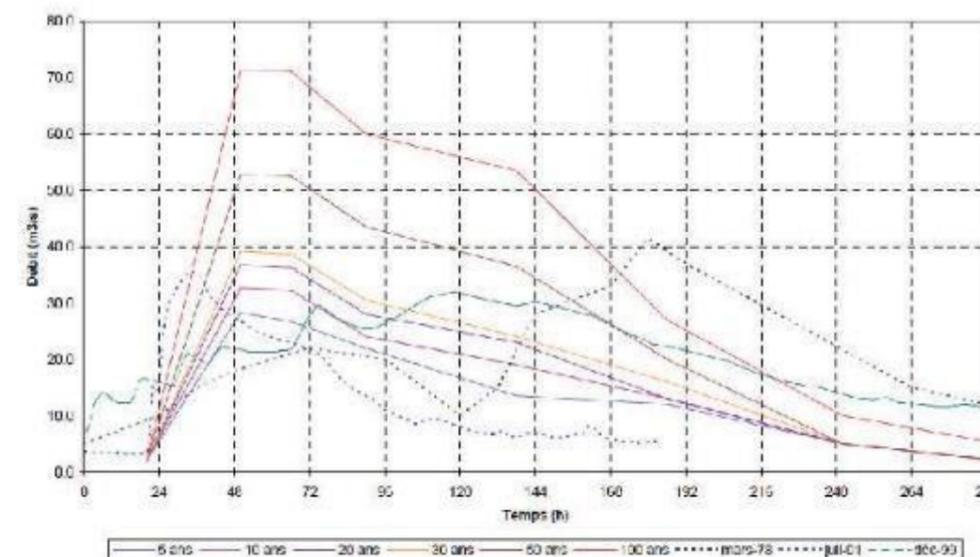
Les hauteurs d'eau enregistrées au niveau de E16 et de E33 se suivent bien en période de crue avec une vingtaine de centimètres de décalage. Le 2 juin à 3h, la vanne T10 au niveau du répartiteur Orge/Morte Rivière a été fermée (50 dents) pour limiter le débit de l'Orge aval. A 4h15, T10 a été réouverte (60 dents) pour limiter le débit de la Morte Rivière. Le 3 juin à 20h, T10 a été fermée afin d'abaisser le niveau de l'Orge à Juvisy et permettre l'évacuation des eaux pluviales. Dans ces faits, au pic de crue, un abaissement de la ligne d'eau est observable en amont du répartiteur (E33). En période de décrue, après la fermeture de T10, la ligne d'eau de l'Orge aval baisse significativement et suit celle de E33 mais avec un décalage de 70 cm.

A l'exutoire de l'Orge, E32 n'a pas fonctionné au-delà du niveau d'alarme et n'a pas pu enregistrer la pointe de la crue de la Seine. Ses données ont été complétées avec les relevés du niveau d'eau du barrage d'Albon-Vigneux, situé à 1.2 km en aval de l'Orge, sur la Seine (source : VNF).

La bonne superposition de ces dernières données prouve la fiabilité des données enregistrées par E32.

Afin de conserver une cohérence, les hydrogrammes amont issus des études précédentes ont été appliqués pour les crues d'occurrences 10, 50 et 100 ans, dans le cadre de la présente modélisation.

Graphique 2 : Hydrogrammes synthétiques issus de la méthode QDF à Morsang-sur-Orge (Source : Etude hydraulique plaine du carouge -2012)



Les résultats des modélisations des études précédentes estiment que lors d'une crue d'occurrence 100 ans, Morte Rivière reprend l'essentiel des débits de l'amont et l'Orge aval ne récupère que 10 % du débit de pointe.

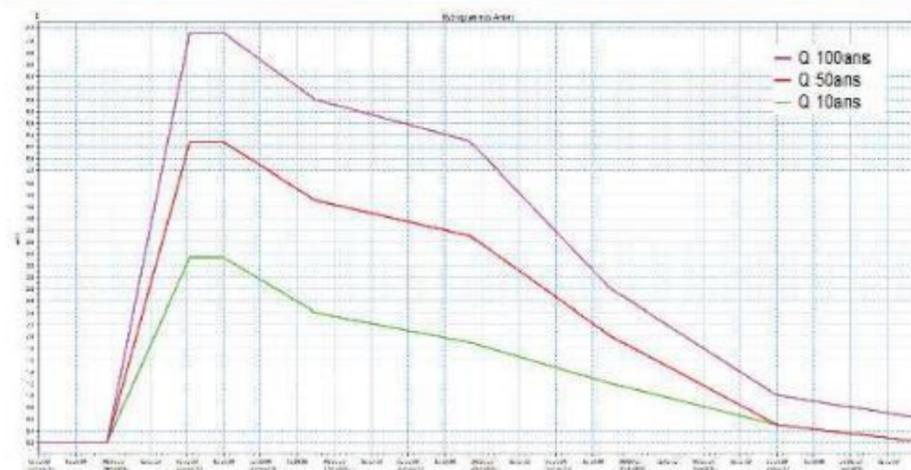
Dans le cadre des modélisations de la présente étude pour des crues exceptionnelles, l'hypothèse prise en compte est de considérer 10 % du débit des différentes occurrences (selon les hydrogrammes synthétiques ci-dessus) vers l'Orge aval.

Concernant le débit d'étiage de l'Orge aval, nous avons considéré 50 % du MODULE évalué à la station de Morsang-sur-Orge, soit 1.9 m³/s.

DÉFINITION DE L'IMPACT DE LA MODIFICATION DE SECTION DE L'OUVRAGE HYDRAULIQUE DE L'ORGE AU DROIT DU PROJET DU PROLONGEMENT DU TRAM T7
SYSTRA



Graphique 3 : Hydrogrammes amont du modèle de l'Orge aval – Occurrence 100, 50 et 10ans



5.3.2 Apports latéraux

L'Orge aval, sur sa traversée, reçoit les apports d'un bassin versant d'une surface de l'ordre de 10 km². Ces apports sont très importants en termes de débit de pointe.

Lors de pluies orageuses, ces apports pluviaux peuvent provoquer des pics de débits plus importants que ceux de la crue de la rivière de même occurrence, mais sur une durée beaucoup plus courte.



Schéma 16 : Structure du modèle 1D

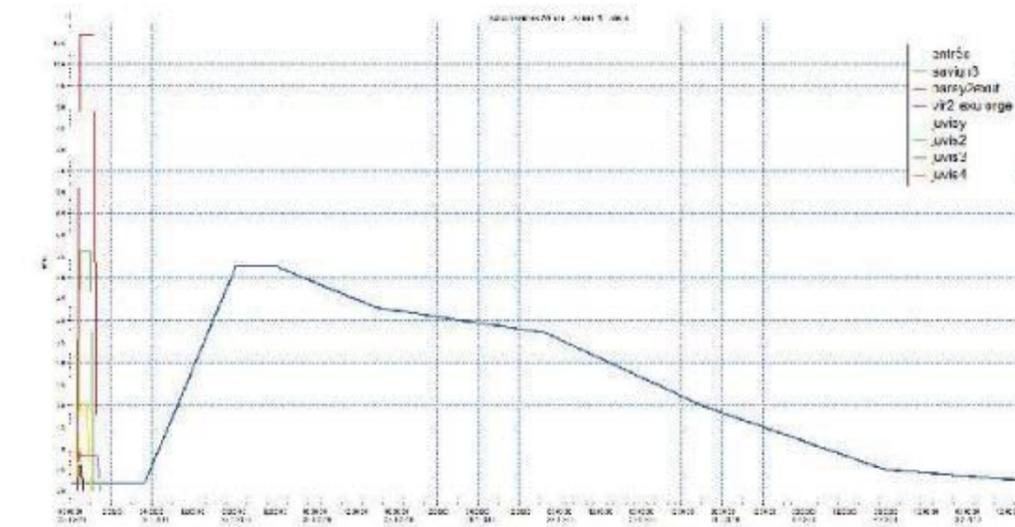
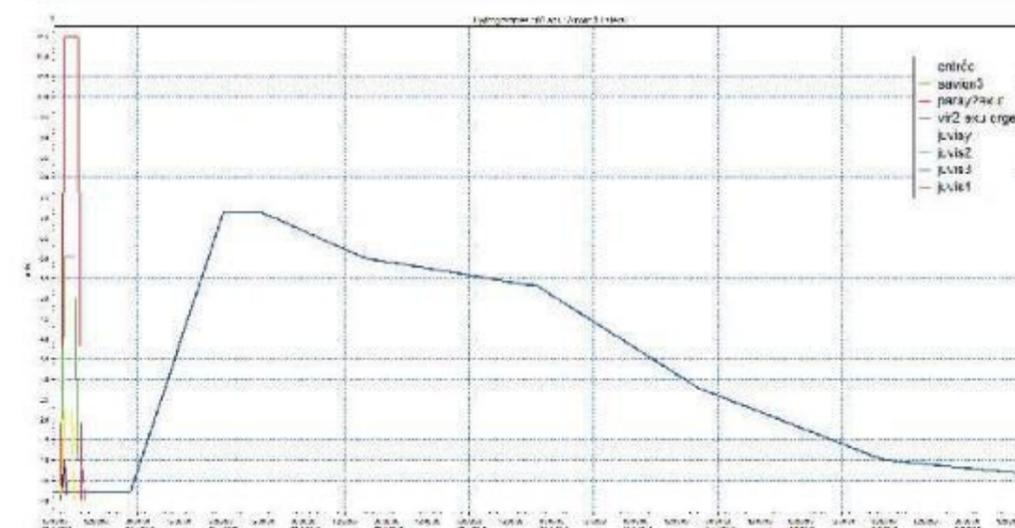
BV/exutoire	Surf. total ha	PLPH m	C	Surf Act ha	Temps Concentration				mini 6.00
					Kirplich	Ventura	Passini	mdy	
BV/exutoire					min	min	min	min	
paray 2 exut	495.70	2800.00	0.30	78.27	41.81	90.17	92.37	67.09	67.09
vr2 - exut orge	36.58	1000.00	0.32	11.71	58.35	145.75	146.97	102.66	102.66
jvis1	95.39	500.00	0.30	28.62	20.07	117.67	80.28	50.17	50.17
jvis2	27.61	500.00	0.30	8.28	7.29	14.16	12.62	9.95	9.95
jvis3	20.60	700.00	0.31	6.39	8.64	13.07	12.88	10.76	10.76
jvis4	40.06	1450.00	0.32	12.92	19.51	25.35	28.49	24.00	24.00

DÉFINITION DE L'IMPACT DE LA MODIFICATION DE SECTION DE L'OUVRAGE HYDRAULIQUE DE L'ORGE AU DROIT DU PROJET DU PROLONGEMENT DU TRAM T7
SYSTRA

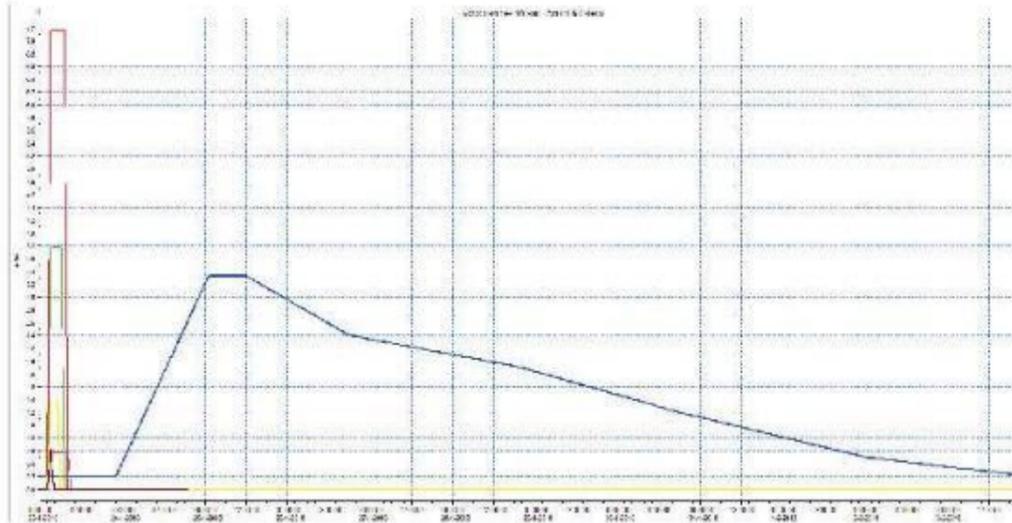


Les débits de pointe sont calculés à partir de la méthode rationnelle et sur la base de la pluie de la station météorologique d'Orly.
Les hydrogrammes des apports latéraux sont établis à partir du débit pointe de l'occurrence concernée et sur la durée calculée selon la méthode SCS.

Graphique 4 : Hydrogrammes amont/latéraux du modèle de l'Orge aval – Occurrence 100, 50 et 10 ans



DÉFINITION DE L'IMPACT DE LA MODIFICATION DE SECTION DE L'OUVRAGE HYDRAULIQUE DE L'ORGE AU DROIT DU PROJET DU PROLONGEMENT DU TRAM T7
SYSTRA



5.3.3 Condition de la limite aval

Dans le cadre de la modélisation de la crue de juin 2016, la condition aval du modèle est matérialisée par les hauteurs d'eau enregistrées à E32 et complétée par les données fournies par VNF au niveau du barrage d'Albon-Vigneux (Cf. Graphique 1).

Lors des modélisations des occurrences 10 à 100 ans, la condition aval prise en compte a été établie par une « Relation hauteur / débit », caractérisée par les derniers profils en travers.

Il est effectivement peu probable que le pic de la crue de l'Orge et celui de la Seine coïncident. Lors de la crue de juin 2016, ce décalage était de 2 jours. Autrement dit, la probabilité d'un événement dans lequel l'Orge et la Seine se trouvent simultanément en situation de crue décennale est largement supérieur à une occurrence décennale.

5.4 Résultats et analyse

5.4.1 Résultats de la modélisation en situation actuelle – Calage

Le calage ou l'étalonnage du modèle consiste à simuler le passage d'une crue connue, suffisamment renseignée en termes de hauteurs et/ou débits (généralement des valeurs de pointe), tout en faisant varier principalement les coefficients de frottement (Strickler).

Les coefficients de Strickler appliqués dans l'ensemble des modélisations sont les suivants :

- $50 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ pour la partie souterraine ;
- $25 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ pour le lit amont/aval.

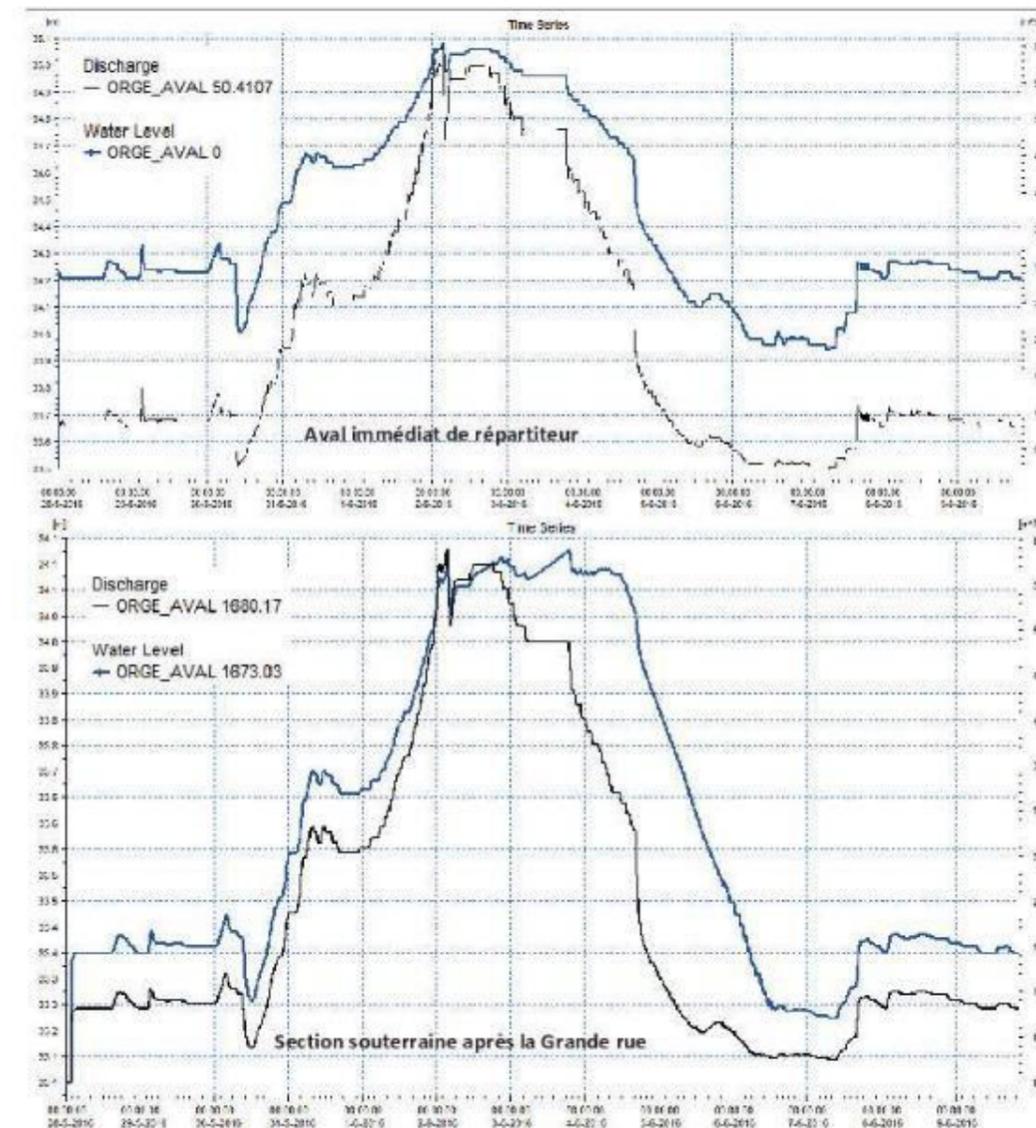
Dans le cadre de la présente modélisation, la crue de calage n'est renseignée qu'en amont et en aval de l'Orge aval sur le secteur modélisé, constituant les conditions aux limites du modèle. Pour un calage bien détaillé, il manque des renseignements sur un troisième point sur lequel les résultats de la modélisation pourraient être comparés avec des mesures.

DÉFINITION DE L'IMPACT DE LA MODIFICATION DE SECTION DE L'OUVRAGE HYDRAULIQUE DE L'ORGE AU DROIT DU PROJET DU PROLONGEMENT DU TRAM T7
SYSTRA



En l'absence de cet élément, les résultats du modèle peuvent être comparés avec le fonctionnement de l'Orge aval lors de la crue de juin 2016.

Graphique 5 : Chroniques des débits et des niveaux d'eau de l'Orge aux PK : 0 et 1680 – résultats du modèle lors de la crue de juin 2016



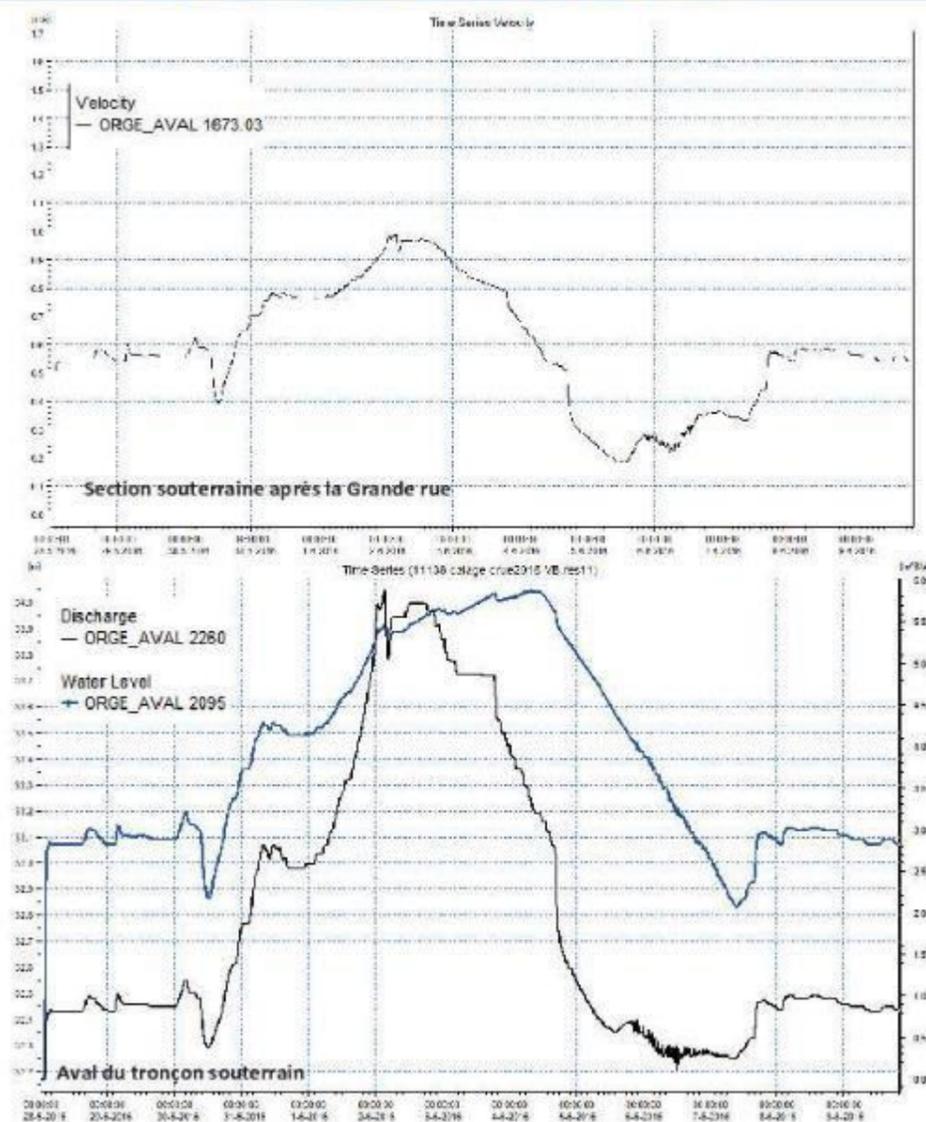
De l'amont vers l'aval, on constate l'influence de la Seine par le décalage du pic de la chronique des débits et du pic de la chronique des niveaux d'eau. Ceux-ci s'expliquent par le décalage des pics de crue de l'Orge et de la Seine (Cf. Graphique 1).

DÉFINITION DE L'IMPACT DE LA MODIFICATION DE SECTION DE L'OUVRAGE HYDRAULIQUE DE L'ORGE AU DROIT DU PROJET DU PROLONGEMENT DU TRAM T7
SYSTRA



Les graphiques ci-dessous montrent la variation des vitesses au PK 1673. Le pic des chroniques des débits et des vitesses se superposent. En revanche, quand le niveau d'eau atteint son maximum, la vitesse est basse du fait du niveau haut de la Seine provoquant un frein sur l'écoulement.

Graphique 6 : Chroniques des débits, des vitesses et des niveaux d'eau de l'Orge aux PK : 1673, 2095 et 2260 – résultats du modèle lors de la crue de juin 2016



Nous pouvons conclure que la Seine n'avait pas un impact fort sur l'Orge aval, du fait du décalage du pic de la crue des deux cours d'eau.

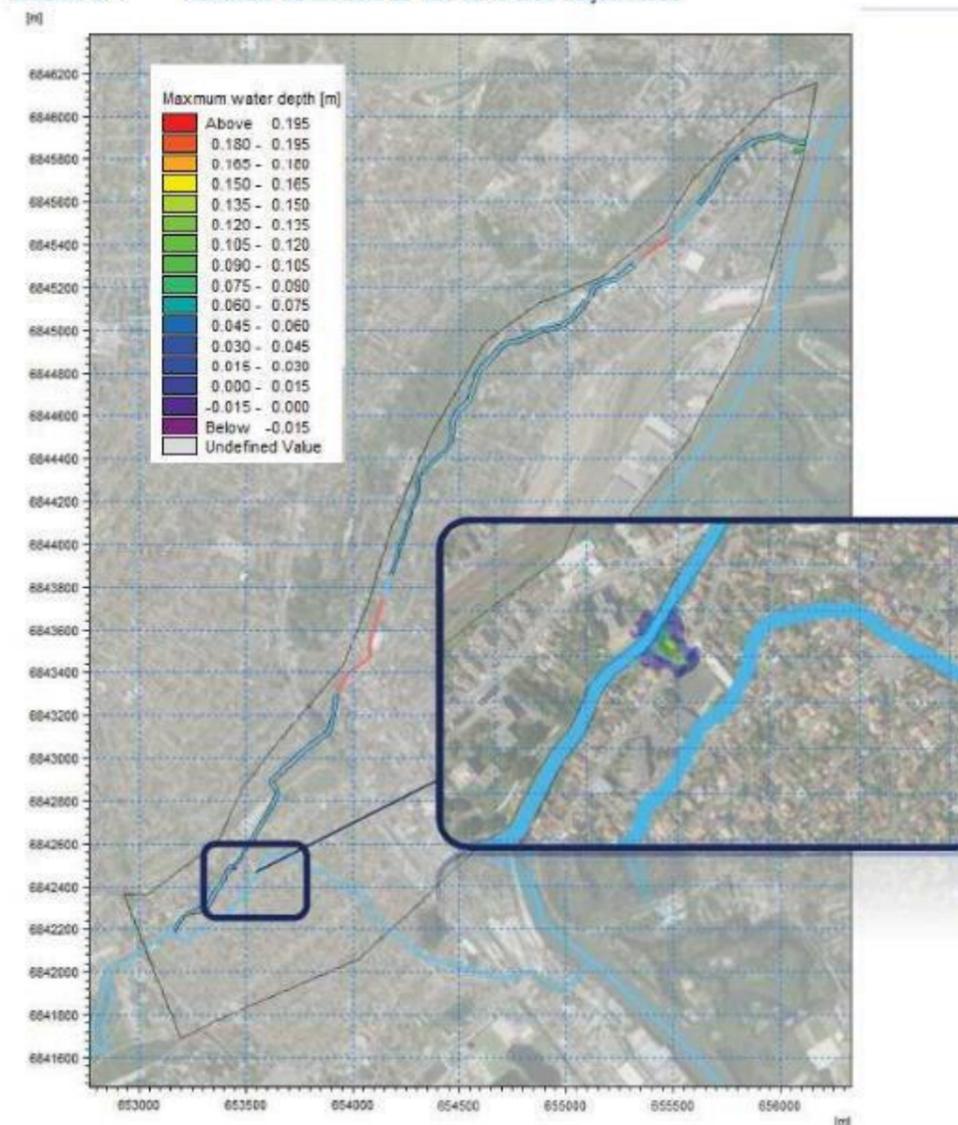
Les résultats de la modélisation de la crue de juin 2016 montrent des débordements non significatifs en amont du pont de la SNCF sur la rive droite de l'Orge aval.

DÉFINITION DE L'IMPACT DE LA MODIFICATION DE SECTION DE L'OUVRAGE HYDRAULIQUE DE L'ORGE AU DROIT DU PROJET DU PROLONGEMENT DU TRAM T7
SYSTRA



Le débit de pointe de l'Orge en aval du répartiteur atteint 5.5 m³/s et 6 m³/s à son exutoire vers la Seine.

Schéma 17 : Résultats du modèle 2D lors de la crue de juin 2016

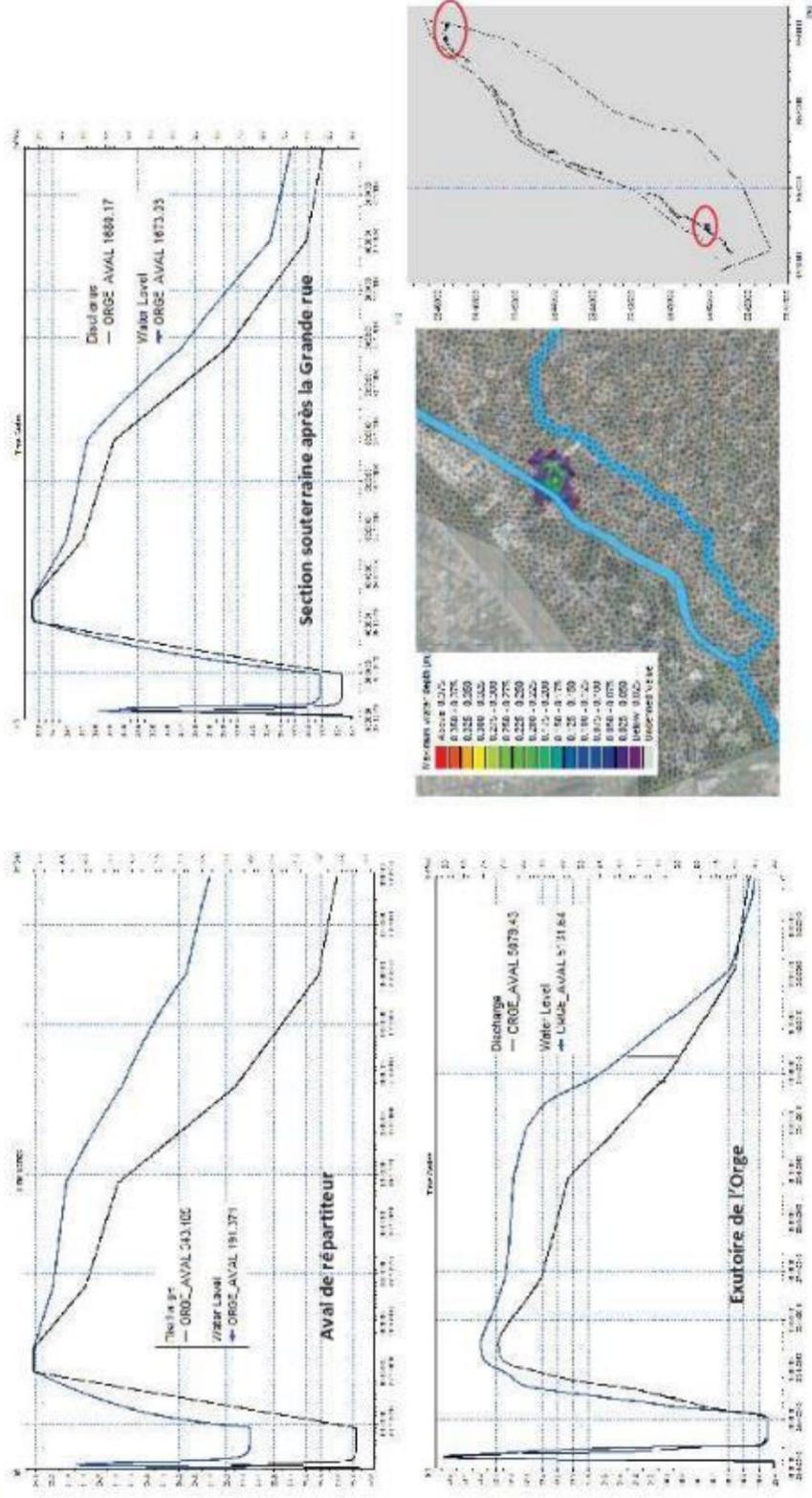


5.4.2 Résultats de la modélisation en situation actuelle – Crue d'occurrences 10, 50 et 100 ans

Les hydrogrammes et les hauteurs maximales calculées par la modélisation de la situation actuelle pour des crues d'occurrences 10 ans, 50 ans et 100 ans sont illustrés sur les schémas suivants.



Schéma 18 : Résultats de la modélisation lors de la crue de projet d'occurrence 100 ans : Situations actuelle

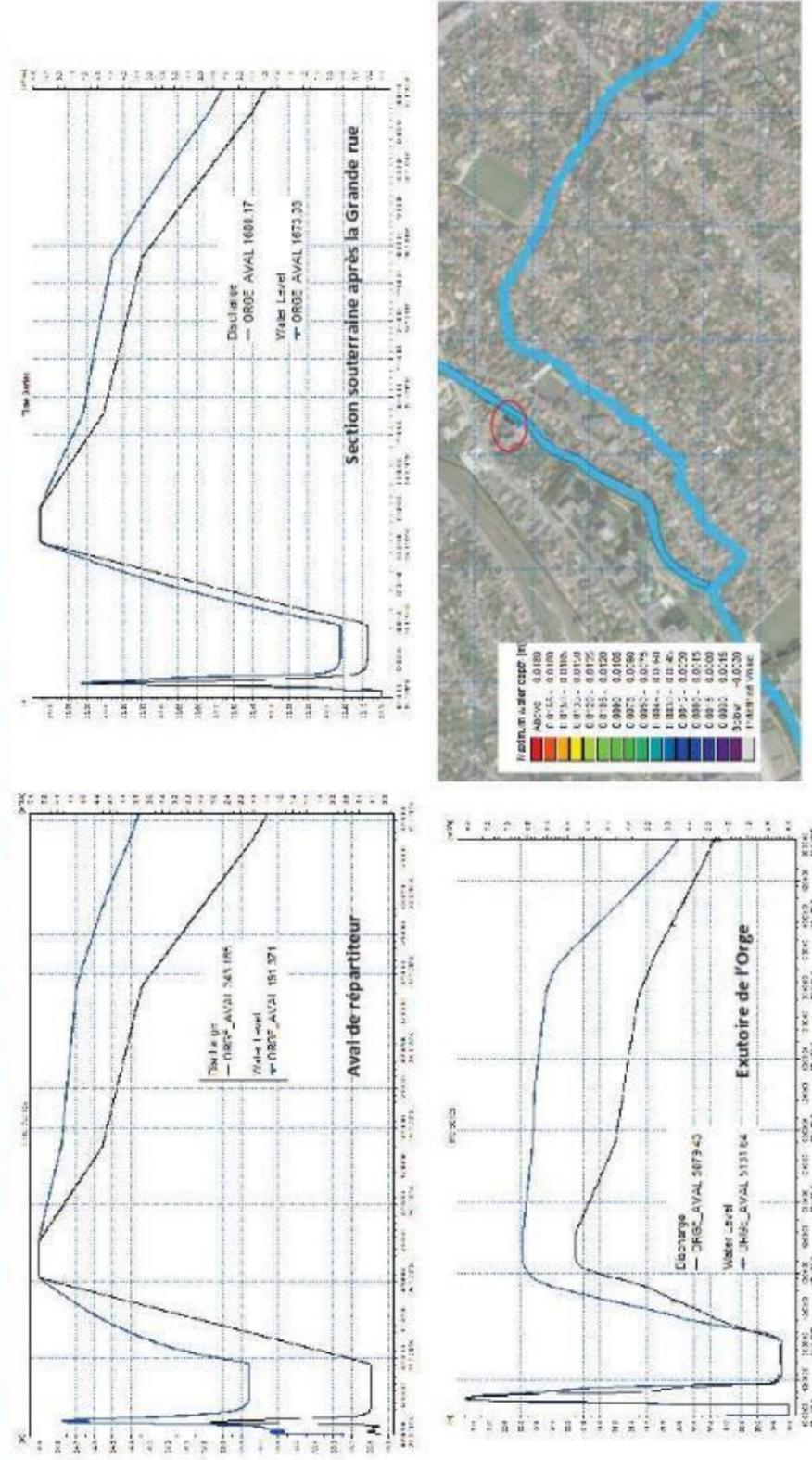


12740/1

35



Schéma 19 : Résultats de la modélisation lors de la crue de projet d'occurrence 50 ans : Situations actuelle

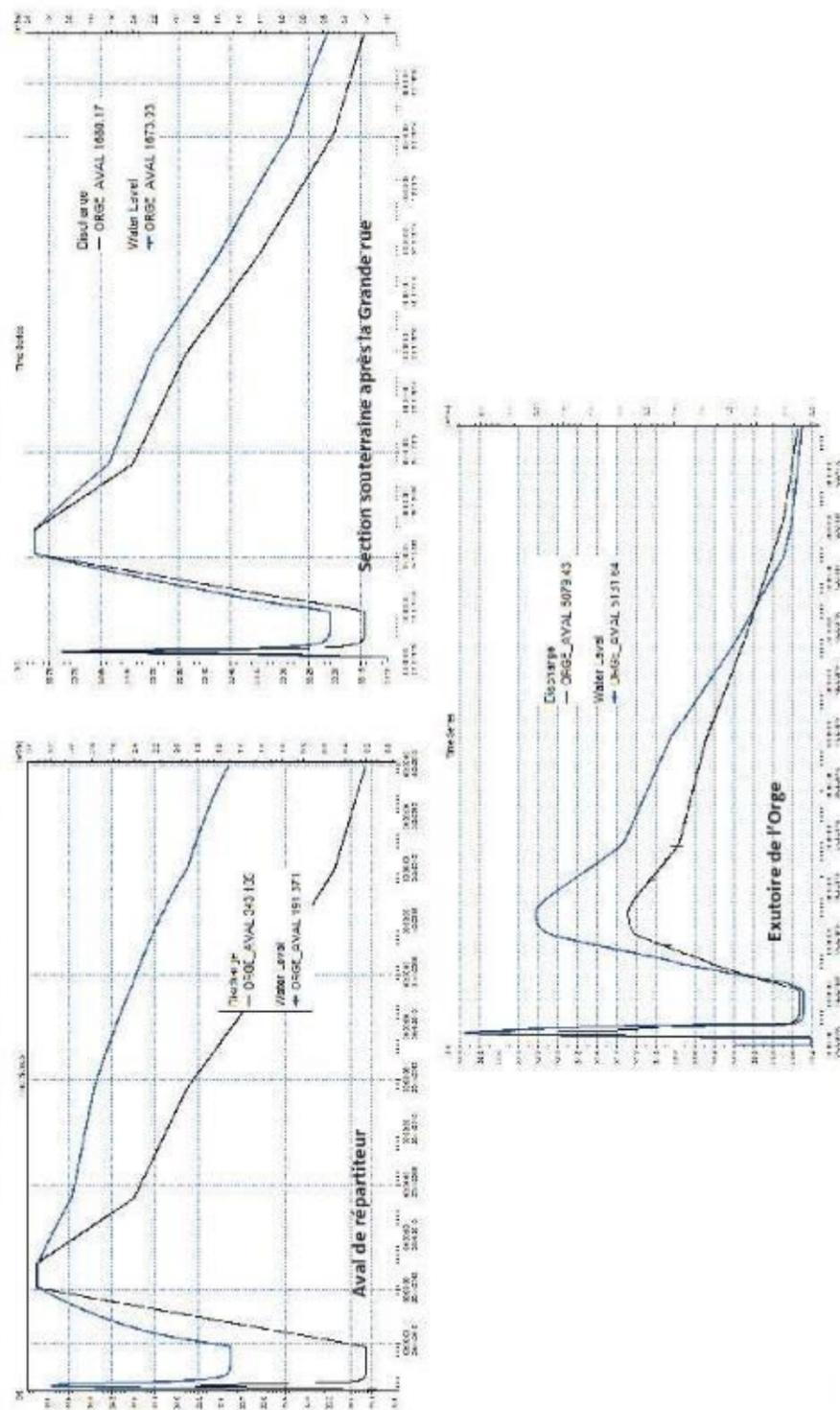


36

12749/1



Schéma 20 : Résultats de la modélisation lors de la crue de projet d'occurrence 10 ans : Situations actuelle



5.5 Résultats de la modélisation en situation future – Crue d'occurrence 10, 50 et 100 ans

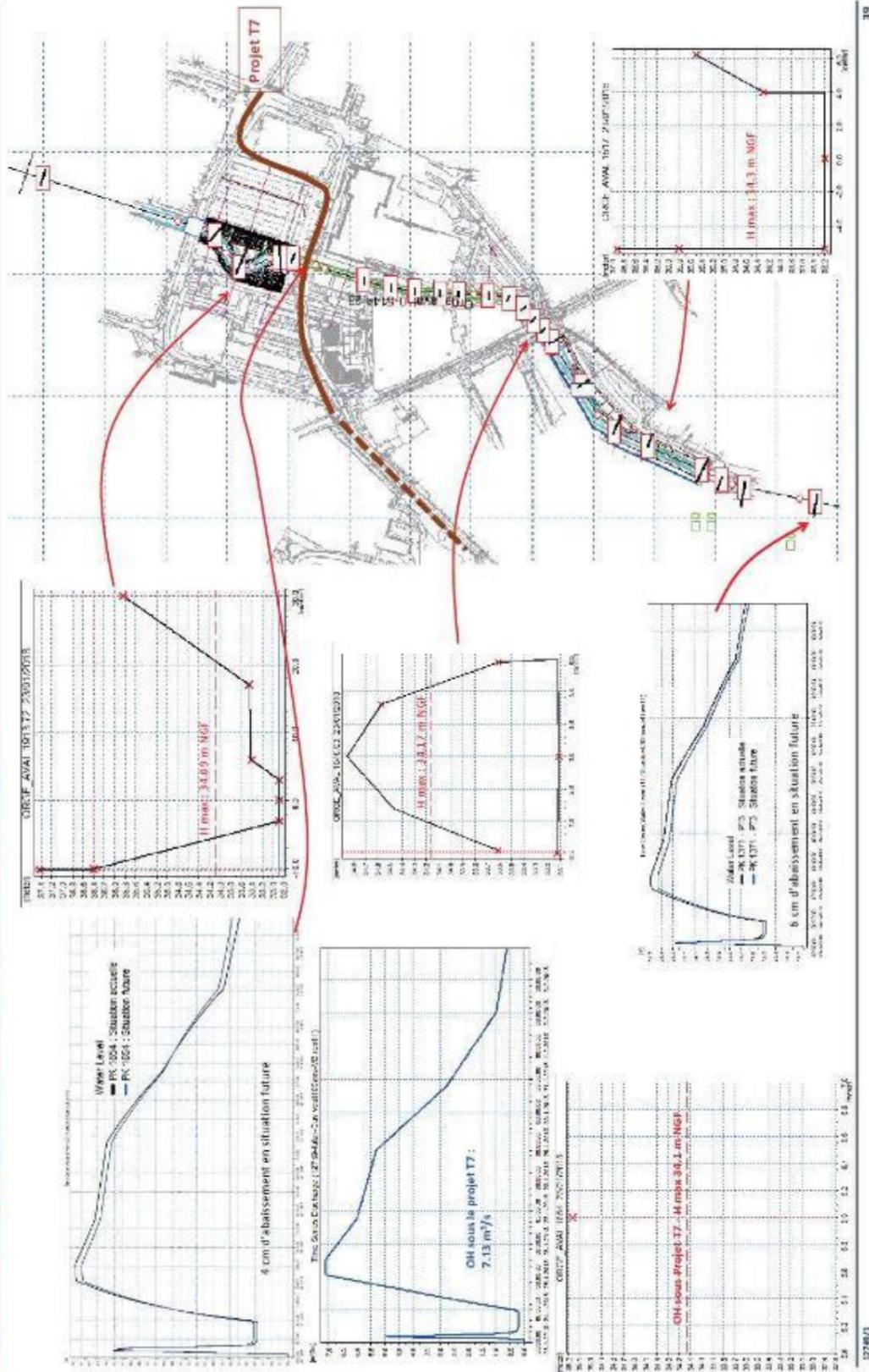
Les schémas suivants illustrent les résultats des différentes simulations de l'Orge aval en situation aménagée.

Il est à noter que le projet de reconstruction de l'OA de franchissement du canal de l'Orge (dans le cadre du projet T7) nécessite uniquement la démolition de la dalle supérieure du Canal de l'Orge et sa reconstruction à quelques centimètres plus bas (environ une vingtaine de centimètres), sans modifier sa largeur. Les résultats des modélisations en 2 situations actuelle et aménagée montrent un tirant d'air de l'ordre d'un mètre lors de la crue d'occurrence 100 ans.

Dans ces conditions, les résultats des modèles 1 et 3 sont identiques ainsi que des modèles 2 et 4 (Cf.§ 5.1).

DÉFINITION DE L'IMPACT DE LA MODIFICATION DE SECTION DE L'OUVRAGE HYDRAULIQUE DE L'ORGE AU DROIT DU PROJET DE PROLONGEMENT DU TRAM T7
SYSTRA

Schéma 21 : Résultats de la modélisation lors de la crue de projet d'occurrence 100 ans : Situations future

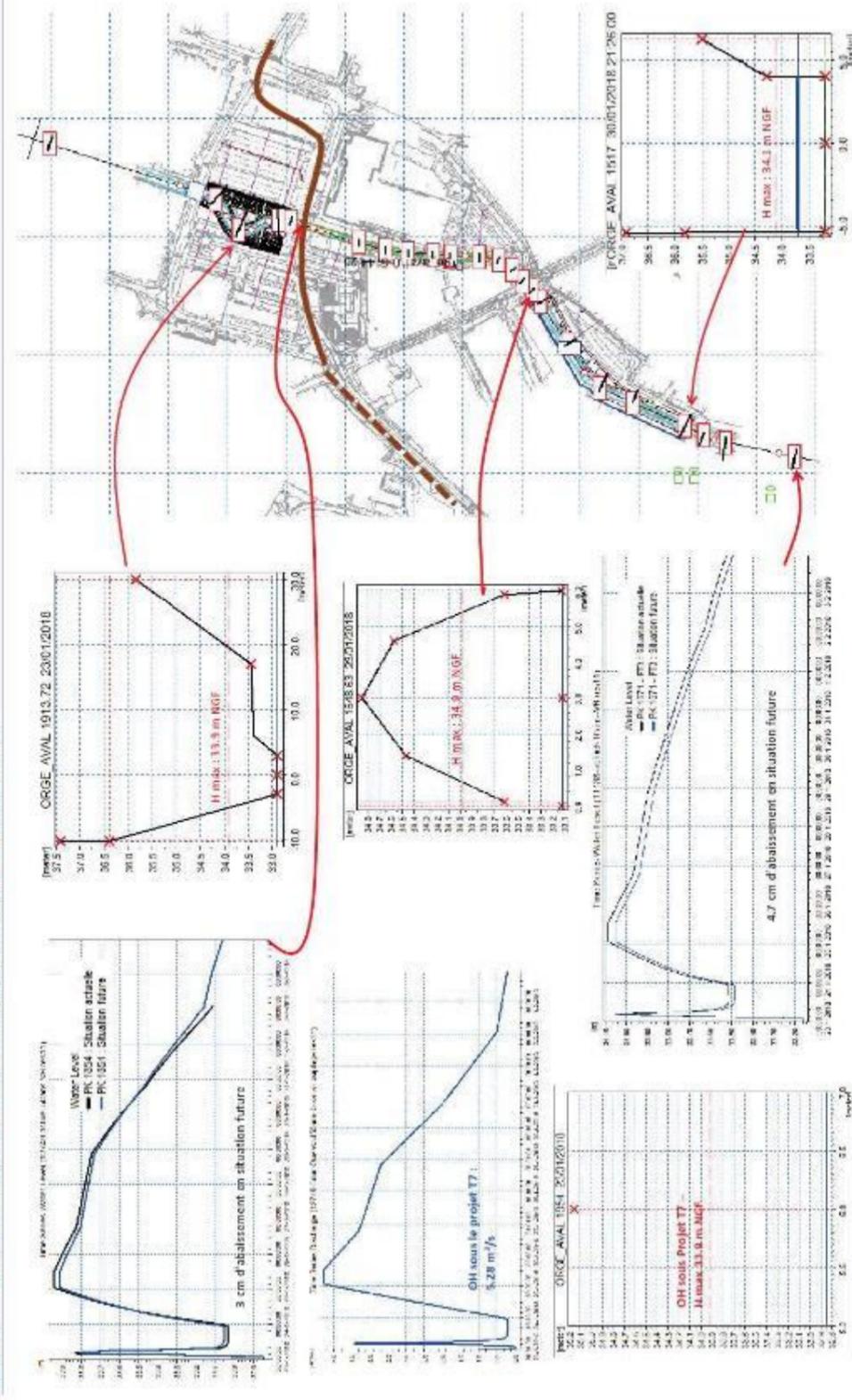


39



DÉFINITION DE L'IMPACT DE LA MODIFICATION DE SECTION DE L'OUVRAGE HYDRAULIQUE DE L'ORGE AU DROIT DU PROJET DE PROLONGEMENT DU TRAM T7
SYSTRA

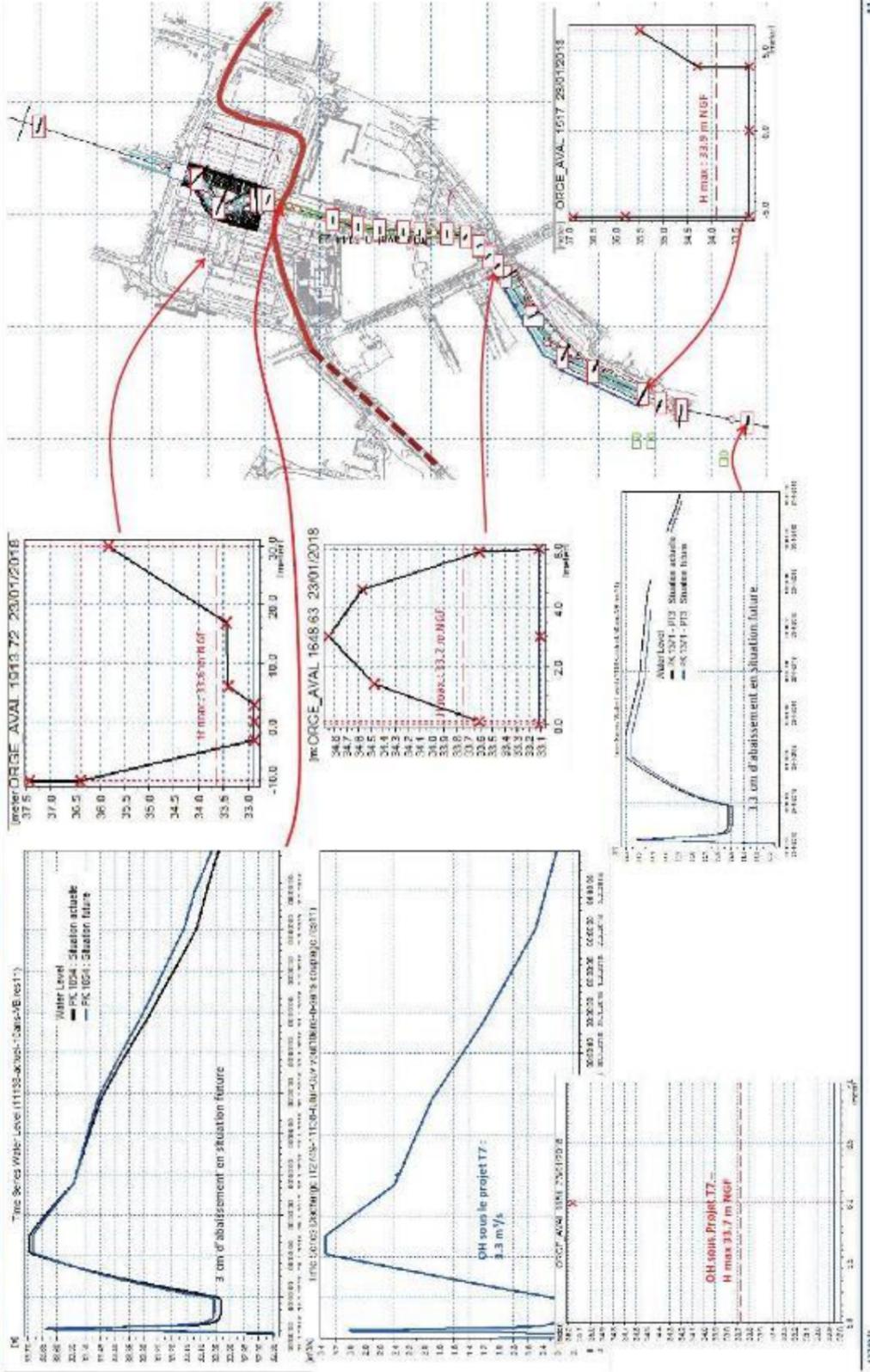
Schéma 22 : Résultats de la modélisation lors de la crue de projet d'occurrence 90 ans : Situations future



40

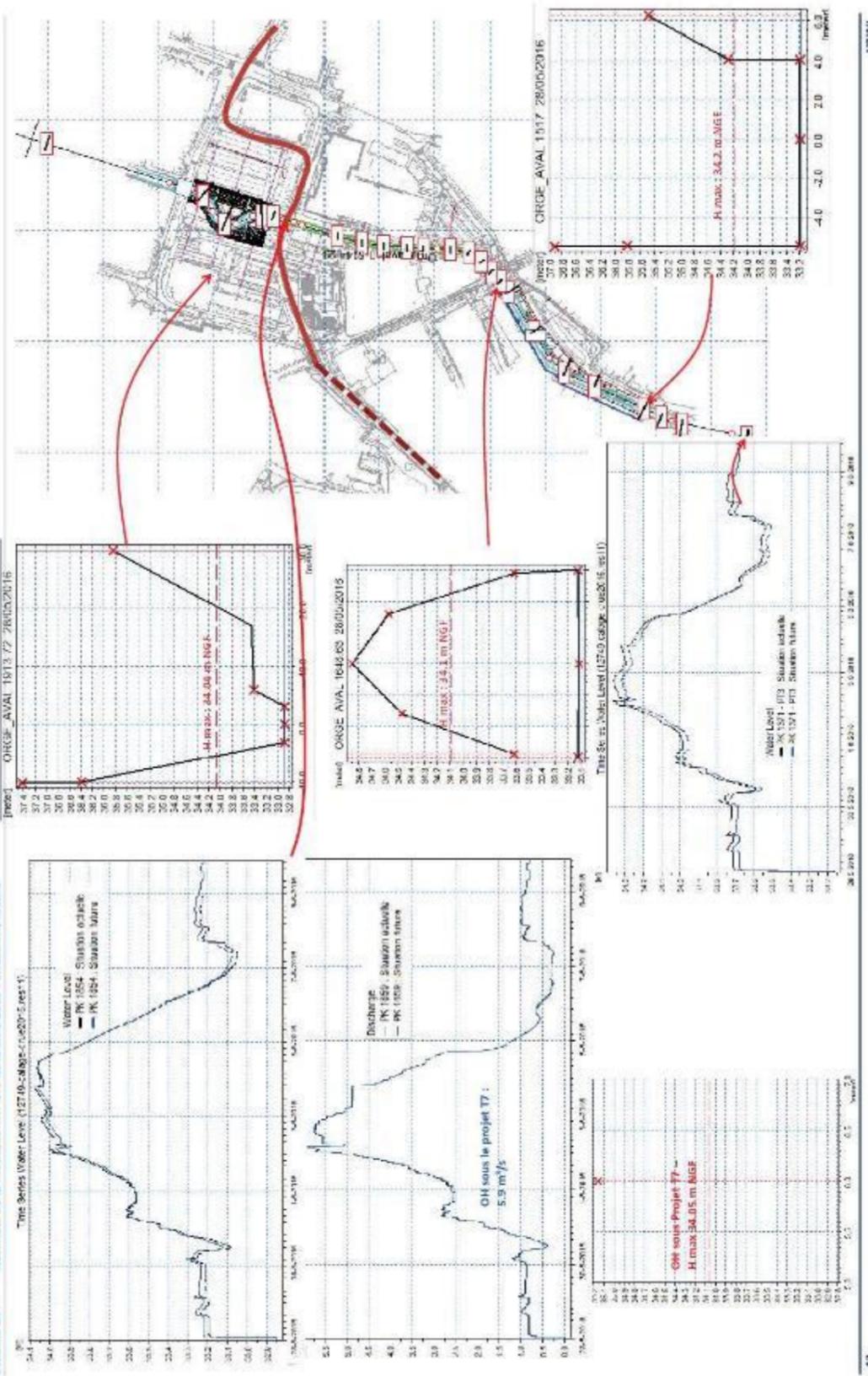
DÉTERMINATION DE L'IMPACT DE LA MODIFICATION DE SECTION DE L'OUVRAGE HYDRAULIQUE DE L'ORGE AU DROIT DU PROJET DU PROLONGEMENT DU TRAM T7
SYS TRA

Schéma 23 : Résultats de la modélisation lors de la crue de projet d'occurrence 10 ans - Situations future



DÉTERMINATION DE L'IMPACT DE LA MODIFICATION DE SECTION DE L'OUVRAGE HYDRAULIQUE DE L'ORGE AU DROIT DU PROJET DU PROLONGEMENT DU TRAM T7
SYS TRA

Schéma 24 : Résultats de la modélisation lors de la crue 2016 - Situations future





5.6 Conclusion

La structure du modèle au niveau du lit mineur et du lit majeur de l'Orge aval est construite à partir des anciens profils en travers réalisés dans les années 90 (extrait des anciens modèles), complétés par des levés récents du tronçon souterrain de l'Orge dans la traversée de Juvisy et des données Lidar.

Dans le cadre du calage du modèle, la crue du juin 2016 a été retenue, étant l'événement le mieux renseigné sur le bassin hydrographique de l'Orge. Sur le secteur modélisé, il existe une échelle limnimétrique en amont (E16 en aval du répartiteur) et une deuxième en aval au niveau de la confluence de l'Orge avec la Seine (E32).

Pour un calage détaillé, un troisième point de mesure aurait été nécessaire. En l'absence d'autres mesures, le calage ne peut se baser que sur la mémoire des inondations.

Les résultats de la modélisation de la crue de juin 2016 montrent un débordement localisé (non significatif) en amont de la rue de Savigny.

Ce tronçon montre des sensibilités aux inondations selon l'AZI et le PPRI.

Un autre constat est que la Seine n'a pas eu un impact fort sur l'Orge aval du fait du décalage du pic de la crue entre les deux cours d'eau.

L'événement de 2016 est considéré supérieur à une crue cinquanteale sur l'Orge aval, selon les statistiques de la station hydrométrique de Morsang sur Orge.

A partir des hypothèses prises en compte (notamment en considérant que Morte rivière reprend 90 % du débit de pointe amont), les résultats de la modélisation de la situation actuelle montrent que les débordements apparaissent dès une crue d'occurrence 50 ans (5.2 m³/s). Les débordements sont localisés exclusivement sur le tronçon amont (amont du pont SNCF).

Les résultats de la modélisation des crues d'occurrence 10, 50 et 100 ans en situation aménagée, c'est-à-dire après la réalisation du projet la réouverture de l'Orge dans Juvisy, montrent une quasi-absence de débordements sur l'Orge aval. Il reste peu de débordement à son exutoire lors des crues d'occurrences 50 et 100 ans dû au niveau élevé de la Seine.

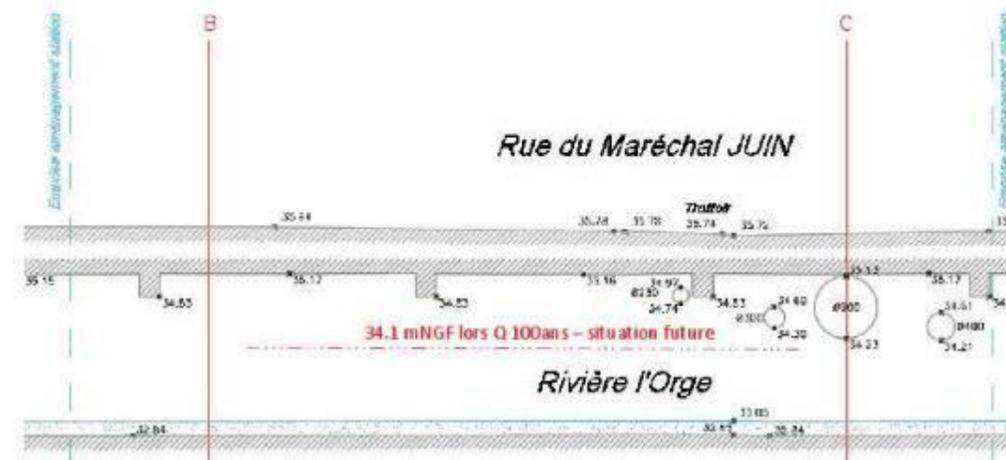
D'une manière générale, un abaissement de la ligne d'eaux de 3 à 6 cm est constaté pour des différentes crues.

Au niveau de l'ouvrage d'art de franchissement de l'Orge souterraine, la hauteur maximale (Hmax) lors de la crue d'occurrence centennale est de :

- 34.14 mNGF en situation actuelle et en état projet avec modification seule de la section liée au tram, soit environ 69 cm de tirant d'air sous poutre et 1.02 m sous plafond du canal ;
- 34.10 mNGF en situation projet après les travaux de réouverture à Juvisy et en situation après les travaux des deux projets, soit environ 73 cm de tirant d'air sous poutre et 1.06 m sous plafond du canal.



Schéma 25 : Profil en long de l'Orge souterraine sur l'emprise du projet T7 – Hmax lors de la crue 100 ans



Le respect du profil en long du tracé de tramway établi par le MOEG impose la démolition de la dalle supérieure du Canal de l'Orge et sa reconstruction à une cote de 34.94 mNGF.

Les résultats de la modélisation confirment la faisabilité de ce projet et permettent d'obtenir un tirant d'air de l'ordre de 1 m, adapté au contexte de l'Orge souterraine, pour diminuer les risques d'obstruction progressive, dus aux transports solides de corps flottants, branchages, etc pouvant être charriés par le cours d'eau.

Les résultats des modélisations en situation future permettent d'envisager d'abaisser davantage la dalle supérieure du Canal à la cote des poutres existantes, soit à 34.83 mNGF.

1.7. EXTRAITS DU RAPPORT SUR LES ZONES HUMIDES :

Le rapport Zones humides a déjà été intégré au corps de texte dans les pièces G1 et F.
Le détail technique de l'équivalence fonctionnelle entre la zone humide impactée et la mesure compensatoire est présenté ci-après ; ainsi que le détail des sondages de reconnaissance pédologiques.

1.7.1. Détail des sondages pédologiques de reconnaissance réalisés

Sondage n°1 :	
Type de milieu : Friche	
	
0 - 70cm	
Pas de traces d'oxydation	
L'analyse du sondage révèle quelques traces d'hydromorphie mais à une profondeur d'environ 50 cm. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide	

Sondage n°2:		
Type de milieu : Friche		
		
0 - 40cm	40 - 60 cm	
	Quelques traces redoxiques	
L'analyse du sondage révèle quelques traces d'hydromorphie mais à une profondeur d'environ 40 cm et inférieur à 5%. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide		

Sondage n°3 :	
Type de milieu : Friche	
	
0-50 cm	50-70cm
Quelques traces redoxiques	
<p>L'analyse du sondage révèle quelques traces d'hydromorphie mais à une profondeur d'environ 50 cm. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°4 :	
Type de milieu : Friche	
	
0-20 cm	20-50cm
Traits rédoxiques	
<p>L'analyse du sondage révèle quelques traces d'hydromorphie vers 20 cm et qui s'intensifient en profondeur. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière vers 50cm du fait d'un remblai. Anthroposol Les traces d'hydromorphie présentes sont liées à l'existence d'un remblai vers 50 cm de profondeur qui provoque artificiellement la stagnation de l'eau et donc l'apparition de traces hydromorphiques. En conséquence, du fait de ce caractère artificiel mis en évidence, ce sondage n'est pas caractéristique d'un sol de zone humide.</p>	

Sondage n°5 :

<p>Type de milieu : Parcelles boisées de parcs</p> 	
	
0-35cm	35-70cm
Quelques traces rédoxiques (<5%)	

L'analyse du sondage révèle quelques traces d'hydromorphie mais à une profondeur d'environ 35 cm.
Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée.
Traces visibles de sol remanié.
D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne **correspond pas à un sol humide**

Sondage n°6 :

<p>Type de milieu : Parcelles boisées de parcs</p> 	
	
0-30cm	30-55cm
Quelques traces rédoxiques (<5%)	

L'analyse du sondage révèle quelques traces d'hydromorphie mais à une profondeur d'environ 30 cm.
Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée.
D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne **correspond pas à un sol humide**

Sondage n°7 :

Type de milieu : Parcelles boisées de parcs		
		
0-35 cm	35- 60 cm	
	Quelques traces rédoxiques	

L'analyse du sondage révèle quelques traces d'hydromorphie mais à une profondeur d'environ 35 cm.
Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée.
D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne **correspond pas à un sol humide**

Sondage n°8 :

Type de milieu : Pelouses de parcs		
		
0-20cm	20-45cm	45-70cm
	Quelques traces rédoxiques (<5%)	Pas de traces mais présence de charbons

L'analyse du sondage révèle quelques traces d'hydromorphie à une profondeur d'environ 20 cm.
Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée.
Des charbons sont présent vers 45cm, et témoignent d'un caractère remanié et artificialisé du sol.
D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne **correspond pas à un sol humide**

Sondage n°9 :	
<p>Type de milieu : Pelouses de parcs</p>	
	
<p>0-20cm</p>	
<p>Refus de tarière</p>	
<p>L'analyse du sondage ne révèle pas de traces d'hydromorphie. Cependant un refus de tarière a eu lieu vers 20cm pour cause de remblais. D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°10 :	
<p>Type de milieu : Parcelles boisées de parcs</p>	
	
<p>0-35 cm</p>	<p>35-50 cm</p>
<p>Quelques traces rédoxiques</p>	
<p>L'analyse du sondage révèle quelques traces d'hydromorphie à une profondeur d'environ 35 cm. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Des traces de remaniement du sol sont présentes. D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°11 :	
<p>Type de milieu : Pelouses de parcs</p>	
0-20cm	20-70cm
Quelques traces rédoxiques (<5%)	
<p>L'analyse du sondage révèle quelques traces légère d'hydromorphie à une profondeur d'environ 20 cm. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°12 :	
<p>Type de milieu : Parcelles boisées de parcs</p>	
0-50cm	
Pas de traces rédoxiques	
<p>L'analyse du sondage ne révèle pas de traces d'hydromorphie. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°13 :	
<p>Type de milieu : Parcelles boisées de parcs</p>	
	
	<p>0-65 cm</p> <p>Pas de traces rédoxiques</p>
<p>L'analyse du sondage ne révèle pas de traces d'hydromorphie. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°14 :	
<p>Type de milieu : Parcelles boisées de parcs</p>	
	
	<p>0-30 cm</p> <p>30-60 cm</p> <p>Traces rédoxiques</p>
<p>L'analyse du sondage révèle des traces d'hydromorphie à une profondeur d'environ 30cm. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus tarière vers 60 cm. D'après la nomenclature GEPPA, le sol est de classe Vb, ce qui correspond à un sol humide</p>	

Sondage n°15 :	
Type de milieu : Parcelles boisées de parcs	
	
0-25 cm	25- 60 cm
Traces rédoxiques marquées	
<p>L'analyse du sondage révèle des traces d'hydromorphie marquées à une profondeur d'environ 25 cm, qui s'intensifient en profondeur. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière vers 60 cm. D'après la nomenclature GEPPA, le sol est de classe Vb, ce qui correspond à un sol humide</p>	

Sondage n°16 :	
Type de milieu : Parcelles boisées de parcs	
	
0-15 cm	15-75 cm
Traces rédoxiques marquées	
<p>L'analyse du sondage révèle des traces d'hydromorphie marquées à une profondeur d'environ 15 cm. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière vers 75 cm. D'après la nomenclature GEPPA, le sol est de classe V, ce qui correspond à un sol humide</p>	

Sondage n°17 :	
Type de milieu : Pelouses de parcs	
0-10 cm	10-40 cm
Traces rédoxiques	
<p>L'analyse du sondage révèle des traces d'hydromorphie à une profondeur d'environ 10 cm. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière à 40 cm. D'après la nomenclature GEPPA, le sol est de classe V, ce qui correspond à un sol humide</p>	

Sondage n°18 :	
Type de milieu : Pelouses de parcs	
0-40 cm	
Pas de traces rédoxiques	
<p>L'analyse du sondage ne révèle pas de traces d'hydromorphie. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière à 40 cm. D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°19 :	
<p>Type de milieu : Pelouses de parcs</p>	
	
	<p>0-35 cm</p> <p>Pas de traces rédoxiques</p>
<p>L'analyse du sondage ne révèle pas de traces d'hydromorphie. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière à 35 cm. D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°20 :	
<p>Type de milieu : Parcelles boisées de parcs</p>	
	
	<p>0-80 cm</p> <p>Pas de traces rédoxiques</p>
<p>L'analyse du sondage ne révèle pas de traces d'hydromorphie. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière à 80 cm. D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°21 :	
	<p>Type de milieu : Parcelles boisées de parcs</p> 
	
	0-50 cm
	Pas de traces rédoxiques
<p>L'analyse du sondage ne révèle pas de traces d'hydromorphie. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière à 50 cm. D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°22 :	
	<p>Type de milieu : Parcelles boisées de parcs</p> 
	
	0-40 cm
	40-50 cm
	Quelques traces rédoxiques
<p>L'analyse du sondage révèle quelques traces d'hydromorphie à une profondeur d'environ 40 cm. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière à 50 cm. D'après la nomenclature GEPPA, le sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°23 :	
<p>Type de milieu : Parcelles boisées de parcs</p>	
	
<p>0-45 cm</p>	
<p>Pas de traces rédoxiques</p>	
<p>L'analyse du sondage ne révèle pas de traces d'hydromorphie. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière à 45 cm. D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°24 :	
<p>Type de milieu : Pelouses de parcs</p>	
	
<p>0-40 cm</p>	<p>40-100 cm</p>
<p>Quelques traces rédoxiques</p>	
<p>L'analyse du sondage révèle quelques traces d'hydromorphie à une profondeur d'environ 40 cm. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Un horizon argileux est présent vers 75 cm. D'après la nomenclature GEPPA, le sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°25 :	
<p>Type de milieu : Pelouses de parcs</p>	
	
0-35 cm	35-80 cm
Traces rédoxiques légers	
<p>L'analyse du sondage révèle des traces légères d'hydromorphie à une profondeur d'environ 35 cm. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière vers 80 cm. D'après la nomenclature GEPPA, le sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°26 :	
<p>Type de milieu : Pelouses de parcs</p>	
	
0-40 cm	
Pas de traces rédoxiques	
<p>L'analyse du sondage ne révèle pas de traces d'hydromorphie. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière à 40 cm. D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°27 :			
	<p>Type de milieu : Parcelles boisées de parcs</p>		
			
0-30 cm		30-50 cm	
		Quelques traces rédoxiques	
<p>L'analyse du sondage révèle quelques traces d'hydromorphie à une profondeur d'environ 30 cm. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. D'après la nomenclature GEPPA, le sol ne correspond pas à un sol humide</p>			

Sondage n°28 :			
	<p>Type de milieu : Pelouses de parcs</p>		
			
0-20 cm		20-90 cm	
		Traces rédoxiques légères	
<p>L'analyse du sondage révèle des traces légères d'hydromorphie à une profondeur d'environ 20 cm. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. D'après la nomenclature GEPPA, le sol ne correspond à un sol humide</p>			

Sondage n°29 :	
	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>Type de milieu : Parcelles boisées de parcs</p> </div> <div style="width: 60%;">  </div> </div>
	
	<p>0-50 cm</p> <p>Pas de traces rédoxiques</p>
<p>L'analyse du sondage ne révèle pas de traces d'hydromorphie. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière à 50 cm. D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°30 :	
	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>Type de milieu : Prairie mésophile</p> </div> <div style="width: 60%;">  </div> </div>
	
	<p>0-55 cm</p> <p>Pas de traces rédoxiques</p>
<p>L'analyse du sondage ne révèle pas de traces d'hydromorphie. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière à 55 cm. D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°31 :	
	<p>Type de milieu : Prairie mésophile</p> 
	
0-30 cm	30-85cm
	Quelques traces rédoxiques
<p>L'analyse du sondage révèle quelques traces d'hydromorphie à une profondeur d'environ 30 cm. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°32 :	
	<p>Type de milieu : Prairie mésophile</p> 
	
0-45 cm	45- 50 cm
	Quelques traces rédoxiques
<p>L'analyse du sondage révèle quelques traces d'hydromorphie à une profondeur d'environ 45 cm. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière à 50 cm. D'après la nomenclature GEPPA, le sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°33 :			
	<p>Type de milieu : Prairie mésophile</p>		
			
0-30 cm		30-90 cm	
		Quelques traces rédoxiques	
<p>L'analyse du sondage révèle quelques traces d'hydromorphie à une profondeur d'environ 30 cm. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. D'après la nomenclature GEPPA, le sol ne correspond pas à un sol humide</p>			

Sondage n°34 :			
	<p>Type de milieu : Prairie mésophile</p>		
			
0-35 cm		35-80 cm	
		Quelques traces rédoxiques	
<p>L'analyse du sondage révèle quelques traces d'hydromorphie à une profondeur d'environ 35 cm. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide</p>			

Sondage n°35 :	
<p>Type de milieu : Pelouses de parcs</p>	
	
	<p>0-75 cm</p> <p>Pas de traces rédoxiques</p>
<p>L'analyse du sondage ne révèle pas de traces d'hydromorphie. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière à 75 cm. D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°36 :	
<p>Type de milieu : Parcelles boisées de parcs</p>	
	
	<p>0-60 cm</p> <p>Pas de traces rédoxiques</p>
<p>L'analyse du sondage ne révèle pas de traces d'hydromorphie. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière à 60 cm. D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°37 :	
<p>Type de milieu : Pelouses de parcs</p>	
	
	<p>0-50 cm</p> <p>Pas de traces rédoxiques</p>
<p>L'analyse du sondage ne révèle pas de traces d'hydromorphie. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière à 50 cm. D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°38 :	
<p>Type de milieu : Pelouses de parcs</p>	
	
	<p>0-55 cm</p> <p>Pas de traces rédoxiques</p>
<p>L'analyse du sondage ne révèle pas de traces d'hydromorphie. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière à 55 cm. D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°39 :	
<p>Type de milieu : Parcelles boisées de parcs</p>	
	
0-50 cm	50-70 cm
	Quelques traces rédoxiques
<p>L'analyse du sondage révèle quelques traces d'hydromorphie à une profondeur d'environ 50 cm. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. D'après la nomenclature GEPPA, le sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°40 :	
<p>Type de milieu : Pelouses de parcs</p>	
	
0-60 cm	60-75 cm
	Traces rédoxiques s'intensifiant
<p>L'analyse du sondage révèle des traces d'hydromorphie marquées à une profondeur d'environ 60 cm. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière à 75 cm. D'après la nomenclature GEPPA, le sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°41 :							
	<p>Type de milieu : Pelouses de parcs</p>						
		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">0-50 cm</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">50-70 cm</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Traces rédoxiques qui s'accroissent</td> </tr> </table>	0-50 cm	50-70 cm	Traces rédoxiques qui s'accroissent		
0-50 cm	50-70 cm						
Traces rédoxiques qui s'accroissent							
<p>L'analyse du sondage révèle des traces d'hydromorphie à une profondeur d'environ 50 cm qui s'accroissent fortement. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière vers 70 cm. D'après la nomenclature GEPPA, le sol ne correspond pas à un sol humide</p>							

Sondage n°42 :							
	<p>Type de milieu : Pelouses de parcs</p>						
		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">0-70 cm</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">70-80 cm</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Traces rédoxiques</td> </tr> </table>	0-70 cm	70-80 cm	Traces rédoxiques		
0-70 cm	70-80 cm						
Traces rédoxiques							
<p>L'analyse du sondage révèle des traces d'hydromorphie à une profondeur d'environ 70 cm. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière vers 80 cm. D'après la nomenclature GEPPA, le sol ne correspond pas à un sol humide</p>							

Sondage n°43 :	
<p>Type de milieu : Parcelles boisées de parcs</p>	
	
0-55 cm	55-60 cm
Quelques traces rédoxiques	
<p>L'analyse du sondage révèle quelques traces d'hydromorphie à une profondeur d'environ 55 cm. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière à 60 cm D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°44 :	
<p>Type de milieu : Pelouses de parcs</p>	
	
0-50 cm	
Pas de traces rédoxiques	
<p>L'analyse du sondage ne révèle pas de traces d'hydromorphie. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière à 50 cm. D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°45 :	
	<p>Type de milieu : Pelouses de parcs</p>
	
	0-30 cm
	Pas de traces rédoxiques
<p>L'analyse du sondage ne révèle pas de traces d'hydromorphie. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière à 30 cm. D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°46 :	
	<p>Type de milieu : Parcelles boisées de parcs</p>
	
	
	0-50 cm
	Pas de traces rédoxiques
<p>L'analyse du sondage ne révèle pas de traces d'hydromorphie. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière à 50 cm. D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°47 :	
<p>Type de milieu : Parterre de fleurs, avec arbres et avec bosquets en parc</p>	
	
<p>0-60 cm</p> <p>Pas de traces rédoxiques</p>	
<p>L'analyse du sondage ne révèle pas de traces d'hydromorphie. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière à 60 cm. D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

Sondage n°48 :	
<p>Type de milieu : Pelouses de parcs</p>	
	
<p>0-40 cm</p> <p>Pas de traces rédoxiques</p>	
<p>L'analyse du sondage ne révèle pas de traces d'hydromorphie. Aucun trait réductique n'a été détecté. Aucune nappe n'a été traversée. Refus de tarière à 40 cm. D'après la nomenclature GEPPA, ce sol ne correspond pas à un sol humide</p>	

1.7.2. Equivalence fonctionnelle de la zone impactée et mesure compensatoire

1.7.2.1. Fonctionnalités de la zone humide impactée

La zone humide ainsi délimitée a fait l'objet d'une évaluation de ses fonctionnalités par la méthodologie OFB/MNHN.

Il s'agit d'une zone humide de système hydro géomorphologique de versant associé à l'Orge, constituée de 8 entités séparées, correspondant à un ensemble de résurgences et sources, de quelques dizaines à une centaine de mètres-carrés chacune. Leur localisation au sein d'un système hydrogéomorphologique unique, avec une distance maximale de 900 m entre l'entité la plus au nord et celle la plus au sud, et des interdistances maximales de 300 m, autorisent cependant à considérer ces entités comme une unique zone humide.

L'impact sur la zone humide sera considéré comme totale soit de 0,0861 ha (861 m²).

L'analyse des fonctionnalités effectuée met en évidence des fonctionnalités hydrologiques (absence de fossés profonds ou de rigoles qui permet une bonne rétention des sédiments), hydromorphologiques (assimilation de l'azote, des phosphates et des orthophosphates par la végétation). Le site n'est pas sensible à l'érosion. Le rôle biologique est modéré de par la connectivité des habitats, bien que la richesse des habitats y soit faible.

Notons cependant que compte tenu de la taille de la zone humide, la valeur absolue de chacun des indicateurs calculés est très faible.

1.7.2.2. Fonctionnalités du site de compensation

Le site de compensation est situé à proximité des zones humides impactées.

Le site de compensation est présent au sein du même système hydro-géomorphologique de versant associé à l'Orge.

Ce site n'est pas considéré comme humide au sens de la législation. Cependant du fait de la remontée de nappe prévue par le projet, les conditions écologiques de ce site permettront la création d'une zone humide.

La végétation envisagée sur ce site est la suivante :

- Un boisement humide constitué d'Aulnes, Peuplier et Saules (G1.1) sur 50% du site ;
- Une végétation à grandes prêles et grands hélrophytes (C3.2), semblable à une majorité des habitats détruits sur 50% du site.



Légende
■ Sites impactés
■ Site de compensation



Suite à la mise en œuvre du projet, 1 010 m² (0,101 ha) de zone humide seront créés.

La qualité fonctionnelle du site va donc fortement augmenter. L'analyse fonctionnelle du site met en évidence de bonnes fonctions hydrologiques (absence de fossés profonds ou de rigoles qui permet une bonne de rétention des sédiments), et hydromorphologiques (assimilation de l'azote, des phosphates et des orthophosphates par la végétation). La séquestration du carbone cependant assez moyenne. Le site n'est pas sensible à l'érosion. Le rôle biologique est également important de par la forte connectivité des habitats qui sera créée.

Le tableau suivant présente une synthèse sur l'équivalence fonctionnelle par indicateurs dans les sites.

1.7.2.3. Conclusions

Les travaux d'aménagements dans le cadre du T7 sont de nature à impacter **0,0861 ha** de zone humide. Ces impacts seront immédiatement compensés au sein de la même masse d'eau sur un site de **0,129 ha** soit une augmentation de **1,5 fois**.

Pour la grande majorité des indicateurs, la compensation envisagée présente une équivalence fonctionnelle ou un gain fonctionnel.

Les tableaux suivants présentent l'ensemble des critères étudiés et leurs variations envisagées avant et après les travaux sur les zones humides impactées et le site de compensation.

TABEAU 3 : SYNTHÈSE SUR L'EQUIVALENCE FONCTIONNELLE PAR INDICATEUR DANS LES SITES

Le ratio d'équivalence fonctionnelle et le type de site (avec impact envisagé et avec action écologique envisagée ou après impact et après action écologique) sont ceux que vous avez choisis pour afficher le tableau 2 ci-dessus.

CONCLUSION SUR UNE EQUIVALENCE FONCTIONNELLE
VRAISEMBLABLE AVEC LA STRATEGIE DE COMPENSATION ENVISAGEE

Nom de l'indicateur	Paramètre mesuré sur le site	SITE DE COMPENSATION AVEC ACTION ECOLOGIQUE ENVISAGEE		Sous-fonctions associées										
		Présence de perte fonctionnelle ?	Présence de gain fonctionnel ?	Ralentissements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphate	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats	
Le couvert végétal														
Végétalisation du site	Couvert végétal permanent	OUI	OUI (0,9 fois la perte)											
Couvert végétal 1	Type de couvert végétal	OUI	OUI (1,5 fois la perte)											
Couvert végétal 2	Type de couvert végétal	OUI	OUI (1,9 fois la perte)											
Rugosité du couvert végétal	Type de couvert végétal	non renseigné	non renseigné											
Les systèmes de drainage														
Rareté des rigoles	Rigoles	OUI	OUI (1,2 fois la perte)											
Rareté des fossés	Fossés	OUI	OUI (1,2 fois la perte)											
Rareté des fossés profonds	Fossés profonds	OUI	OUI (1,2 fois la perte)											
Végétalisation des fossés et fossés profonds	Couvert végétal dans les fossés et fossés profonds	non renseigné	non renseigné											
Rareté des drains souterrains	Drains souterrains	non renseigné	non renseigné											
L'érosion														
Rareté du ravinement	Ravines sans couvert végétal permanent	OUI	OUI (1,2 fois la perte)											
Végétalisation des berges	Berges sans couvert végétal permanent	non renseigné	non renseigné											
Le sol														
Acidité du sol 1	pH	OUI	OUI (1,3 fois la perte)											
Acidité du sol 2	pH	OUI	OUI (1 fois la perte)											
Matière organique incorporée en surface	Episodum humifère	non renseigné	non renseigné											
Matière organique enfouie	Horizon humifère enfoui	non renseigné	non renseigné											
Tourbe en surface	Horizons histiques	non	non											
Tourbe enfouie	Horizons histiques enfouis	non renseigné	non											
Texture en surface 1	Texture entre 0 et 30 cm	non renseigné	OUI											
Texture en surface 2	Texture entre 0 et 30 cm	non renseigné	OUI											
Texture en profondeur	Texture entre 30 et 120 cm	non renseigné	non renseigné											
Conductivité hydraulique en surface	Texture et horizons histiques entre 0 et 30 cm	non renseigné	OUI											
Conductivité hydraulique en profondeur	Texture et horizons histiques entre 30 et 120 cm	non renseigné	non renseigné											
Hydromorphie	Traits d'hydromorphie	non renseigné	non renseigné											
Les habitats														
Richesse des grands habitats	Habitats EUNIS niveau 1	OUI	OUI (0,8 fois la perte)											
Equipartition des grands habitats	Habitats EUNIS niveau 1	OUI	OUI (1,4 fois la perte)											
Proximité des habitats	Habitats EUNIS niveau 1	OUI	OUI (1,1 fois la perte)											
Similarité avec le paysage	Habitats EUNIS niveau 1	non	OUI											
Richesse des habitats	Habitats EUNIS niveau 3	OUI	OUI (0,8 fois la perte)											
Equipartition des habitats	Habitats EUNIS niveau 3	OUI	OUI (1,4 fois la perte)											
Rareté des lisières	Habitats EUNIS niveau 3	OUI	OUI (1 fois la perte)											
Rareté de l'artificialisation de l'habitat	Habitats EUNIS niveau 3	OUI	OUI (1,3 fois la perte)											
Rareté des invasions biologiques végétales	Espèces végétales invasives	non renseigné	non renseigné											

Les carrés bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.

FIGURE 4 : L'EVALUATION DE LA VRAISEMBLANCE D'UNE EQUIVALENCE FONCTIONNELLE POUR LES INDICATEURS MESURES SUR LE SOL DANS LE SITE IMPACTE ET LE SITE DE COMPENSATION (1/2)

Le ratio d'équivalence fonctionnelle appliqué est celui qui vous avez choisi pour afficher le tableau 2 dans la feuille SYNTHESE EVAL. EQ. FCT.

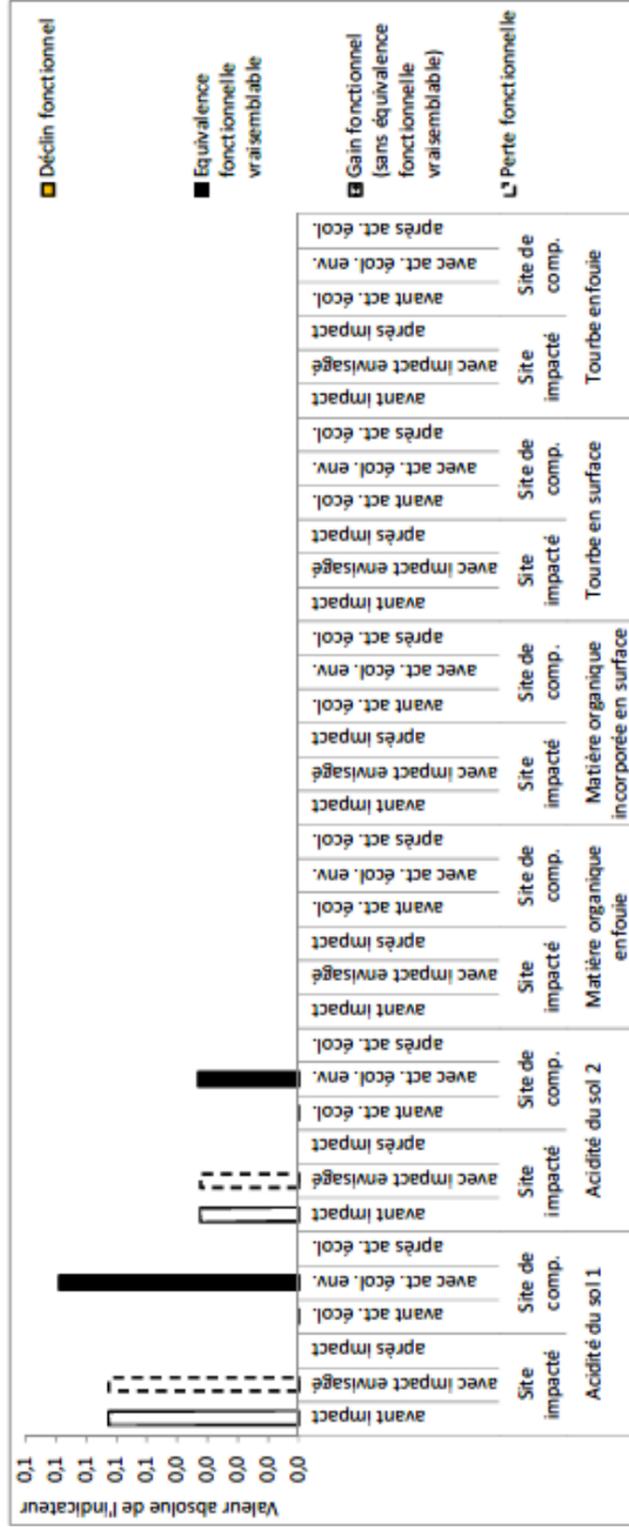


FIGURE 5 : L'EVALUATION DE LA VRAISEMBLANCE D'UNE EQUIVALENCE FONCTIONNELLE POUR LES INDICATEURS MESURES SUR LE SOL DANS LE SITE IMPACTE ET LE SITE DE COMPENSATION (2/2)

Le ratio d'équivalence fonctionnelle appliqué est celui qui vous avez choisi pour afficher le tableau 2 dans la feuille SYNTHESE EVAL. EQ. FCT.

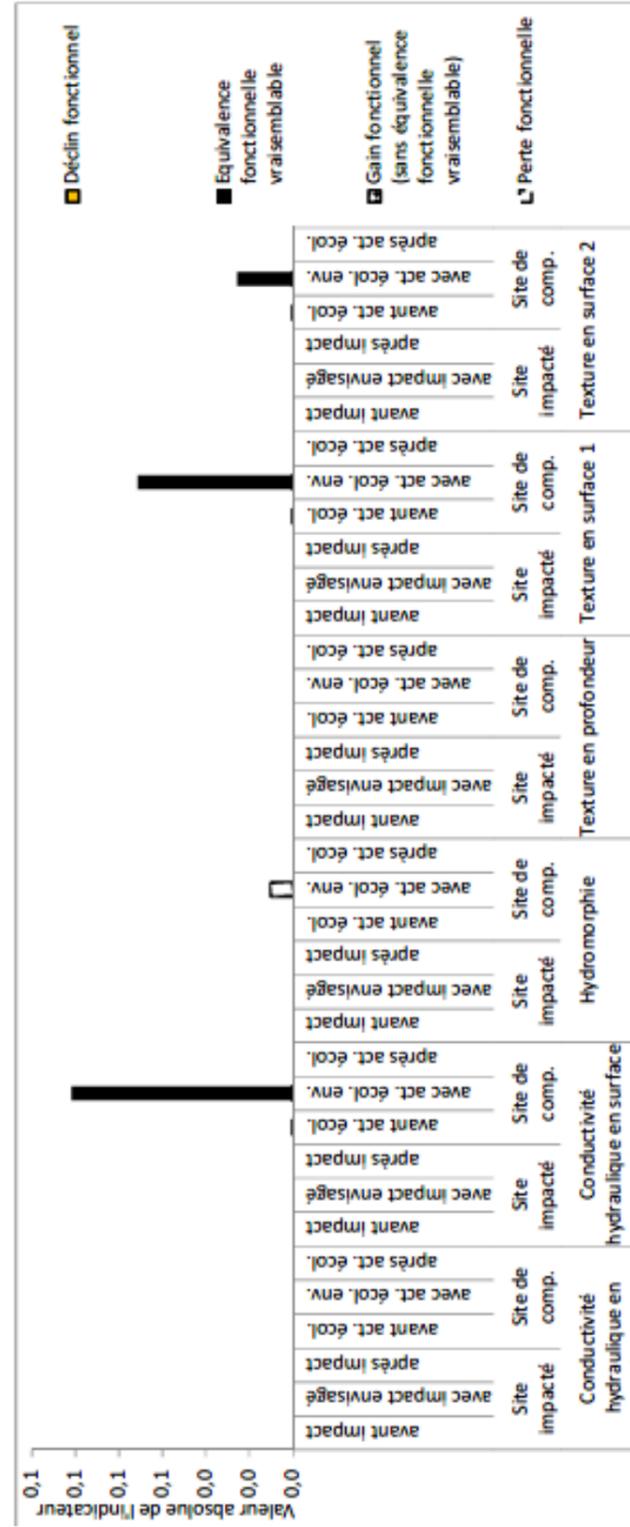


FIGURE 6 : L'EVALUATION DE LA VRAISEMBLANCE D'UNE EQUIVALENCE FONCTIONNELLE POUR LES INDICATEURS MESURES SUR LES HABITATS DANS LE SITE IMPACTE ET LE SITE DE COMPENSATION

Le ratio d'équivalence fonctionnelle appliqué est celui qui vous avez choisi pour afficher le tableau 2 dans la feuille SYNTHESE EVAL. EQ. FCT.

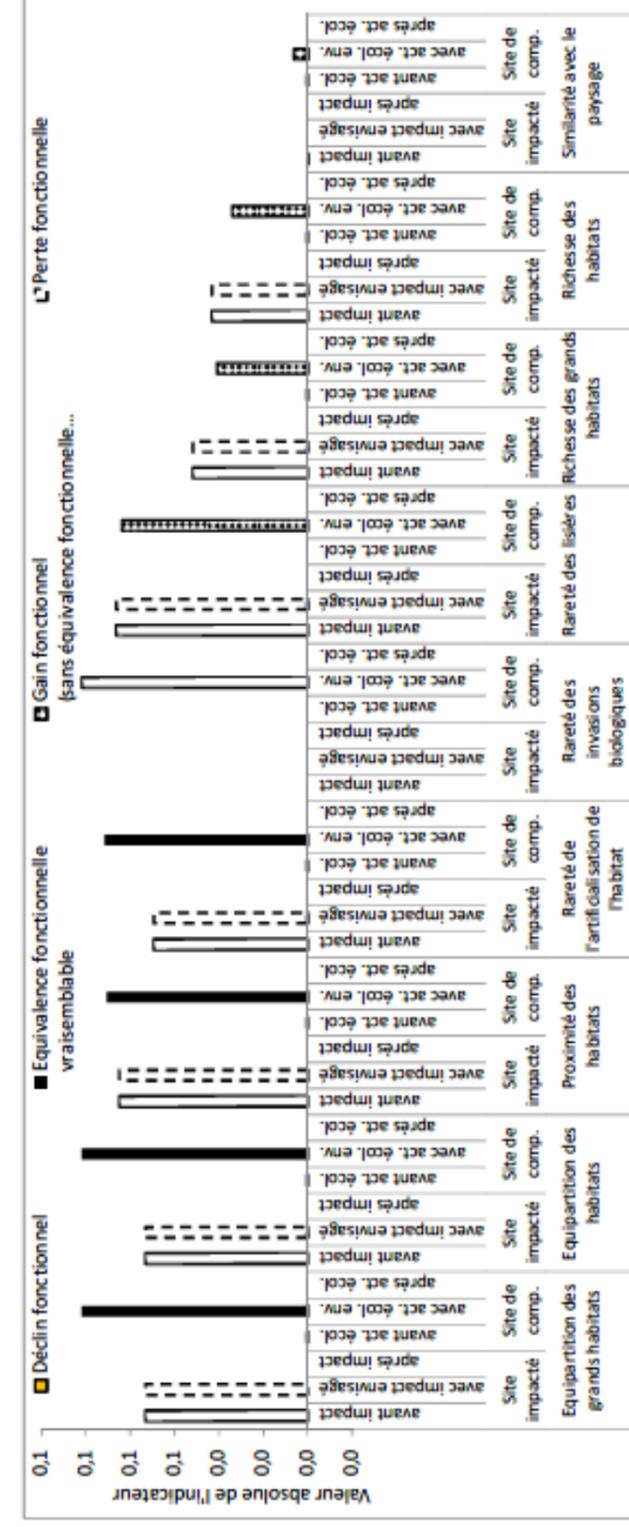
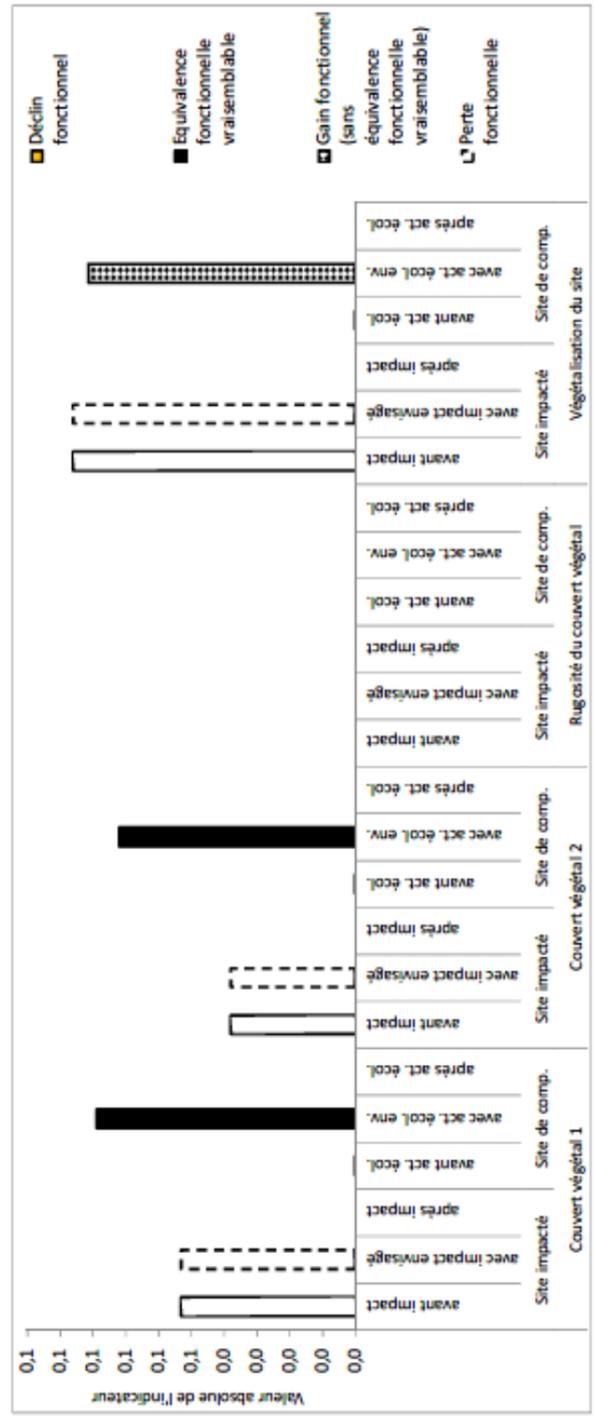


FIGURE 1 : L'ÉVALUATION DE LA VRAISEMBLANCE D'UNE ÉQUIVALENCE FONCTIONNELLE POUR LES INDICATEURS MESURES SUR LE COUVERT VÉGÉTAL DU SITE IMPACTÉ ET DU SITE DE COMPENSATION

Le ratio d'équivalence fonctionnelle appliqué est celui que vous avez choisi pour afficher le tableau 2 dans la feuille SYNTHÈSE EVAL. EQ. FCT.



La valeur absolue des indicateurs [0 - +] dans les sites correspond à la valeur relative de l'indicateur [0-1] x la superficie du site en ha.

Sur le site impacté : la perte fonctionnelle indique une baisse de l'intensité de la fonction après l'impact (ce qui est perdu sur le site impacté).
 Sur le site de compensation : le gain fonctionnel indique une hausse de l'intensité de la fonction après l'action écologique. Ce gain fonctionnel correspond à une équivalence fonctionnelle vraisemblable quand le gain fonctionnel >= ratio d'équivalence fonctionnelle choisi par l'observateur x la perte fonctionnelle sur le site impacté.
 Le déclin fonctionnel indique une baisse de l'intensité de la fonction après l'action écologique.

FIGURE 2 : L'ÉVALUATION DE LA VRAISEMBLANCE D'UNE ÉQUIVALENCE FONCTIONNELLE POUR LES INDICATEURS MESURES SUR LES SYSTÈMES DE DRAINAGE DU SITE IMPACTÉ ET DU SITE DE COMPENSATION

Le ratio d'équivalence fonctionnelle appliqué est celui que vous avez choisi pour afficher le tableau 2 dans la feuille SYNTHÈSE EVAL. EQ. FCT.

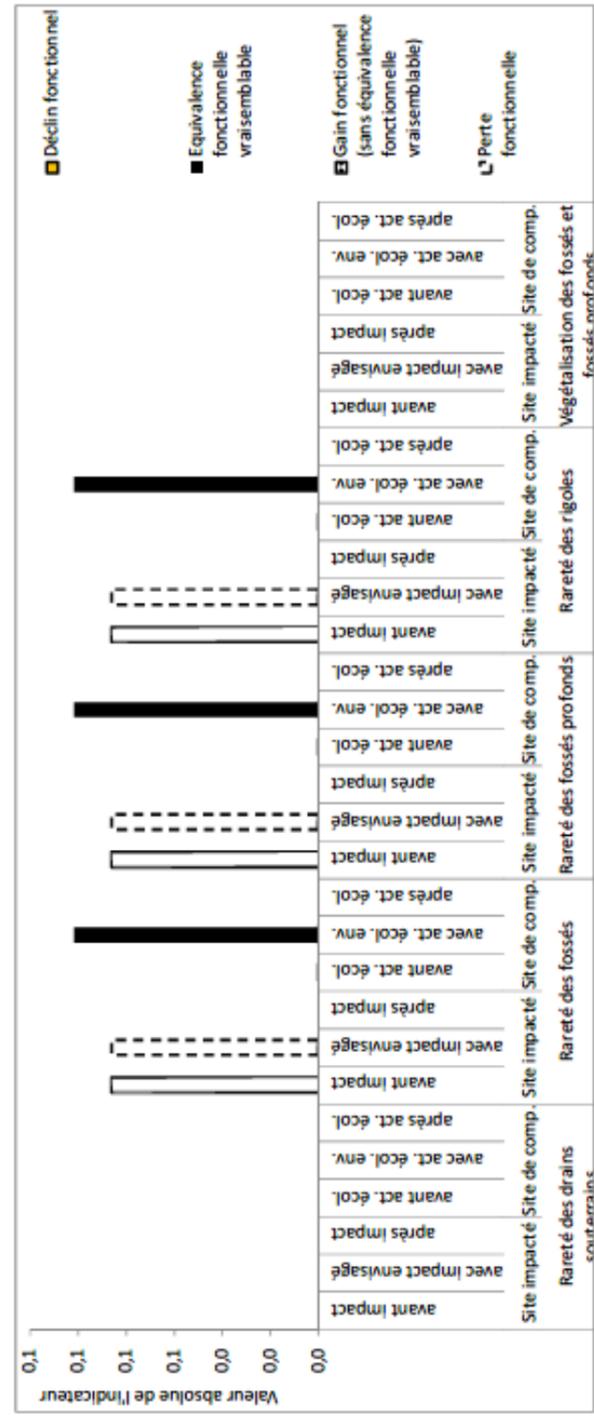
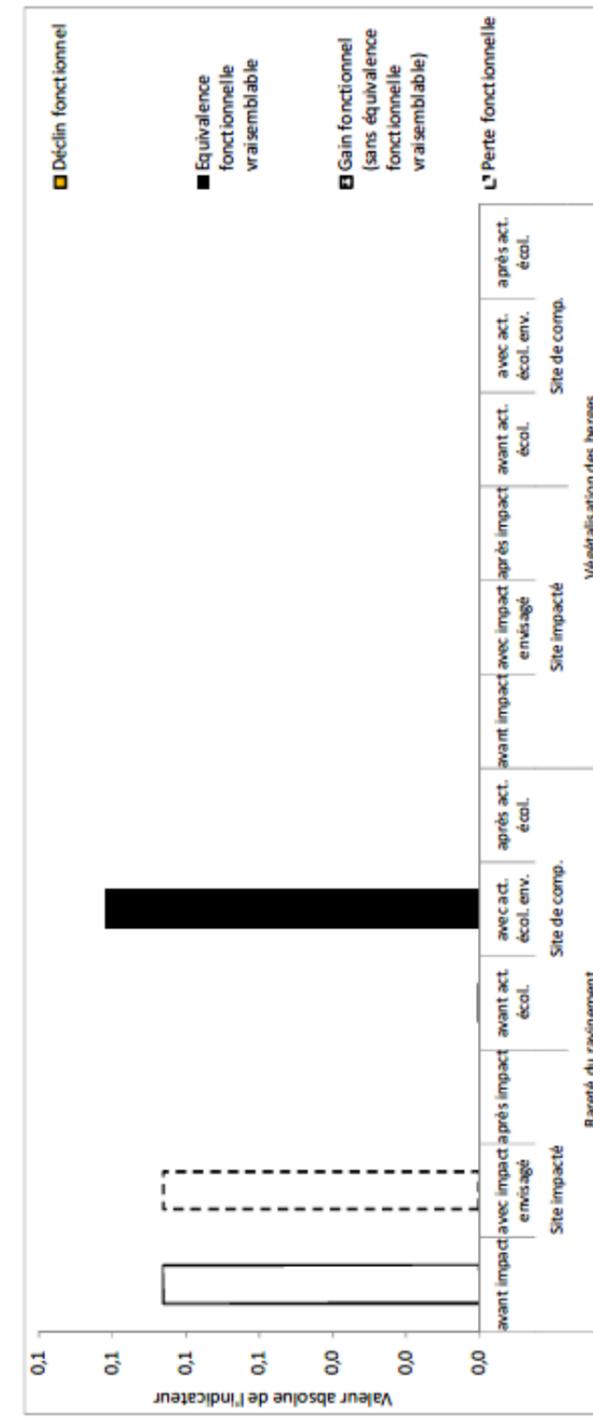


FIGURE 3 : L'ÉVALUATION DE LA VRAISEMBLANCE D'UNE ÉQUIVALENCE FONCTIONNELLE POUR LES INDICATEURS MESURES SUR L'ÉROSION DANS LE SITE IMPACTÉ ET LE SITE DE COMPENSATION

Le ratio d'équivalence fonctionnelle appliqué est celui que vous avez choisi pour afficher le tableau 2 dans la feuille SYNTHÈSE EVAL. EQ. FCT.



Note : la valeur absolue de l'indicateur "végétalisation des berges" est obtenue en multipliant sa valeur relative [0-1] par le linéaire de berges dans le site en km.

1.8. CONVENTION SUR LA MUTUALISATION DE LA MESURE COMPENSATOIRE ZONE INONDABLE DE LA SEINE AVEC LA DECOUVERTURE DE L'ORGE : SYNDICAT DE L'ORGE



Viry-Châtillon, le 14 octobre 2022

Ile de France Mobilités
 Direction des Infrastructures
 41, rue de Châteaudun
 75 009 PARIS

N/Réf : DP/FBO/JMB/FC N° 2022/2255
 Affaire suivie par Franck Boittin
 ☎ 01 69 12 15 60
 ✉ franck.boittin@syndicatdelorge.fr

Objet : Mise en œuvre de mesures compensatoires en zone inondable à Juvisy-sur-Orge dans le cadre du projet d'aménagement Tramway 7

Monsieur le Directeur,

Ile-de-France Mobilités a pour projet la réalisation du prolongement du Tramway T7 entre Athis-Mons et Juvisy-sur-Orge. Les travaux induits par l'arrivée de ce tramway occasionnent inévitablement des remblais dans un périmètre du Plan de Prévention des Risques d'Inondations de la Seine.

Le Syndicat de l'Orge poursuit par ailleurs sa politique de reconquête de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques sur le bassin de l'Orge. Pour cela, il étudie actuellement, dans le cadre d'un projet ambitieux, la réouverture de l'Orge dans le centre urbain de Juvisy-sur-Orge. Ce projet est décomposé en 3 phases. La première phase de restauration du cours d'eau, la plus en amont, est à proximité immédiate des remblais engendrés par le Tramway T7.

Ainsi, il est apparu judicieux d'adopter une synergie de projet permettant de doter le Tramway T7 d'une mesure compensatoire hydraulique efficace, de proximité et réelle limitant les risques d'inondation induits.

Le projet de Tramway occasionne 1 085 m3 de remblai en zone inondable quand le projet de réouverture de l'Orge en libère environ 3 700 m3, disponible à la crue.

Notre projet syndical envisage une réalisation aux alentours de 2025, ce qui est annoncé comme antérieur aux travaux d'arrivée du tramway dans Juvisy-sur-Orge, réalisés par Ile de France Mobilité.

Sous réserve d'acceptation par nos financeurs de la compatibilité de nos projets respectifs, ainsi que par la conformité réglementaire assurée, la réalisation d'une mesure compensatoire hydraulique du Tramway T7 comprise dans le projet de réouverture de l'Orge paraît pleinement recevable par le Syndicat de l'Orge.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de mes sentiments distingués.

Le Président
 François Cholley

1.9. CONVENTION SUR LA MESURE COMPENSATOIRE ZONE HUMIDE AVEC LA MAIRIE D'ATHIS MONS



Ville d'Athis-Mons

Athis-Mons, le 15 novembre 2021

Ile-de-France Mobilités
 Syndicat des Transports d'Ile-de-France
 39-41 rue de Châteaudun
 75009 PARIS

Direction du Développement Territorial et de la Transition écologique

Réf : JIG/CB/AD

Affaire suivie

Tél : 01 69 54 55 41

adaoudi@mairie-athis-mons.fr

Objet : Accord de principe pour la mise en œuvre de mesures compensatoires écologiques dans le cadre du projet d'aménagement du Tram 7 Phase 2 sous maîtrise d'ouvrage d'Ile-de-France Mobilités

Madame, Monsieur,

Depuis novembre 2020, votre opérateur CDC Biodiversité et les services de la ville ont engagé un travail de réflexion en vue de la mise en place d'une opération dite de « compensation environnementale » eu égard aux impacts écologiques du projet du Tram 7 sur les zones humides des communes d'Athis-Mons et de Juvisy-sur-Orge.

Cette démarche d'étude a permis l'identification de la parcelle T 699 sur la ville d'Athis-Mons comme zone potentielle de compensation écologique.

Appartenant au foncier communal et d'une surface de 8 265 m², cette parcelle s'inscrit également au sein du périmètre de l'Espace Naturel Sensible du Coteau des Vignes, qui fait l'objet d'une convention de Nature en Ville signée avec le Département de l'Essonne.

Les premières études, menées par CDC Biodiversité, montrent l'intérêt d'un projet de restauration écologique de zones humides sur ladite parcelle dont les caractéristiques entrent en cohérence avec les exigences compensatoires prévues par le Code de l'environnement.

Régie dans le cadre du dossier loi sur l'eau du projet Tram 7 Phase 2, cette future zone de restauration s'étendra sur une surface minimale de 1 100 m², en compensation des 861 m² d'impacts potentiels du projet sur les zones humides à Athis-Mons et Juvisy-sur-Orge.

Dans le cadre de cette compensation, la parcelle T 699 pourrait notamment accueillir les aménagements suivants :

- Enlèvement d'une partie de l'humus du sol issu du gyrobroyage et décaissement du remblai jusqu'à retrouver un sol favorable au développement d'une végétation humide ;

Mairie d'Athis-Mons
 Place du Général de Gaulle 91225 Athis-Mons Cedex
 tel : 01 69 54 54 54 – Fax : 01 69 54 54 99 – Mail : mairie@mairie-athis-mons.fr

- Création de prairies humides ouvertes ;
- Plantation d'arbustes pour l'accueil de la faune ;
- Mise en œuvre d'une gestion adaptée (fauche avec exportation) ;
- Le cas échéant, mise en défens des zones restaurées.

Aussi, par la présente, la commune d'Athis-Mons se déclare favorable à la mise en œuvre de cette opération de compensation dans le cadre des prescriptions évoquées précédemment. Les aménagements et leurs conditions de mise en œuvre resteront à définir entre les parties concernées.

La décision de la commune d'Athis-Mons restera cependant conditionnée à la validation finale du plan de gestion écologique, d'une durée de 30 ans, dont les modalités de mise en œuvre seront spécifiées dans une ou plusieurs conventions cadres signées entre la commune, en tant que propriétaire de la parcelle, et Ile-de-France Mobilités, en tant que maître d'ouvrage du projet du Tram 7 Phase 2.

Je vous prie de croire, Madame, Monsieur, en l'assurance de mes respectueuses salutations.

Jean-Jacques GROUSSEAU
Maire d'Athis-Mons
Conseiller départemental



1.10. CONVENTION DE REJET AVEC LE SYORP AU SUJET DU BASSIN PSGR ET DE SA SURVERSE

S
WFR



SYNDICAT DE L'ORGE

	Attribution	Copie	Rep. P&A	Rep. D&G	Rep. Directe
DG					
CAB					
DGA-EX.					
DGA-FR.					
DGA-DEV.	PS2	JURFA			
R.V.T.					
COU.					
R.C.					

N/Réf : N° 2022/2143
Affaire suivie par Angélique Poty Svay
☎ 01 69 12 15 38
✉ angelique.poty@syndicatdelorge.fr

Objet : Demande de raccordement du bassin d'eaux pluviales T7 : Belle étoile à Athis Mons

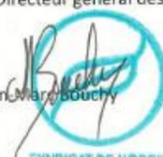
Monsieur le Directeur,

Faisant suite à votre courrier du 27 septembre 2022 de demande de raccordement du futur bassin de récupération des eaux de la plateforme du tramway T7, situé sous la place de la Belle-étoile à Athis-Mons, sur le réseau d'eaux pluviales du Syndicat de l'Orge et suite aux échanges avec nos services, nous autorisons ce raccordement de principe sous réserve que les prescriptions du Syndicat de l'Orge soient respectées (débit de rejet, dimensionnement, etc.).

Le raccordement et ses modalités de mise en œuvre resteront à préciser ultérieurement par convention entre Île-de-France Mobilités et le Syndicat de l'Orge.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, mes salutations distinguées.

Le Directeur général des services



Jean-Marc Bouchy
SYNDICAT DE L'ORGE

Viry-Châtillon, le 03 Octobre 2023

Île de France Mobilités
Syndicat des Transports d'Île de France
41 rue de Châteaudun
75009 PARIS

A l'attention de monsieur le Directeur des infrastructures

Syndicat de l'Orge | 163, route de Fleury | 91172 Viry-Châtillon cedex | N° Vert 0805 29 20 90 | info@syndicatdelorge.fr | syndicatdelorge.fr
Site d'Ollainville : 19, rue de Saint-Arnould | 91340 Ollainville
Une démarche de développement durable conforme aux référentiels ISO 9001 | 14001 | 45001

1.11. NOTE DE DIMENSIONNEMENT DU BASSIN DE RETENTION PSGR

1.11.1. Dimensionnement théorique et bassin versant réel

Le bassin PSGR est dimensionné de manière théorique comme s'il récupérerait les eaux de l'ensemble de la plateforme tramway aérienne (RN7 et centre-ville de Juvisy) c'est-à-dire environ 2,1 ha de surface : 3,5 km de long sur 6 m de largeur de plateforme.

D'après le règlement du syndicat de l'Orge, le stockage et les ouvrages de régulation sont dimensionnés de façon à limiter à au plus 1 l/s par hectare de terrain aménagé le débit de pointe ruisselé, soit 550 mètres cubes à stocker pour 1 hectare imperméabilisé. On a :

Volume à stocker (m3/ha)	Surface plateforme (ha)	Volume à stocker (m3)
550	2.1	1155

Tableau 5 : Volume de rétention à créer d'après la réglementation en vigueur

Le bassin versant (en vert) et le bassin PSGR (en vert et rouge) sont localisés sur les plans pages suivantes.

Les dimensions sont les suivantes :

Bassin versant	
Longueur BV	1100 m
Surface BV	6600 m ²
Surface active	6600 m ²
Bassin PSGR	
Longueur du bassin	100 m sur 6 m de large
Aire du bassin au sol	600 m ²
Volume de rétention	1155 m ³

Tableau 6 : Caractéristiques du bassin PSGR

1.11.2. Temps de vidange

Le temps de vidange est calculé dans le tableau suivant :

surface initiale (ha)	volume requis (m3)	durée vidange (h)	durée de vidange (jours)
2.1 (théorique)	1155	321	13.4
0.66 (réel)	363	101	4.2

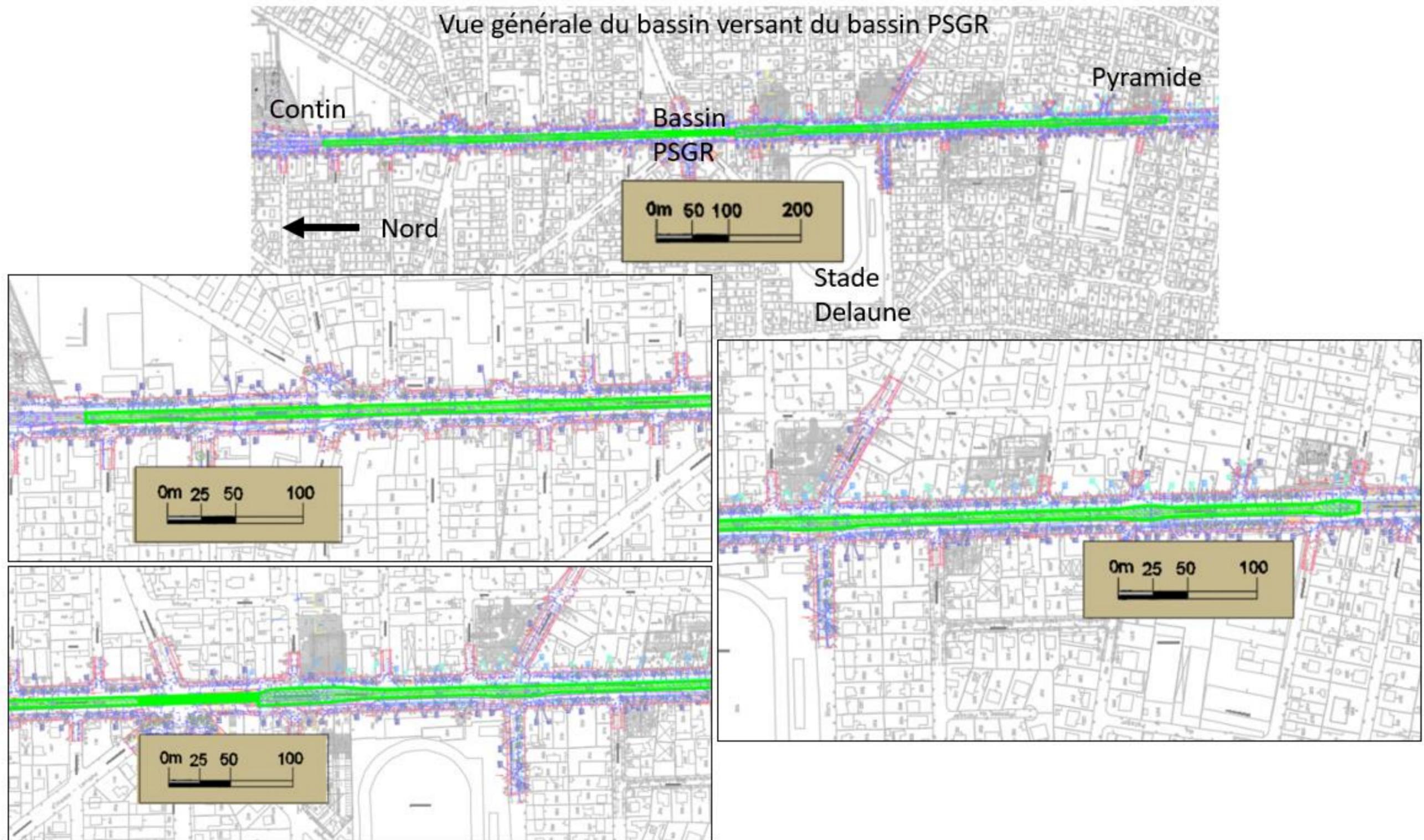


Figure 10 : Plan du bassin versant du bassin PSGR

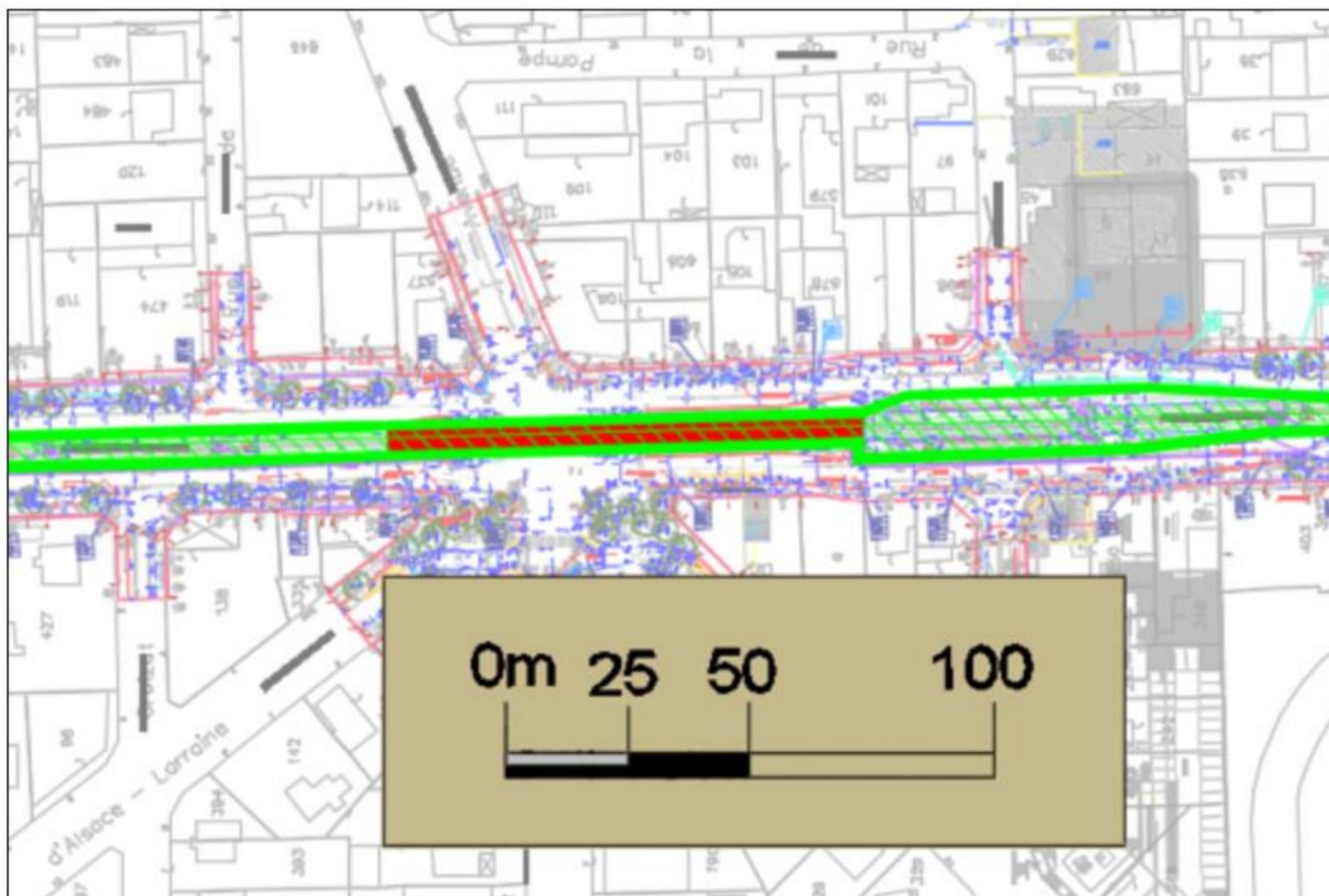


Figure 11 : Localisation du bassin PSGR (en rouge et son BV en vert)

1.11.3. Temps de retour réel du bassin

Pour connaître le temps de retour réel du bassin PSGR au regard de la surface réellement collectée, il est utilisé la **méthode des pluies**, à partir des données (paramètres de Montana) d'Orly suivantes.

Coefficients de Montana pour des pluies de durée de 6 minutes à 24 heures

Durée de retour	a	b
5 ans	415	0.723
10 ans	480	0.716
20 ans	531	0.706
30 ans	551	0.698
50 ans	575	0.687
100 ans	600	0.672

bassin PSGR	
30 ans	
VOLUME ENTRANT	
<u>paramètres de montana</u>	i=at-b
a=	551
b=	0.698
temps de la cassure :	
<u>Surface active (ha)</u>	
Sa=	0.66
VOLUME SORTANT	
<u>Débit de fuite (l/s)</u>	
Qf=	1
VOLUME A STOCKER	
<u>durée de la pluie</u>	i(mm/h)= 2.06
t(min)=	2994
<u>volume de stockage</u>	
V(m3)=	500
V arrondi (m3) =	550

Le débit de rejet doit respecter la limite de 1 l/s/ha. La surface réellement raccordée sera inférieure à 2 ha. Le débit de rejet sera fixé à **1 l/s**. La limitation du débit de rejet pourra être faite grâce à un limiteur de débit à effet vortex.

bassin PSGR	
10 ans	
VOLUME ENTRANT	
<u>paramètres de montana</u>	i=at-b
a=	480
b=	0.723
temps de la cassure :	
<u>Surface active (ha)</u>	
Sa=	0.66
VOLUME SORTANT	
<u>Débit de fuite (l/s)</u>	
Qf=	1
VOLUME A STOCKER	
<u>durée de la pluie</u>	i(mm/h)= 1.97
t(min)=	2002
<u>volume de stockage</u>	
V(m3)=	314
V arrondi (m3) =	350

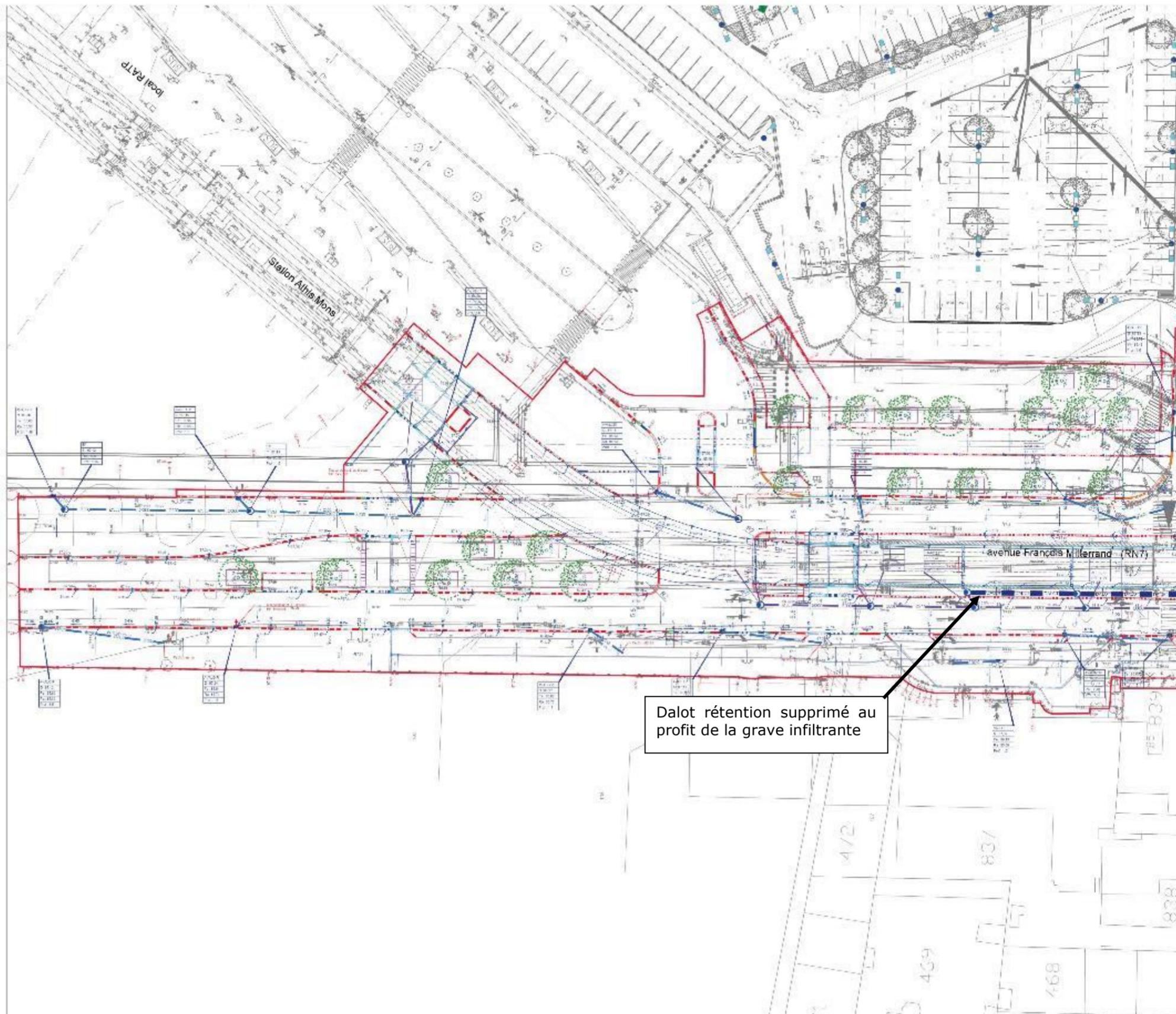
bassin PSGR	
20 ans	
VOLUME ENTRANT	
<u>paramètres de montana</u>	i=at-b
a=	531
b=	0.706
temps de la cassure :	
<u>Surface active (ha)</u>	
Sa=	0.66
VOLUME SORTANT	
<u>Débit de fuite (l/s)</u>	
Qf=	1
VOLUME A STOCKER	
<u>durée de la pluie</u>	i(mm/h)= 1.87
t(min)=	2994
<u>volume de stockage</u>	
V(m3)=	435
V arrondi (m3) =	450

bassin PSGR	
50 ans	
VOLUME ENTRANT	
<u>paramètres de montana</u>	i=at-b
a=	575
b=	0.687
temps de la cassure :	
<u>Surface active (ha)</u>	
Sa=	0.66
VOLUME SORTANT	
<u>Débit de fuite (l/s)</u>	
Qf=	1
VOLUME A STOCKER	
<u>durée de la pluie</u>	i(mm/h)= 2.35
t(min)=	2994
<u>volume de stockage</u>	
V(m3)=	595
V arrondi (m3) =	600

bassin PSGR	
100 ans	
VOLUME ENTRANT	
<u>paramètres de montana</u>	i=at-b
a=	600
b=	0.672
temps de la cassure :	
<u>Surface active (ha)</u>	
Sa=	0.66
VOLUME SORTANT	
<u>Débit de fuite (l/s)</u>	
Qf=	1
VOLUME A STOCKER	
<u>durée de la pluie</u>	i(mm/h)= 2.77
t(min)=	2994
<u>volume de stockage</u>	
V(m3)=	732
V arrondi (m3) =	750

Le volume nécessaire pour T=100 ans au vu de la surface raccordée est de 750 m3. Le bassin faisant 1155 m3, il est dimensionné **pour un temps de retour supérieur à 100 ans**.

1.12. PLANS DE NIVELLEMENT ASSAINISSEMENT AVEC IMPLANTATION DES RESEAUX D'EAUX PLUVIALES



Dalot rétention supprimé au profit de la grave infiltrante

LEGENDE

AMÉNAGEMENT

ALTIMÉTRIE

ASSAINISSEMENT

VOIES

TAC

ARBRES

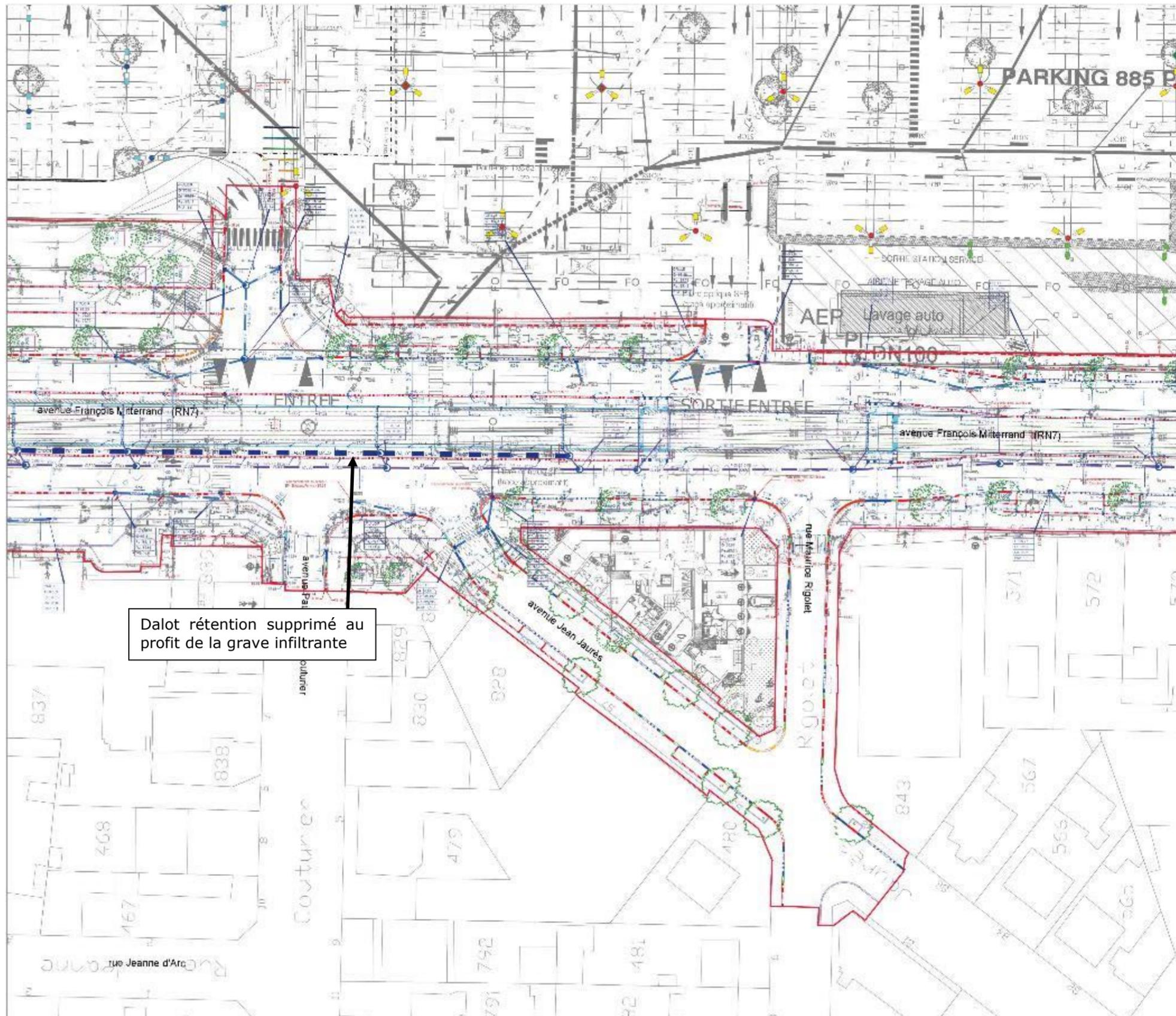
ORGANISATION HORIZONTALE

LISTE DES XREF

Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge

PLAN DE NIVELLEMENT ET D'ASSAINISSEMENT

PLANCHE 101



Dalot rétention supprimé au profit de la grave infiltrante

LEGENDE

ANNEAU/ARCADE

AT/ENTREE

ASSAINISSEMENT

VOIE FERREE

LAC

APPAREIL

ASSAINISSEMENT MULTIMODAL

LISTE DES XP/ET

Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge

PLAN DE NIVELLEMENT ET D'ASSAINISSEMENT

PLANCHE 102



LEGENDE

AMENAGEMENT

ALTIMETRIE

ASSAINISSEMENT

NOUVEAUX

LVD

ARRES

SYMBOLS POUR ENVIRONNEMENTAL

INFORMATIONS

PRO

PLAN DE NIVELLEMENT ET D'ASSAINISSEMENT

PROJET III

INGÉROP

SYSTRA

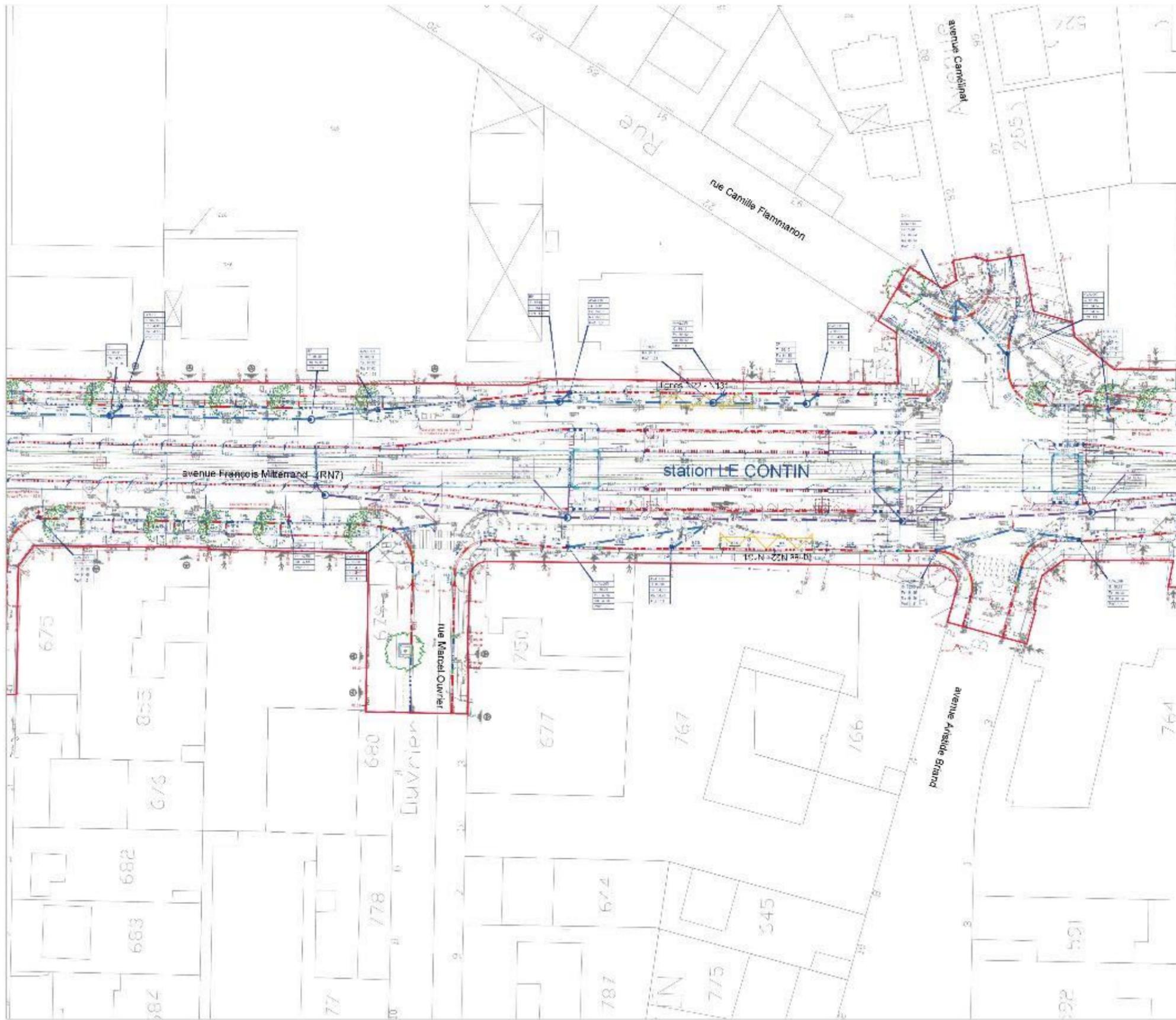
Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge

PRO

PLAN DE NIVELLEMENT ET D'ASSAINISSEMENT

PROJET III

INGÉROP



LEGENDE

ASSAINISSEMENT

VOIE FERREE

L&C

AREES

SIGNALISATION HORIZONTALE

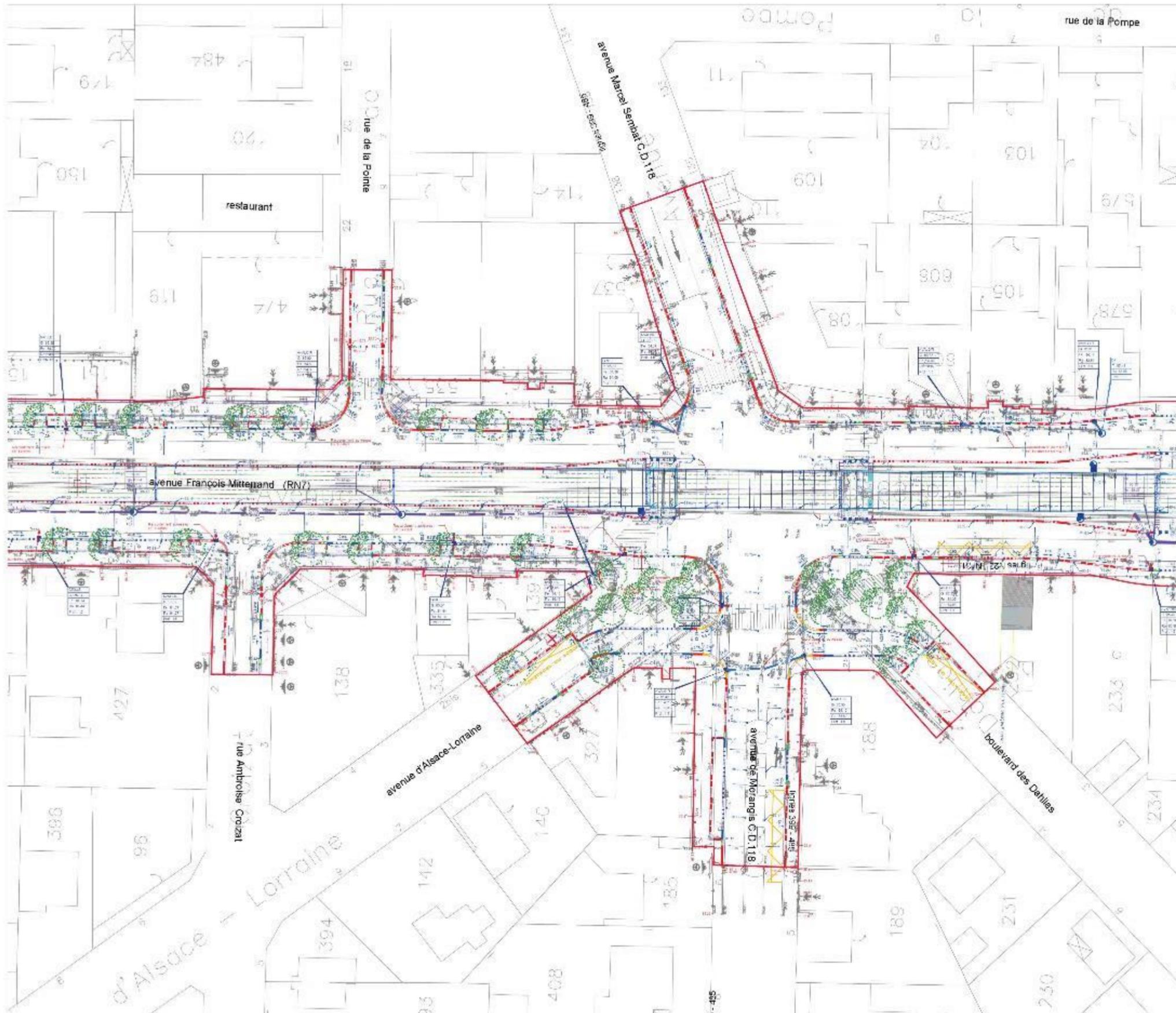
LISTE DES PROF

Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge

PRO

PLAN DE NIVELLEMENT ET D'ASSAINISSEMENT

FLANCHE 104



LEGENDE

ARRIÈRE-VUE

ALIMENTATION

ASSAINISSEMENT

VOIE FERREE

LAC

ALÉRIE

SIGNALISATION SEMI-COULANT

LISTE DES XREF

Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge

PLAN DE NIVELLEMENT ET D'ASSAINISSEMENT

FLANCHE 106

PRO

SYSTRA Atout d'esprit

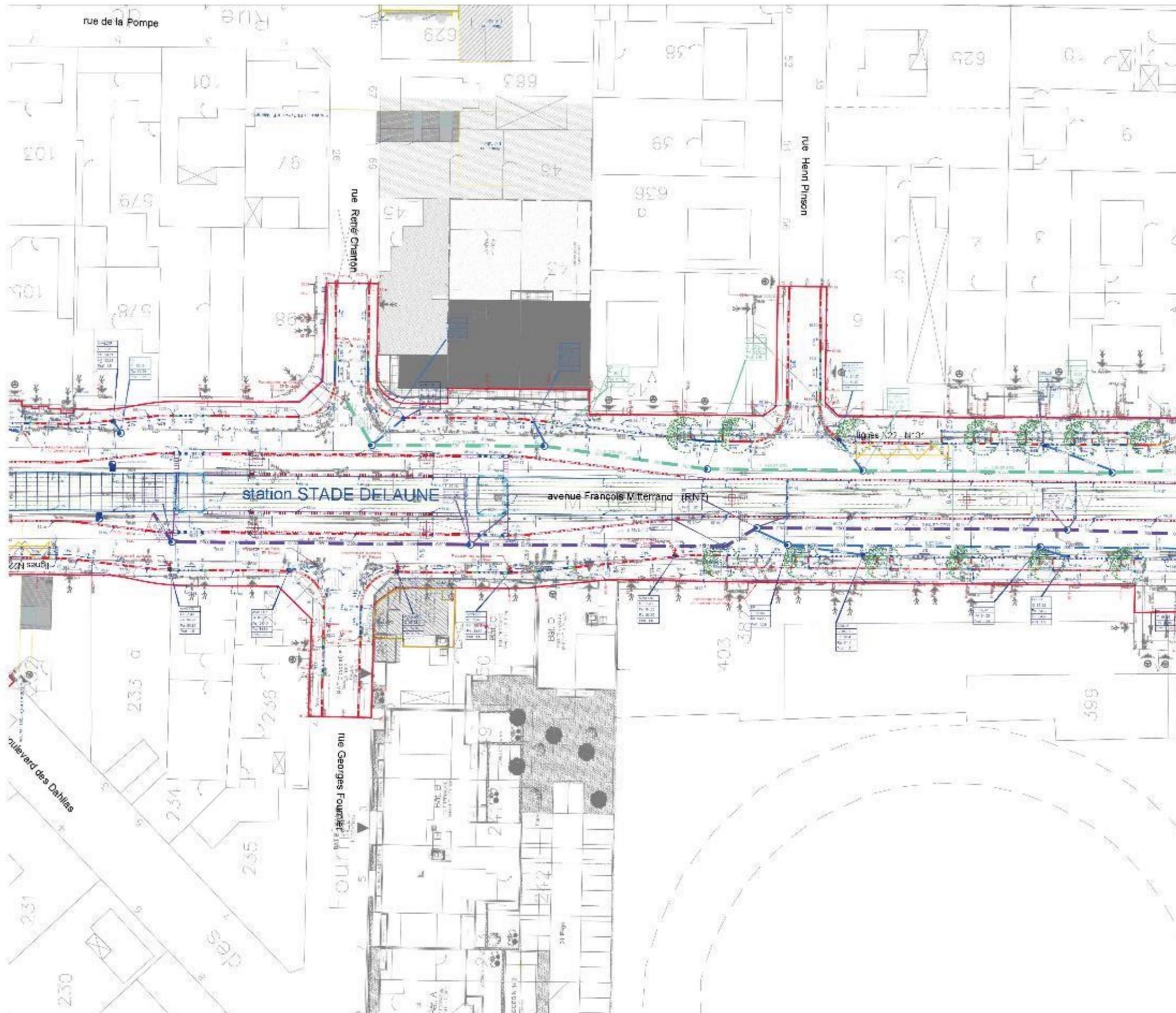
ile de France VOIES

INJESCO

INVENTIONS inventons demain

architecture urbanisme paysage

10/09/2022 - 110/147



LEGENDE

AMENAGEMENT

ALTIMETRIE

ASSAINISSEMENT

VOIE FERREE

LAC

ARBRES

SYMBOLISATION HOMOLOGUEE

LISTE DES XREF

Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge

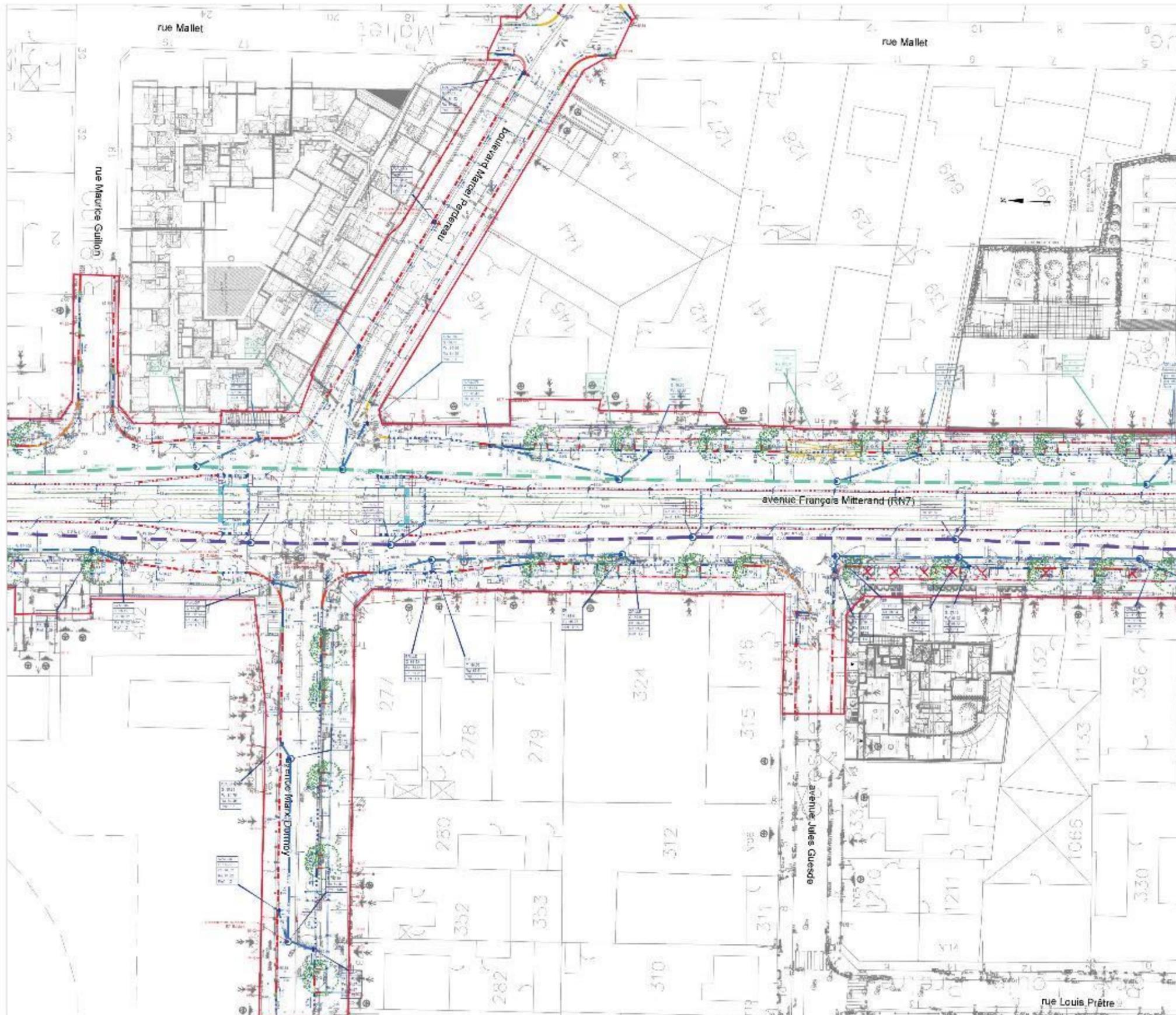
PRO	PRO	PRO	PRO
1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16
17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28
29	30	31	32
33	34	35	36
37	38	39	40
41	42	43	44
45	46	47	48
49	50	51	52
53	54	55	56
57	58	59	60
61	62	63	64
65	66	67	68
69	70	71	72
73	74	75	76
77	78	79	80
81	82	83	84
85	86	87	88
89	90	91	92
93	94	95	96
97	98	99	100

PRO

PLAN DE NIVELLEMENT ET D'ASSAINISSEMENT

FLANCHE 107

Bureau d'Etudes



LEGENDE

AMENAGEMENT

ALTIMETRIE

D'ASSAINISSEMENT

VOIE FERREE

M2

ARBRES

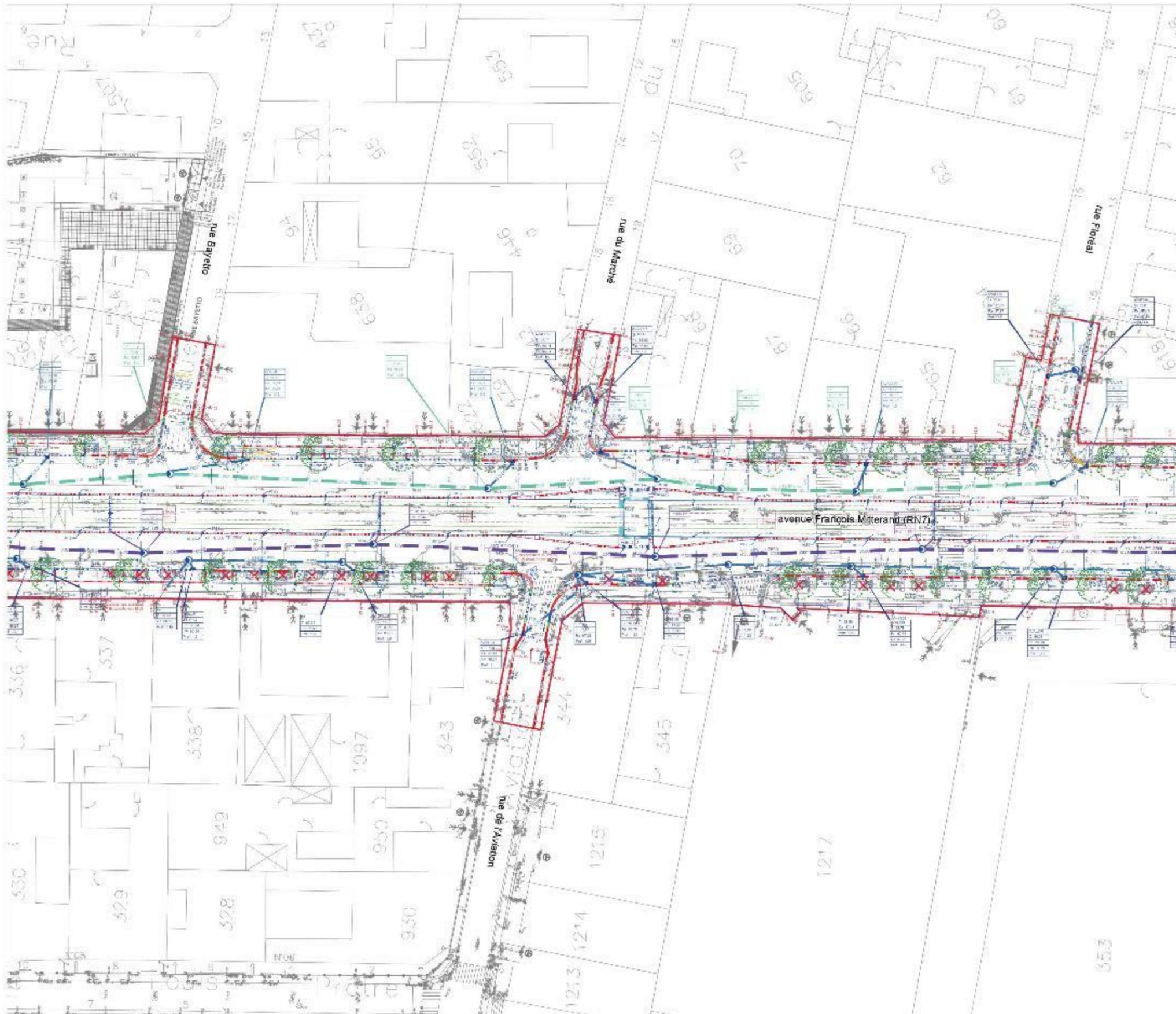
SIGNALISATION HORIZONTALE

LISTE DES XP

Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge

PRO

PLAN DE NIVELLEMENT ET D'ASSAINISSEMENT



LEGENDE

AMM (AUXILIAIRE DE MAINTIEN)

ALIM (ALIMENTATION)

ASSAINISSEMENT

VOIE FERREE

LAD

ARBORES

SIGNALISATION NORMATIVE

LISTE DES XREF

PROJET DE TRAMWAY

ile de France mobilités **SYSTRA** **état d'esprit**

Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge

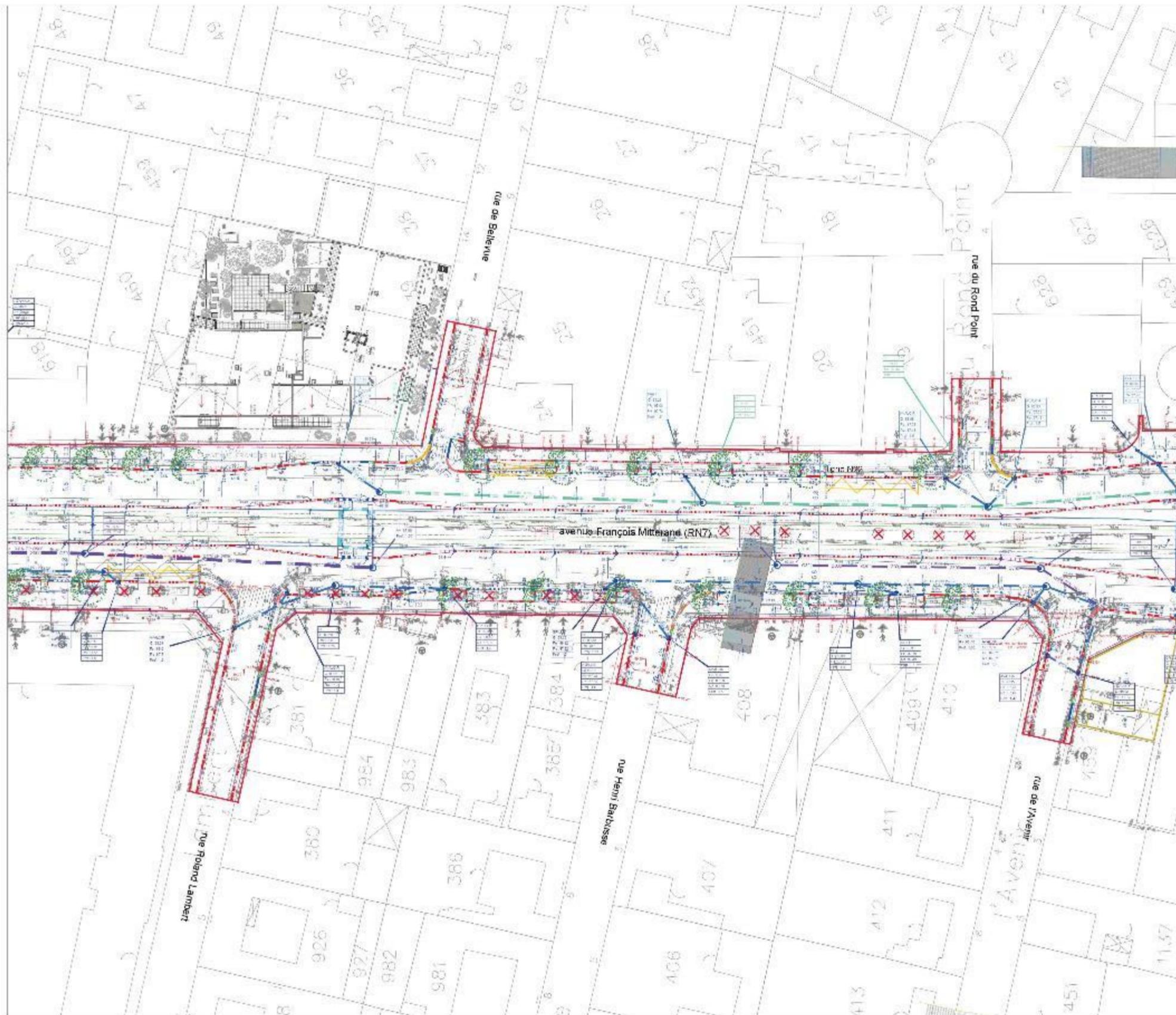
NO	DESCRIPTION	DATE	STATUT	REVISION
1	PROJET INITIAL	2018	PROJET	
2

PRO

PLAN DE NIVELLEMENT ET D'ASSAINISSEMENT

FLANCHE 09

AUTOSCOPE



LEGENDE

AMENAGEMENT

ALTIOMETRIE

ASSAINISSEMENT

VOIE FERREE

LAC

ARBRES

SIGNALISATION

ISOLATION

Maître d'ouvrage: Île de France
 Maître d'œuvre: SYSTRA
Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge

PRO

PLAN DE NIVELLEMENT ET D'ASSAINISSEMENT

M 4000 E 110

15/09/2022 - 114/127



LEGENDE

ARRIVAGE DES EAUX

ASSAINISSEMENT

VOIE FERREE

LAC

ALBÂTRE

SIGNALISATION NORMATIVE

LISTE DES XREF

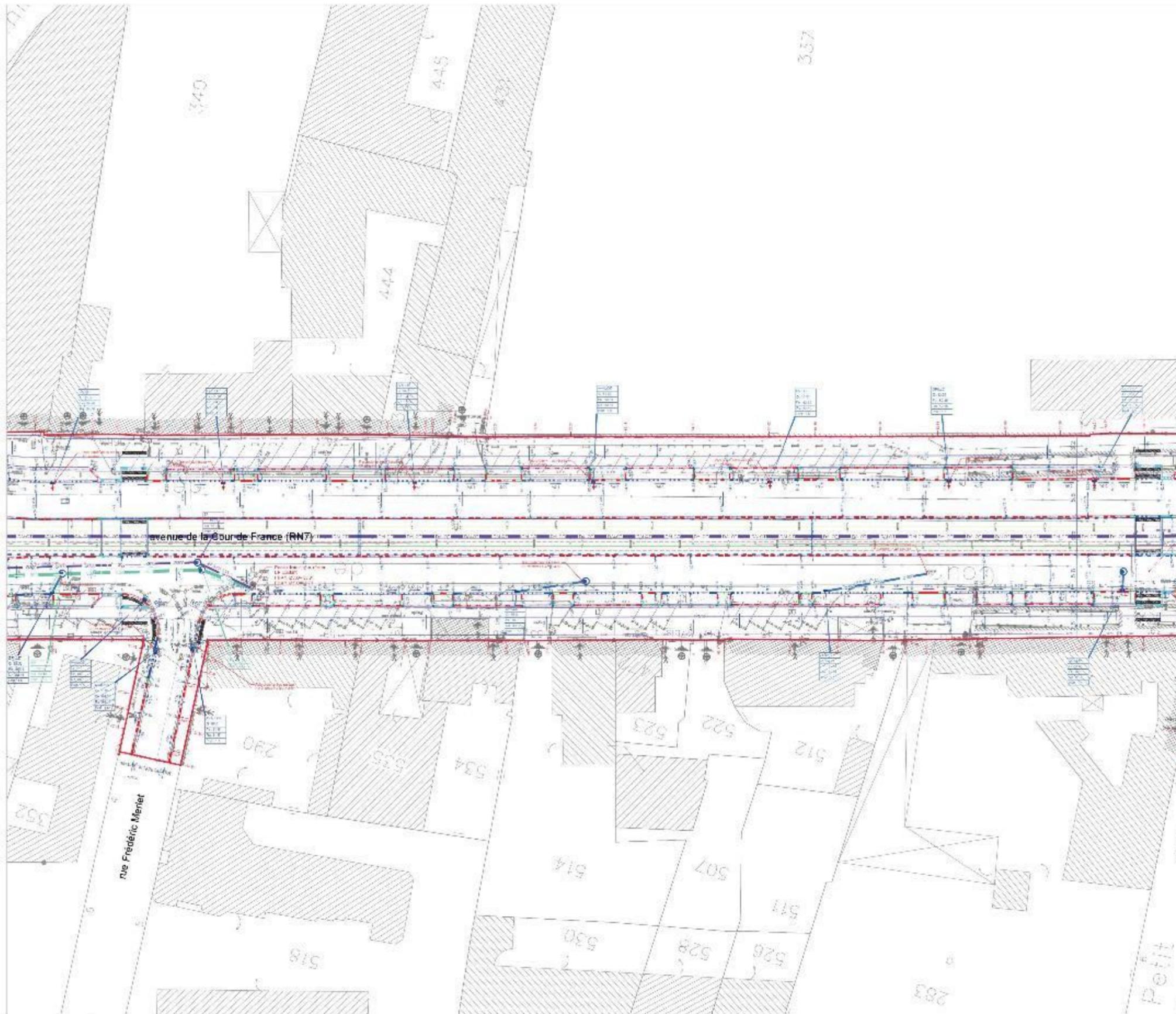
ile de France **SYSTRA** **Etat d'esprit**

Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge

PLAN DE NIVELLEMENT ET D'ASSAINISSEMENT

FLANCHE 112

KINOSCOPE



LEGENDE

AMENAGEMENT

ALYMETRIE

ASSAINISSEMENT

BOIS ET VÉGÉTATION

LAC

ARRES

SIGNALISATION HORIZONTALE

LISTE DES XREF

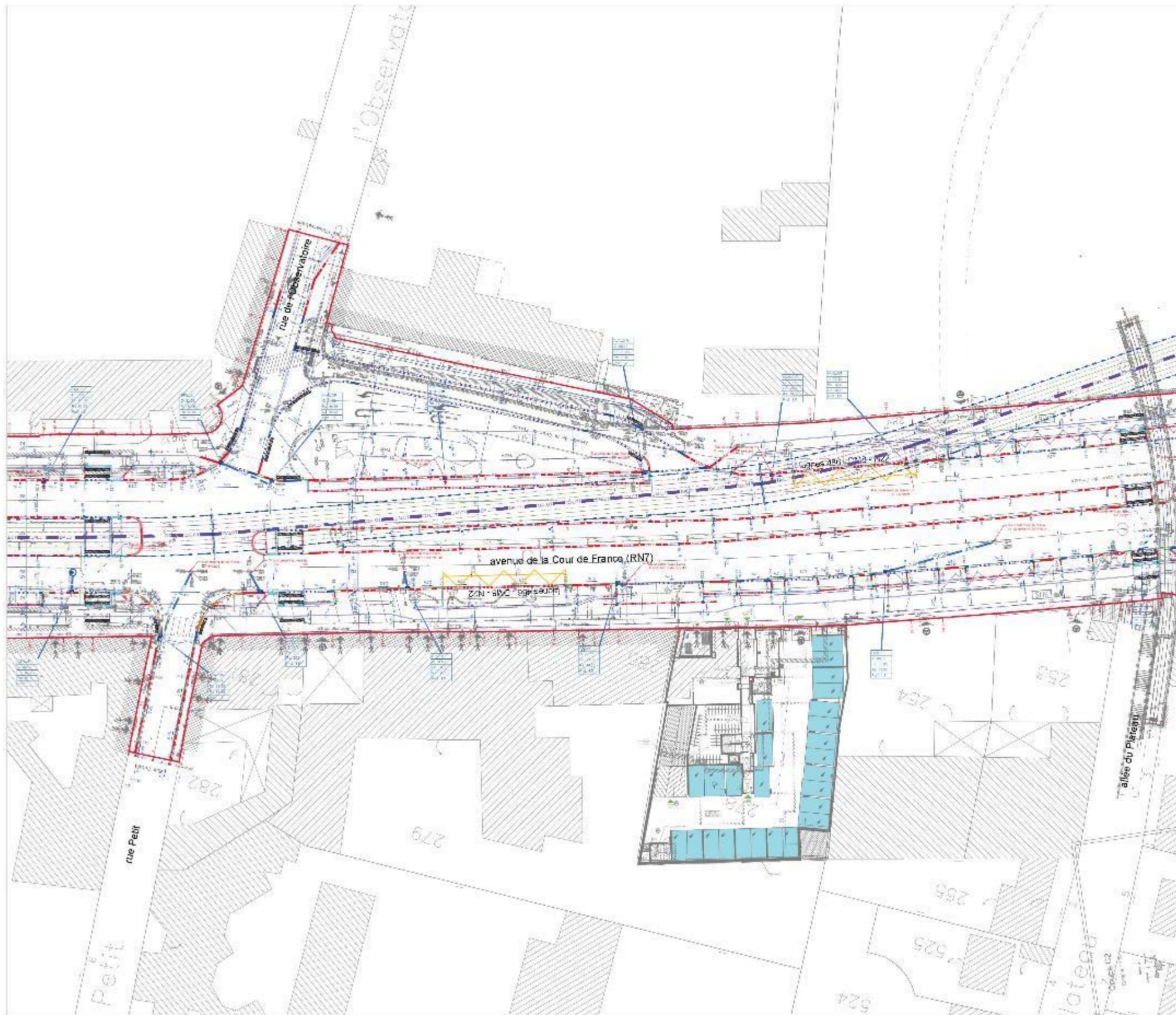
Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge

PRO

PLAN DE NIVELLEMENT ET D'ASSAINISSEMENT

PLANCHE 202

15/09/2022 - 118/127



LEGENDE

AMÉNAGEMENT

ALÉAS (M)

ASSAINISSEMENT

SYMBOLISME

LISTE DES XREF

PRO

PLAN DE NIVELLEMENT ET D'ASSAINISSEMENT

PLANCHE 205

INGÉROP, RICHEZ ASSOCIÉS, Île de France Mobilité, SYSTRA, État d'Essart

Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge



LEGENDE

AMÉNAGEMENT

ALTIMÉTRIE

ASSAINISSEMENT

VOIE FERREE

LAC

ARBRES

SIGNALISATION HORIZONTALE

LISTE DES XREF

PRO

PLAN DE NIVELLEMENT ET D'ASSAINISSEMENT

PLANCHE 204

SYSTRA **élab. esprit**

Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge

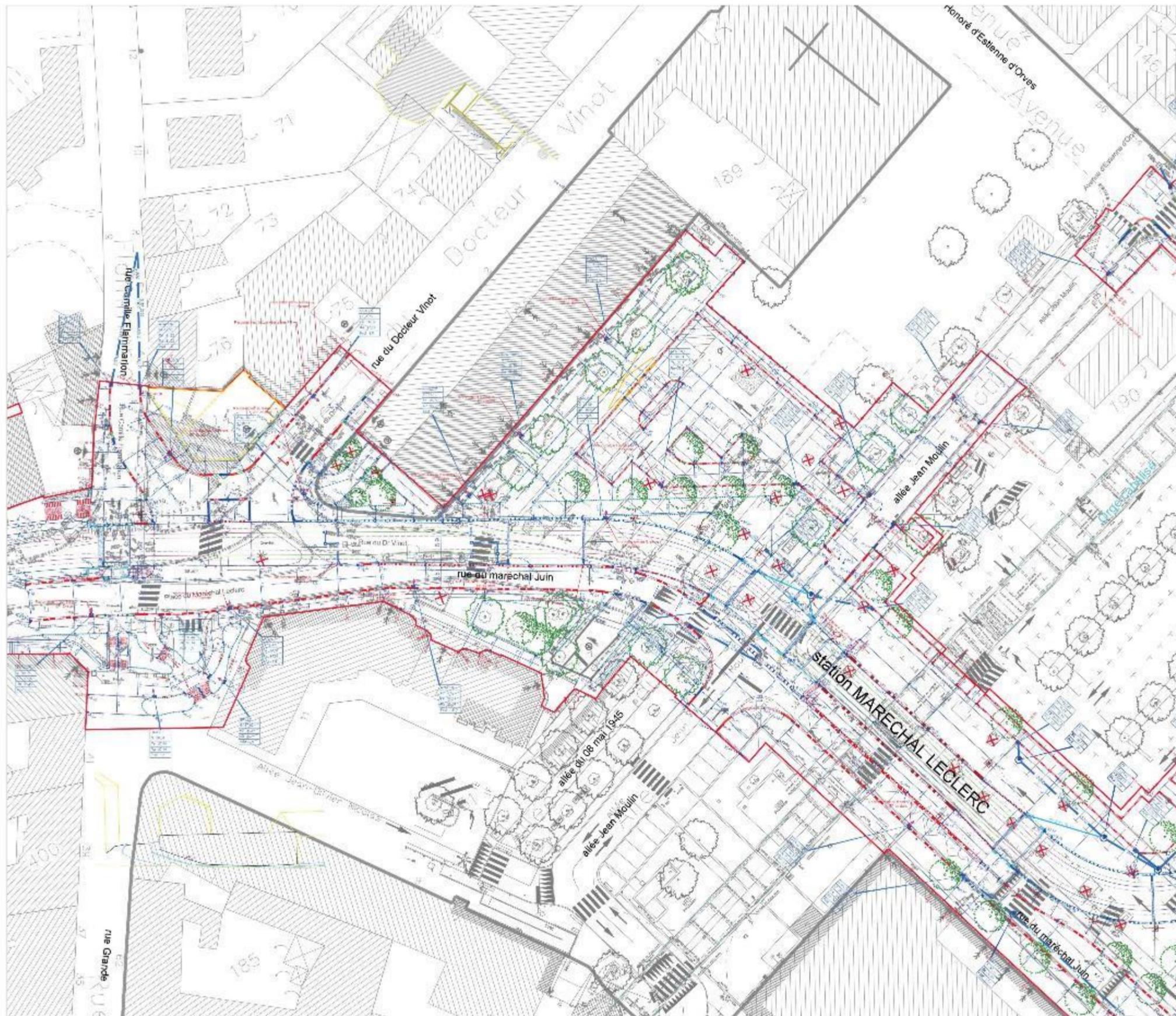
PRO

PLAN DE NIVELLEMENT ET D'ASSAINISSEMENT

PLANCHE 204

SYSTRA **élab. esprit**

Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge



LISTE DES XR

Code	Description
XR01	Station MARECHAL LECLERC
XR02	Station OBSERVATOIRE
XR03	Station STADE DELAUNE
XR04	Station ATHIS-MONS
XR05	Station MARECHAL LECLERC
XR06	Station OBSERVATOIRE
XR07	Station STADE DELAUNE
XR08	Station ATHIS-MONS
XR09	Station MARECHAL LECLERC
XR10	Station OBSERVATOIRE
XR11	Station STADE DELAUNE
XR12	Station ATHIS-MONS

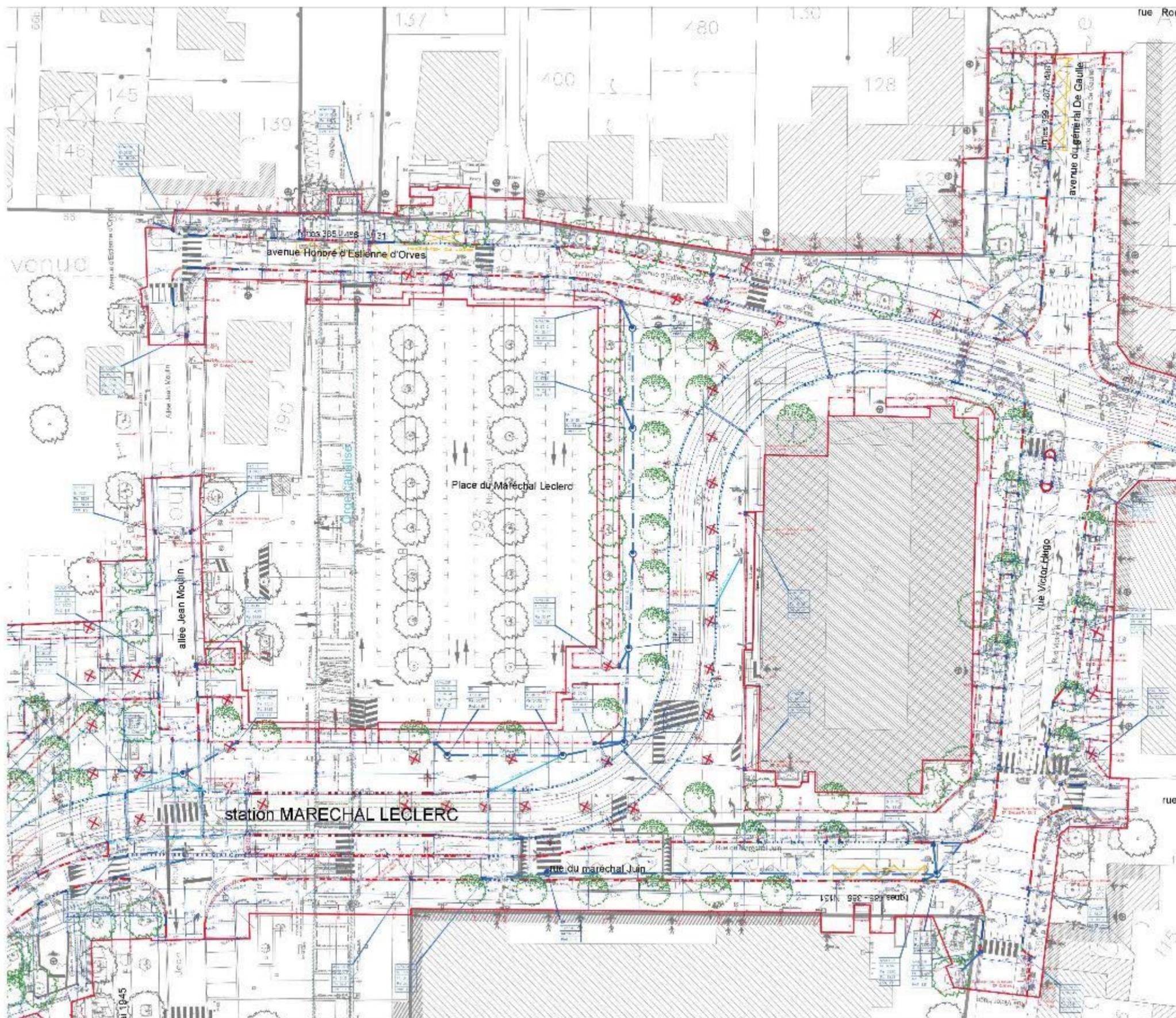
Prolongement de la ligne 7 du tramway

Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge

PRO

PLAN DE NIVELLEMENT ET D'ASSAINISSEMENT

15 JANVIER 2022



LEGENDE

AREMAGEMENT

ALTIMETRIE

ASSAINISSEMENT

VOIE FERREE

LAC

ARBRES

SIGNALISATION HORIZONTALE

LISTE DES XREF

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Prolongement de la ligne 7 du tramway

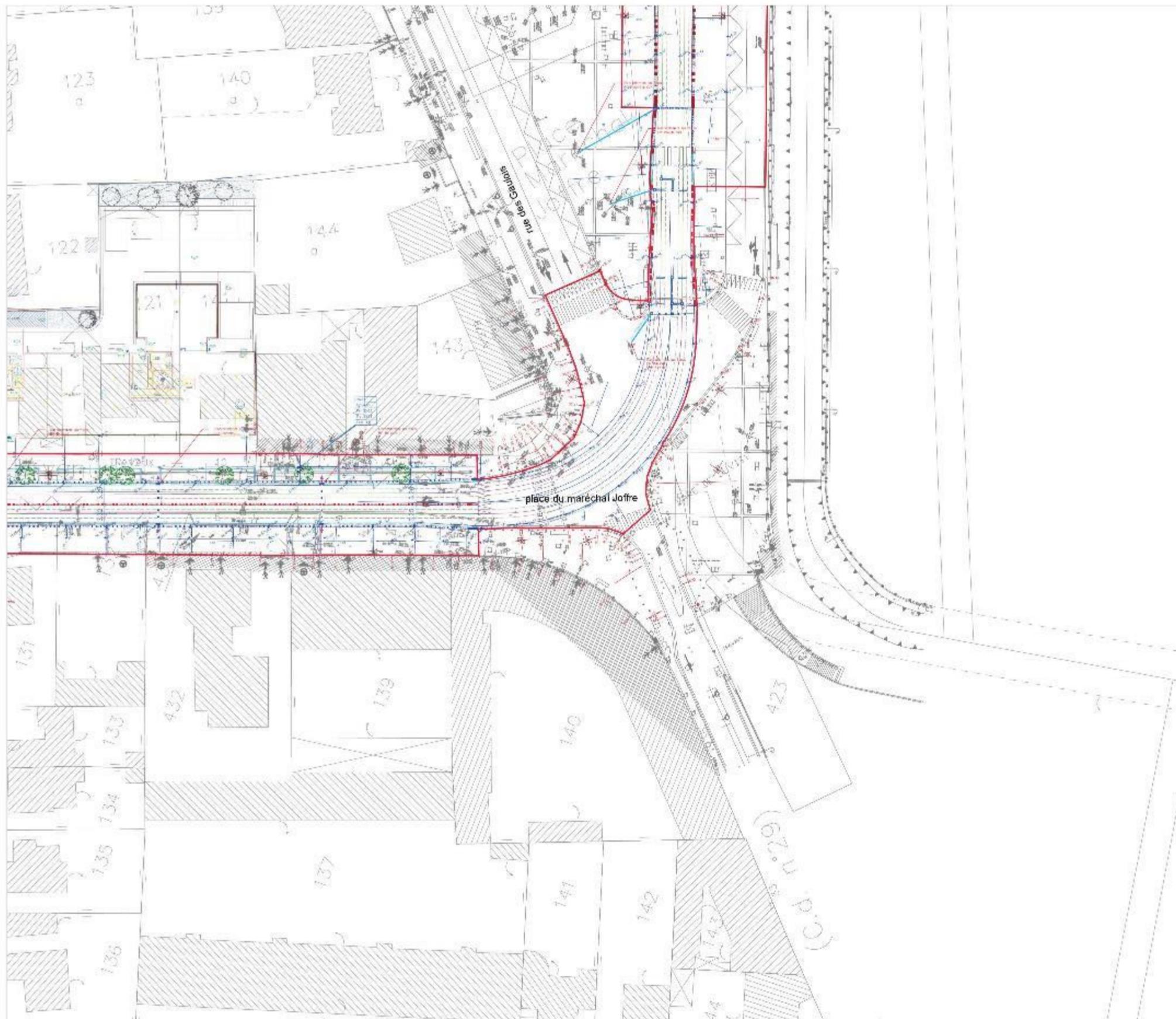
Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge

PRO

PLAN DE NIVELLEMENT ET D'ASSAINISSEMENT

PLANCHE 002

INSOPIEF



LEGENDE

AMELIORATION

ALTIMETRIE

ASSAINISSEMENT

VOIE FERREE

M2

VERGES

SIGNALISATION HORIZONTALE

LISTE DES XR

Projet de prolongement de la ligne 7 du tramway

www.t7.org

ilexFrance **SVSTRA** **et al. l'esprit**

Tramway T7 Athis-Mons - Juvisy-sur-Orge

PRO

PLAN DE NIVELLEMENT ET D'ASSAINISSEMENT

15/09/2022 - 126/127

