

AVANT PROJET DU MAÎTRE D'OUVRAGE

Ligne 17 Nord Secteur 1 : Le Bourget RER – Triangle de Gonesse

Livret 3

Ouvrages souterrains, aériens et annexes

Grand Paris Express
Réseau de transport public du Grand Paris

Avril 2019



GRAND PARIS EXPRESS

LE RÉSEAU DE TRANSPORT PUBLIC DU GRAND PARIS

AVANT-PROJET DU MAITRE D'OUVRAGE

LIGNE 17 NORD

SOMMAIRE GÉNÉRAL

Livret 0

Livret 1

1. Historique et caractéristiques principales du projet
 - 1.1. Le Grand Paris Express
 - 1.2. Le nouveau Grand Paris
 - 1.3. Le tronçon de la ligne 17 Nord
 - 1.4. Les étapes franchies et à venir
2. Diagnostic transport des territoires concernés
 - 2.1. Périmètre du projet
 - 2.2. Enjeux en termes de déplacement
3. Définition du projet de la ligne 17 Nord
 - 3.1. Les objectifs du projet
 - 3.2. La concertation continue

Livret 2

4. Description du projet
 - 4.1. Gares

Livret 3

- 4.2. Sections aériennes et souterraines
- 4.3. Ouvrages annexes

Livret 4

- 4.4. Systèmes
5. Exploitation et maintenance
 - 5.1. Exploitation
 - 5.2. Maintenance

Livret 5

6. Gestion environnementale du projet
 - 6.1. Contexte réglementaire : autorisation environnementale
 - 6.2. Principes directeurs de prise en compte de l'environnement
 - 6.3. Enjeux environnementaux et mesures associées
7. Management et calendrier du projet
 - 7.1. Organisation
 - 7.2. Planification
8. Economie du projet
 - 8.1. Coût de réalisation
 - 8.2. Coûts de fonctionnement de la ligne 17 Nord
 - 8.3. Acquisitions foncières
 - 8.4. Gestion des risques
9. Opérations liées
 - 9.1. Intermodalité
 - 9.2. Interconnexions ferroviaires
 - 9.3. Projets immobiliers connexes
10. Principes de financement
11. Evaluation de l'intérêt socio-économique
 - 11.1. Coûts du projet
 - 11.2. Bilan quantitatif des effets socio-économiques du tronçon
Le Bourget RER – Le Mesnil-Amelot
 - 11.3. Conclusion



Sommaire



4.	Description du projet.....	7
4.2.	Sections aériennes et souterraines.....	8
4.2.1.	Description générale.....	8
4.2.1.1.	Description sommaire du tracé du secteur 1.....	8
4.2.1.2.	Contexte topographique, géologique, hydrologique.....	9
4.2.1.3.	Référentiel du tracé.....	11
4.2.1.4.	Principe de conception et méthode de réalisation du tunnel.....	13
4.2.1.5.	Principe de conception et méthode de réalisation des tranchées.....	15
4.2.2.	Description détaillée du secteur 1 de la ligne 17 Nord.....	17
4.2.2.1.	Tunnel Sud : Le Bourget – Gonesse.....	17
4.2.2.2.	Zone de transition « Triangle de Gonesse ».....	20
4.3.	Ouvrages annexes.....	24
4.3.1.	Présentation générale des ouvrages annexes.....	24
4.3.1.1.	Définition.....	24
4.3.1.2.	Fonction de secours des ouvrages annexes.....	24
4.3.1.3.	Fonction assainissement/exhaure des ouvrages annexes.....	24
4.3.1.4.	Locaux techniques et ouvrages annexes.....	25
4.3.1.5.	Contraintes de site.....	25
4.3.1.6.	Interfaces tunnel/ouvrages annexes.....	28
4.3.2.	Repérage et typologie des ouvrages annexes.....	30
4.3.3.	Description détaillée des ouvrages annexes.....	30
4.3.3.1.	OA 3407P.....	30
4.3.3.2.	OA 3500P.....	32
4.3.3.3.	OA 3501P.....	34
4.3.3.4.	OA 3502P.....	37
4.3.3.5.	OA 3503P.....	39
4.3.3.6.	OA3504P.....	41
4.3.3.7.	OA3505P.....	43

4. Description du projet

4.2. Sections aériennes et souterraines

4.2.1. Description générale

4.2.1.1. Description sommaire du tracé du secteur 1

Il est prévu de mettre la ligne en service en trois temps :

- jusqu'à la gare Le Bourget Aéroport, dans le cadre de la candidature de Paris aux Jeux Olympiques de 2024 ;
- jusqu'à la gare Triangle de Gonesse au plus tard en 2027 ;
- jusqu'à la gare du Mesnil-Amelot en 2030.

Le secteur 1 de la ligne 17 Nord, objet du présent dossier, est d'une longueur d'environ 7 kilomètres. Il dessert deux départements et traverse cinq communes : Le Bourget, Dugny et Le Blanc-Mesnil pour le département de la Seine-Saint-Denis, Gonesse et Bonneuil-en-France pour le département du Val d'Oise.

Le secteur 1 de la ligne 17 Nord compte deux gares : Le Bourget Aéroport (LBA) et Triangle de Gonesse (TDG).

L'interface géographique entre le tronçon commun avec les lignes 16 et 17 Sud et le secteur 1 de la ligne 17 Nord est située à l'ouvrage d'entonnement de la ligne 17 Sud. Le secteur 1 de la ligne 17 Nord prolonge la ligne 17 Sud à partir de cet ouvrage par un tunnel dit « tunnel Sud », d'une longueur de 6,1 kilomètres. Ce tunnel traverse deux gares souterraines (Le Bourget Aéroport et Triangle de Gonesse) et sept ouvrages annexes (hors ouvrage d'entonnement).

Au-delà de la gare Triangle de Gonesse, le secteur 1 de la ligne 17 Nord se prolonge ensuite par une tranchée couverte de 530 m et se termine par une tranchée ouverte de 210 m, qui permet la transition entre les secteurs souterrain et aérien.



Figure 1 : Description sommaire du tracé du secteur 1 de la ligne 17 Nord

4.2.1.2. Contexte topographique, géologique, hydrologique

• Contexte géologique et hydrologique

Le secteur 1 de la ligne 17 Nord étant majoritairement souterrain, il est soumis à des contraintes spécifiques principalement liées à la nature des formations géologiques traversées.

Le projet est implanté dans la série sédimentaire tertiaire du Bassin de Paris et sous les dépôts superficiels, notamment alluvionnaires, du Quaternaire. Cette série tertiaire comprend essentiellement des terrains de l'Eocène moyen et supérieur (Lutétien et Bartonien) et de l'Oligocène inférieur (Stampien).

Concernant l'hydrologie, le fuseau d'étude appartient au sous-bassin versant « Rivières d'Ile-de-France » et intercepte les sous-bassins versants de la Bibéronne et de la Reneuse, le bassin versant du Croult de sa source au lac départemental de la Courneuve, et le sous-bassin versant de la Morée (appartenant au bassin versant du Croult du lac départemental de la Courneuve au confluent de la Seine).

Des dispositions constructives spécifiques ont été adoptées de sorte à limiter les impacts aussi bien en phase travaux qu'en phase d'exploitation. Le tracé du tunnel en plan et son profil en long ont été dictés par les contraintes superficielles et souterraines d'origine naturelle ou anthropique. Les principales contraintes sont les suivantes :

- La géologie et l'hydrogéologie : présence de bancs gréseux ou indurés notamment ;
- La présence de structures enterrées : fondations profondes, réseaux (assainissement, eau potable, gaz, hydrocarbures), pollution anthropique (chimique, pyrotechnique) ;
- La localisation des gares et ouvrages annexes en surface dont les accès et l'implantation ont été discutés et validés avec les interlocuteurs concernés ;

Le tracé du tunnel a été calé de manière à éviter le plus possible les interactions avec l'existant.

• Contexte géotechnique

Les études géotechniques sont régies par la norme NF P 94-500 de décembre 2013 relative aux missions d'ingénierie géotechnique. Cette dernière détermine, selon la phase du projet, les objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques, le niveau de management du risque géotechnique, et les prestations d'investigations géotechniques à réaliser. Quatre missions géotechniques sont à mener, chacune se basant sur des campagnes de reconnaissance en phases d'études ; pour la phase travaux, des campagnes de reconnaissance peuvent être à réaliser mais sont en général extrêmement réduites (survenance d'un aléa). Elles accompagnent la conception, le dimensionnement et la réalisation des ouvrages et la définition de leurs méthodes d'exécution.

Les missions menées en phases d'études sont les suivantes :

- La mission G1 couvrant la phase préliminaire : dans ce cadre, la Société du Grand Paris a commandé une première campagne de reconnaissances dénommée G11 (ancienne appellation de la norme de novembre 2006), couvrant l'intégralité du Grand Paris Express, qui s'est déroulée entre 2012 et 2013 ;

- La mission G2 couvrant les phases de conception d'avant-projet et de projet : dans ce cadre, deux campagnes de reconnaissance ont été commandées par la Société du Grand Paris, dénommées respectivement G12 (avant-projet) et G2 (projet). La campagne G12 s'est déroulée entre 2013 et 2015 pour l'ensemble du Grand Paris Express, la campagne G2 a commencé en 2016 et se poursuit dans la suite des études de la ligne 17 Nord.

L'organisation mise en place autour de ces missions est la suivante :

- Concernant les campagnes de reconnaissance G11 et G12, elles ont été définies par l'assistant à maîtrise d'ouvrage géotechnique en regard du projet, qui a dimensionné, suivi et validé ces campagnes de reconnaissance afin d'assurer un niveau de qualité satisfaisant pour les études de conception. Les paramètres géotechniques retenus pour le dimensionnement de l'infrastructure ont fait l'objet de plusieurs discussions entre les spécialistes de l'AMO géotechnique et du maître d'œuvre, afin d'obtenir un avis partagé sur les données d'entrée (double regard) ;
- Concernant la campagne de reconnaissance G2, elle a été définie par le maître d'œuvre, puis suivie et validée par l'assistant à maîtrise d'ouvrage géotechnique. Le même processus de double regard a été mis en place afin d'obtenir un dossier partagé sur les données d'entrée et les paramètres à retenir dans le dimensionnement des ouvrages.

Les missions menées en phase travaux sont les suivantes :

- La mission G3 d'études et de suivi géotechnique de réalisation, à la charge des entreprises qui réaliseront les travaux ;
- La mission G4 de supervision géotechnique d'exécution, confiée au maître d'œuvre et qui reste à la charge de la maîtrise d'ouvrage.

Au total, sur le secteur 1 de la ligne 17 Nord, ont été réalisés pour l'établissement de l'avant-projet toutes campagnes confondues :

- 74 sondages carottés avec prélèvements d'échantillons pour essais en laboratoire ;
- 37 sondages avec essais pressiométriques ;
- 48 sondages destructifs ;
- 25 sondages tarière ;
- 6 sondages à la pelle mécanique.

La profondeur moyenne atteinte pour les sondages profonds est de 35 mètres, la profondeur maximale de 60 mètres. En moyenne, l'espacement des sondages est de l'ordre de 100 mètres sur le linéaire tunnel. Le nombre de sondages est plus important au niveau des gares, et varie selon le contexte géologique et hydrogéologique rencontré.

La quantité, la profondeur et la localisation de tous ces sondages, ainsi que la nature et le nombre des essais de laboratoire, ont été adaptés en fonction du contexte pressenti au démarrage des campagnes et au fur et à mesure de la connaissance des résultats des sondages. En effet, les informations recueillies lors de l'exécution des sondages, l'examen des carottes (conservées pendant toute la durée du projet), ainsi que les essais de laboratoire destinés à préciser les caractéristiques mécaniques des terrains rencontrés sont suivis en temps réel afin de modifier et d'adapter chaque campagne en cours de réalisation ou la suivante.

Alors que les campagnes G1 et G2 en phase d'avant-projet ont pour objectif la définition du modèle géologique, géotechnique et hydrogéologique ainsi que la finalisation du tracé, la campagne G2 de la phase projet constitue un approfondissement des précédentes, qui en plus de resserrer la maille des sondages, vise à répondre à des questions précises soulevées par la mise au point des méthodes d'exécution envisagées.

La mission G3, placée sous la responsabilité de l'entrepreneur en charge des travaux a pour objet de permettre « de confirmer le modèle géotechnique retenu pour la conception des ouvrages. En cas de rencontre de conditions géotechniques ou de comportement des ouvrages géotechniques en cours de réalisation significativement différents de ceux prévus mais identifiés comme risques possibles, ce suivi permet d'adapter ou de modifier la partie correspondante de l'ouvrage géotechnique concerné selon les mesures correctives prédéfinies ».

Toutes les reconnaissances qui seront jugées nécessaires seront menées, dès lors qu'il s'agit de la sécurité des riverains et du chantier.

La mission géotechnique G4 de supervision géotechnique est à la charge du maître d'ouvrage et assurée par le maître d'œuvre. Elle permet d'assurer la supervision des études d'exécution de la mission G3 ainsi que le suivi d'exécution en organisation des interventions périodiques et discontinues sur le chantier. Cette mission permet de contribuer à la maîtrise des risques géotechniques en assurant une supervision du suivi de l'entrepreneur, en vérifiant l'adéquation du comportement sur site avec le comportement prévu.

À noter que la Société du Grand Paris a organisé un double regard sur ces missions G3 et G4 par l'attribution d'un marché spécifique d'assistance à maîtrise d'ouvrage en géotechnique en phase travaux. Le candidat retenu donnera un avis sur les grands sujets géotechniques rencontrés, et proposera par exemple l'adaptation des méthodes constructives majeures dans le cadre d'interactions avec des existants. Ce dispositif global participera à la maîtrise des risques géotechniques et au suivi de leurs effets.

- **Evaluation de l'aléa de dissolution de gypse et de présence de niveaux décomprimés**

En continuité avec ce qui a déjà été entrepris dans les phases du projet en cours et à venir, différentes mesures seront prises pour supprimer le risque de désordre sur les bâtis et les ouvrages souterrains dans la zone d'influence du projet.

En phases d'études, les zones soumises au risque de présence de niveaux décomprimés ou de dissolution du gypse sont reconnues avant le démarrage du chantier (bibliographie, visites, inspections, sondages, essais, mesures in situ) afin de reconnaître leurs limites géographiques et leurs épaisseurs. Ces investigations permettent de caractériser le massif et d'évaluer l'aléa et le cas échéant les volumes à traiter, ainsi que le type de traitement à mettre en place. Les sondages de la campagne G2 en phase projet vont permettre de consolider ces caractérisations.

Le niveau d'aléa croisé avec les enjeux associés est faible à très faible sur le projet, tant pour l'ouvrage définitif que pour les phases de construction. Si la poursuite des études devait faire évoluer ces conclusions, un traitement du risque serait alors réalisé en phase travaux.

- **Bâti / avoisinants**

Le tracé du secteur 1 de la ligne 17 Nord a visé à s'inscrire au maximum sous des emprises publiques non bâties. De ce fait, seulement la zone au sud de la gare Le Bourget Aéroport est concernée par des secteurs bâtis. La prise en compte du bâti sur les secteurs concernés dans la conception de l'infrastructure du Grand Paris Express se fait à deux niveaux :

En phase d'études :

En phases d'études, la Société du Grand Paris s'est adjoint les conseils d'un assistant à maîtrise d'ouvrage spécialisé qui a mené les études suivantes :

- Des enquêtes de terrains : le bâti situé dans la zone d'influence géotechnique a été visité afin de reconnaître visuellement l'état du bâti (pathologies existantes ou non, présence d'équipements sensibles ou non, façades agrafées/vitrées ou non etc..). Ces visites ont également permis de collecter les informations nécessaires quant à la bonne connaissance du bâti : type de fondations, fonctionnement structurel, etc... ;
- Une étude de sensibilité : à partir des éléments collectés lors des enquêtes de terrains, mais aussi via la consultation des services techniques des villes, de l'Inspection Générale des Carrières (qui instruit les permis de construire dans les zones de carrières, la consultation de certaines entreprises, de promoteurs, etc...), l'AMO bâti a classé le bâti selon trois catégories de sensibilité : peu sensible, sensible et très sensible. Cette démarche a été validée par le maître d'œuvre et a abouti à la définition de classes de dommages partagées entre l'AMO Bâti et les maîtres d'œuvre. À chaque classe de dommage sont associées des valeurs seuils de déplacements acceptables ;
- Une étude de vulnérabilité du bâti : le croisement entre les tassements engendrés par l'infrastructure et les seuils acceptables des classes de dommage amène à conclure sur la vulnérabilité du bâti dans la zone d'influence géotechnique, et permet de confirmer et/ou adapter les méthodes constructives afin que l'impact des travaux soit minimisé sur le bâti et d'assurer ainsi la maîtrise des risques. La vulnérabilité du bâti étant intrinsèquement portée par le maître d'œuvre, toujours dans une démarche de maîtrise des risques, la Société du Grand Paris a souhaité un double regard par un sachant dans le domaine, effectué par l'AMO Bâti, permettant la réalisation d'un dossier partagé sur le sujet.

En phases de pré-travaux et de travaux :

La maîtrise des risques en phase travaux passant par un suivi par auscultations, une méthode observationnelle est donc prévue et se dissocie en deux grandes phases :

Une phase de pré-travaux dite de mesures à blanc, qui consiste à suivre les déplacements des bâtis une année avant le démarrage des travaux afin de mesurer la respiration naturelle du bâti (effet thermique notamment). Cette phase de mesure à blanc s'organise autour de deux grands axes :

- Une étude par interférométrie radar ; cette technique consiste à suivre les déplacements de réflecteurs (points métalliques stables, comme des toitures d'immeubles) par le suivi satellitaire. Les satellites passant au-dessus de la région parisienne photographient depuis 1992 le sol. Connaissant les positions des satellites et de chaque réflecteur, la différence de distance entre deux images permet de définir les déplacements verticaux du sol. Cette technique a une précision comprise entre 2 et 5 millimètres ;

AVANT-PROJET DU MAITRE D'OUVRAGE

- Une phase de mesures à blanc sur site par le passage de géomètres qui mesurent à intervalles réguliers la position de points de référence ; ces mesures peuvent également être faites par la pose de théodolites automatiques.

Une phase travaux, au cours de laquelle l'auscultation du bâti sera maintenue et renforcée. Les déplacements enregistrés seront alors comparés aux estimations faites en phases d'études. Des valeurs seuils d'alerte seront préalablement définies : en cas de dépassement, les méthodes constructives seront immédiatement adaptées selon des procédures préalablement définies.

Cette auscultation est rapportée en temps réel et présentée aux différents acteurs du projet (entreprise, maître d'œuvre et maître d'ouvrage) de façon ciblée.

L'auscultation en phase travaux s'articulera toujours autour de trois grands axes :

- Etude interférométrique avec une fréquence de prises d'images adaptée à la phase travaux, permettant d'assurer une précision entre 2 et 5 millimètres ;
- Par le suivi des bâtis situés dans la zone d'influence géotechnique, le maillage du suivi étant directement proportionnel à la vulnérabilité de chaque zone ;
- Par le suivi des travaux ; l'entreprise aura à sa charge de suivre les déplacements dans les fouilles : déplacements des parois moulées, pose de prise de pression dans les butons, etc., mais également de suivre des paramètres comme le guidage du tunnelier par exemple.

L'ensemble de ces dispositions participera au suivi de la réalisation des mesures constructives destiné à éviter et réduire tout effet du projet sur le bâti.

4.2.1.3. Référentiel du tracé

- **Programme fonctionnel pour la ligne 17 (Le Bourget RER – Le Mesnil-Amelot)**

Le référentiel de conception des ouvrages se fonde sur le Programme fonctionnel des systèmes de la ligne rouge, Version 11 du 11 juillet 2017 qui conditionne le dimensionnement des gares, du tunnel, et des OA.

Ce Programme fonctionnel des systèmes est enrichi et précisé par un référentiel technique système issu des études d'avant-projet, intégrant notamment :

- Un Dossier d'Analyse Fonctionnelle, spécifiant les contraintes de tracé ;
- Un Schéma des Infrastructures ferroviaires, présentant les hypothèses d'études relatives au Schéma des Infrastructures Ferroviaires (SIF) de la ligne Rouge du Grand Paris Express. Ce schéma fait notamment apparaître les Gares, Accès SMR, Accès SMI, Appareils de voie, Vitesses de circulation ;
- Des Fiches de Locaux Techniques, spécifiant les fonctionnalités et caractéristiques techniques à intégrer dans les gares et les ouvrages : caractéristiques nécessaires d'un local pour répondre à une fonction spécifique (surface, volume, hauteur sous plafond, taille et nombre d'accès, climatisation...) ;
- Un dossier coupe tunnel, présentant les différents gabarits envisagés (coupe tunnel présentée par ailleurs dans le présent document) ;

Sur la base des évaluations infra et systèmes en cours d'avant-projet, de décisions partagées lors des comités tripartite entre la SGP, IDFM et la RATP-GI ou lors de comités techniques d'exploitation, des échanges lors des comités techniques de sécurité civile, la Société du Grand Paris a procédé à des arbitrages sur les décisions de conception nécessaires à la production des études infra et systèmes cohérentes, et, le cas échéant, permettant d'optimiser le coût de possession.

Les documents de référence produits par la Maîtrise d'Œuvre Systèmes sont détaillés dans le Référentiel de Conception Systèmes. Ce document contient :

- les documents de référence génériques applicables à l'ensemble de la Ligne Rouge (LR) en fin de Projet (PRO) SYS-1 LR ;
- les documents spécifiques élaborés en avant-projet

Les productions du Maître d'œuvre Systèmes sont :

- Les dossiers techniques issus de la phase avant-projet de la ligne rouge ;
- Le dossier projet de la ligne rouge comprenant notamment les éléments suivants :
 - o Les spécifications techniques d'interface
 - o Fiches d'interface (FI)
 - o Les règles d'ingénierie (RI)
 - o Les Fiches de Locaux Techniques (FLT)
 - o Coupes fonctionnelles tunnel
 - o Schémas unifilaires et plans d'implantation des Postes de redressement (PR) / Postes de sectionnement (PS)
 - o Dossiers techniques par Groupe d'Ouvrage (GO)
- Fiches de Limites de Prestations (FLP) mises à jour ;
- Les dossiers techniques d'avant-projet spécifique à la ligne 17.

• Conception du tracé de la ligne 17 Nord – secteur 1

Matériel roulant

Les principales caractéristiques du matériel roulant sont récapitulées dans le tableau suivant :

Caractéristiques	Valeur nominale	Valeur exceptionnelle
Roulement	Fer	-
Conduite	Automatique	-
Vitesse de circulation maximale (voie principale VP)	110 km/h	120 km/h
Vitesse de circulation (voie de manœuvre VM)	50 km/h	50 km/h
Vitesse de circulation (voie secondaire VS)	30 km/h	50 km/h (accès machine à laver)
Longueur des trains	54 m	-
Longueur des voitures	18 m	-
Largeur des voitures	2,8 m	-

Figure 2 : Caractéristiques du matériel roulant de la ligne 17 Nord

Contraintes sur le tracé

◇ Paramètres de confort

Les principales caractéristiques vis-à-vis du confort des voyageurs pour la conception du tracé sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

Caractéristiques	Valeur nominale	Valeur exceptionnelle
Accélération transversale non compensée maximale	0,883 m/s ²	non admise
Insuffisance de dévers l maximale	135 mm	Non admise
Dévers maximum d (en mm)	160 mm	Non admise
Variation du dévers maximale en fonction du temps	50 mm/s	60 mm/s
Gauche court (variation de dévers)	≤ min (180/V ; 2,25) mm/m	≤ min (216/V ; 3) mm/m
Jerk maximal	≤ 0,40 m/s ³	≤ 0,50 m/s ³
Variation maximale de l'insuffisance de dévers en fonction du temps	≤ 60 mm/s	≤ 75 mm/s
Accélération verticale maximale	≤ 0,20 m/s ²	≤ 0,40 m/s ²

Figure 3 : Principales caractéristiques de conception du tracé pour le confort du voyageur de la ligne 17 Nord – secteur 1

◇ Tracé en plan

Les critères géométriques à prendre en compte pour le tracé en plan sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Caractéristiques	Valeur nominale	Valeur exceptionnelle
Rayon minimal en VP	600 m	300 m
Rayon minimal en VM	350 m	150 m
Rayon minimal pour les autres voies	150 m	Non admis
Voies en gare	En alignement	Non admis
Zone d'alignement de chaque côté de la gare	20 m	18 m
Longueur minimale développement courbe rayon constant (VP, VM)	20 m	Non admis
Longueur minimale clothoïde (VP, VM)	20 m	Non admis
Longueur minimale alignement entre courbe et contre courbe (VP, VM)	50 m	20 m
Longueur minimale entre fin de courbe et pointe d'aiguille appareil de voie (VP, VM)	20 m	Non admis

Figure 4 : Critères géométriques à prendre en compte pour le tracé en plan de la ligne 17 Nord – secteur 1

◇ Profil en long

Les critères géométriques à prendre en compte pour le profil en long sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Caractéristiques	Valeur nominale	Valeur exceptionnelle
Pente maximale en alignement droit en tunnel	40/1000	50/1000
Pente maximale en alignement droit en viaduc	30/1000	30/1000
Pente maximale avec courbe en plan, R en m	40/1000 – 800/R	50/1000 – 800/R
Rayon raccord déclivité en m (VP, VM) $R \geq V^2/12,96Y$	5 600 m	2 500 m
Rayon raccord déclivité en m (VS, VA)	1000 m	Non admis
Pente maximale en gare	0	2/1000
Pente maximale en VM et VS (hors voie de garage)	30/1000	Non admis
Pente maximale en voie de garage	10/1000	30/1000
Zone en palier ou pente constante minimale de chaque côté de la gare (pour tunnelier)	25 m	18 m

Figure 5 : Critères géométriques à prendre en compte pour le profil en long de la ligne 17 Nord – secteur 1

4.2.1.4. Principe de conception et méthode de réalisation du tunnel

- Principe de conception du tunnel

Caractéristiques du tunnel au tunnelier

Le positionnement du tunnel en profil en long est dicté par les contraintes ci-après :

- La couverture de terrain pour limiter le tassement en surface ;
- Une implantation dans les formations géologiques présentant les meilleures caractéristiques géotechniques possibles ;
- Le niveau de rail imposé par les raccordements aux existants ;
- L'implantation des points bas permettant l'évacuation des eaux ;
- La limitation de la profondeur des ouvrages réalisés à ciel ouvert (gares, ouvrages annexes) ;
- Les réseaux concessionnaires enterrés existants, les fondations des bâtis et les ouvrages d'art existants ou en prévision.

Le tunnel monotube de la ligne 17 Nord permet l'installation de deux voies et a un diamètre fonctionnel de 8,50 mètres, prescrit par le référentiel système de la ligne rouge.

L'entraxe des voies est de 3,50 mètres. La distance entre le niveau du rail (Zrail) et le centre de la circonférence définissant les besoins fonctionnels est de 2,17 mètres. En dehors de cette circonférence, une tolérance de guidage de 10 centimètres est prise pour tenir compte des imprécisions dans la pose des voussoirs et dans la trajectoire du tunnelier. Un vide annulaire de 15 centimètres prenant en compte la surcoupe d'excavation est également nécessaire pour éviter que le bouclier reste coincé dans le terrain ; cette mesure est prise à l'extrados du revêtement. Le revêtement lui-même aura une épaisseur de l'ordre de 40 centimètres. Le diamètre d'excavation des tunneliers sera donc d'environ 9,80 mètres.

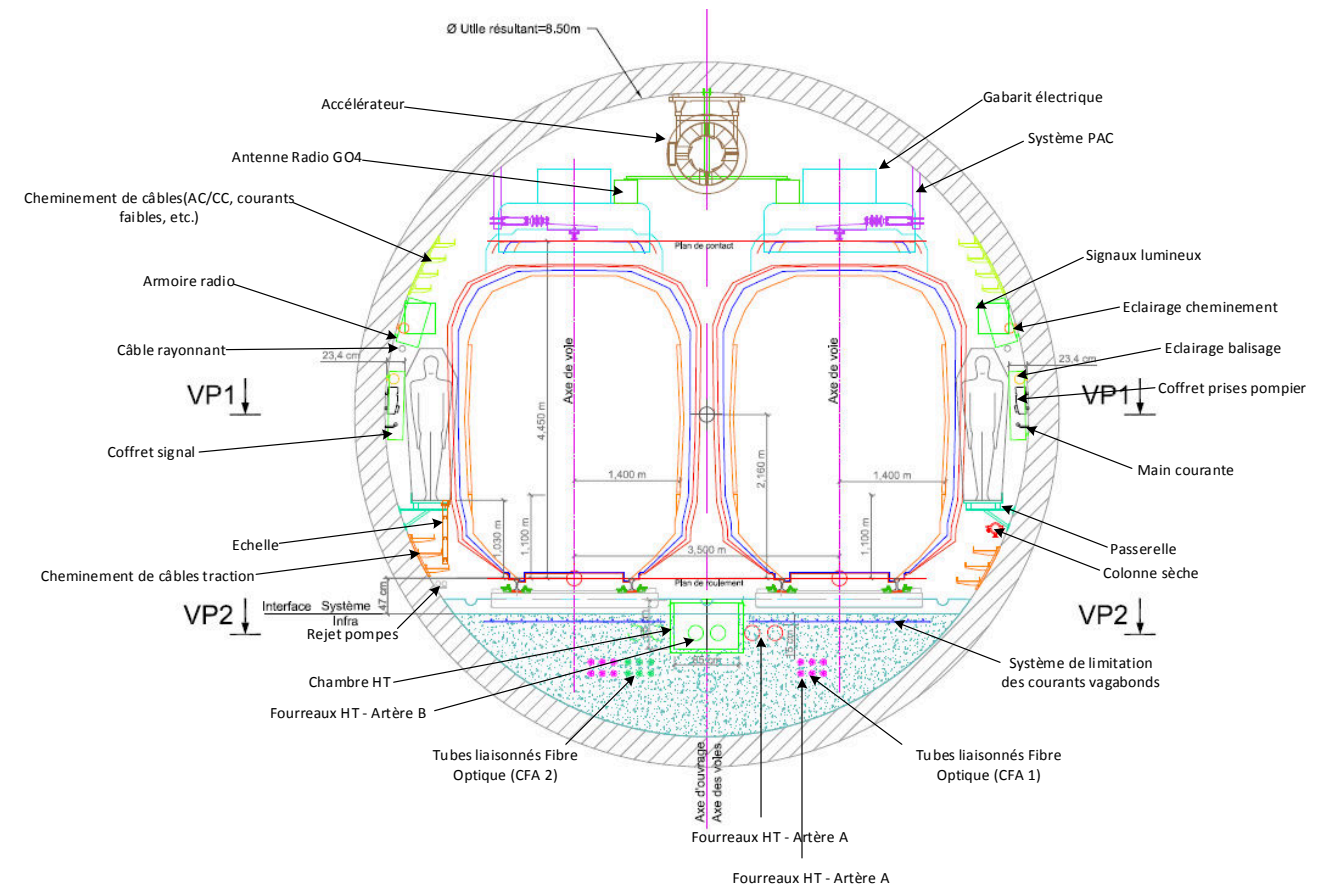


Figure 6 : Coupe type tunnel monotube ligne 17 Nord

Le choix de ces dimensions est conditionné par les contraintes du tracé imposées par la circulation du matériel roulant qui ont été précisées précédemment. Localement et à titre exceptionnel, il peut être envisagé de déroger à ces valeurs de référence pour résoudre des contraintes d'insertion particulière du tracé ou du profil en long.

Un grand nombre de réseaux et fourreaux devront être intégrés dans le béton de remplissage, notamment :

- Un collecteur de drainage et des tuyaux de renvois depuis les cunettes ;
- Des regards de drainage ;
- Des multitubulaires Haute Tension, courants faibles et fibre optique ;
- Des chambres de tirage pour les câbles Haute Tension et courants faibles.

Accès maintenance/exploitation et secours

Une niche permettant de stocker des véhicules de maintenance LAMC (Lorry Automoteur de Maintenance Caténaire) sera disposée à l'OA3502P pour permettre la maintenance du tunnel.

Des accès permettant l'intervention des services de secours seront également présents tous les 800 mètres au moins.

Ventilation/désenfumage

La ventilation et le désenfumage du tunnel seront assurés par des équipements installés à intervalles réguliers dans les gares ou les ouvrages annexes.

Gestion des eaux

Des équipements permettant l'épuisement des eaux d'exhaure et d'incendie seront installés dans certaines gares et ouvrages annexes pour la gestion des eaux du tunnel.

Étanchéité

L'étanchéité des tunnels est assurée par la mise en place de joints d'étanchéité entre voussoirs. Ils pourront être de type compressible, associés à des joints hydro-expansifs.

Les interfaces entre le tunnel et les parois moulées des ouvrages traversés, entre le tunnel et les rameaux et entre les rameaux et les ouvrages annexes déportés feront l'objet d'un traitement spécifique pour l'étanchéité : reprise d'étanchéité, utilisation d'un mortier de bourrage semi-inerte, joints hydroexpansifs avec béton et mortier polymérique ou SELA (Système d'Étanchéité Liquide Armé).

L'étanchéité des parties souterraines creusées en méthode conventionnelle (tels que les rameaux) pourra être réalisée soit en extradoss par un dispositif de type géomembrane, soit en intradoss par un dispositif de type SELA (Système d'Étanchéité Liquide Armé).

• Méthode de réalisation du tunnel

La partie courante du tunnel est réalisée sur l'intégralité de sa longueur au tunnelier. Une analyse multicritère a été menée afin de comparer les avantages et les inconvénients des différents types de machines pouvant être utilisées (notamment pression de boue et pression de terre).

Quel que soit le type de tunnelier, il produit un tube de béton étanche et ancré dans les terrains en place à l'avancement. L'alimentation du tunnelier en énergie, produits et matériaux (boue, s'il en est utilisé, fluides, béton, voussoirs) se fait par le puits d'entrée, de même que l'évacuation des déblais. La base chantier du puits d'entrée doit donc permettre de gérer les flux d'alimentation et de déblais du tunnelier.

Les différentes opérations permettant la réalisation du tunnel sont détaillées ci-dessous.

Creusement des puits d'entrée et de sortie

Les puits d'entrée et de sortie des tunneliers sont d'abord creusés. Pour cela :

- Les parois moulées des puits sont réalisées : cette opération nécessite l'injection de béton dans des excavations dont l'ensemble forme la paroi d'une boîte. Les excavations sont descendues à un niveau géologique peu perméable, variable selon la géologie locale. La méthode de construction est adaptée au contexte rencontré ;

- Les puits sont excavés à l'abri des enceintes de parois moulées. L'eau est extraite du puits si besoin ;
- Si nécessaire, la perméabilité du fond du puits est réduite par la mise en place d'un bouchon injecté ou une technique équivalente en fonction des débits résiduels observés.

Installation du tunnelier au fond du puits d'entrée

Les matériels et ouvrages nécessaires à la réalisation du tunnel peuvent alors être mis en place. Les tunneliers sont acheminés jusqu'aux puits de lancement en pièces détachées et sont assemblés sur place. La longueur moyenne du tunnelier est d'environ 100 mètres depuis la tête portant l'organe de coupe (la roue tournante), le poste de pilotage et les éléments permettant son fonctionnement, à la partie postérieure permettant la gestion des flux de matériaux arrivant et partant de la zone de coupe.

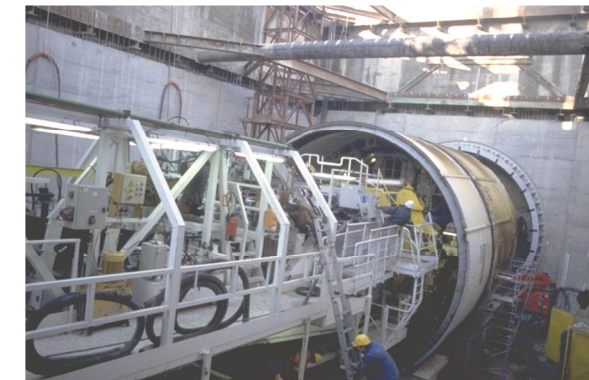


Figure 7 : Exemple d'entrée de tunnelier- Métro Val de Rennes



Figure 8 : Exemple de montage du bouclier en fond de puits

Creusement du tunnel

L'amorce du tunnel nécessite un appareillage spécial permettant l'appui du tunnelier. Cet appui est fourni par le tunnel en place une fois la vitesse de croisière atteinte.

La vitesse d'avancement est de 12 mètres par jour en moyenne selon la géologie. Elle est plus faible (environ 2 à 5 mètres par jour) au démarrage du tunnelier ou pendant les premiers mois de creusement. Selon les distances, la durée de fonctionnement d'un tunnelier s'étage entre 6 mois et 2,5 ans hors montage et démontage.

Sauf imprévu de parcours, le tunnelier creuse la portion qui lui est impartie d'une traite. Les ruptures dans l'avancement peuvent être dues à :

- La rencontre d'irrégularités géologiques non identifiées au préalable, en particulier des cavités ;
- Une variation significative des paramètres géotechniques du sol, susceptibles d'engendrer des désordres et non gérable directement au niveau de la machine.

Au fur et à mesure de l'avancement, des voussoirs en béton armé préfabriqués sont assemblés en anneau et constituent le revêtement du tunnel.

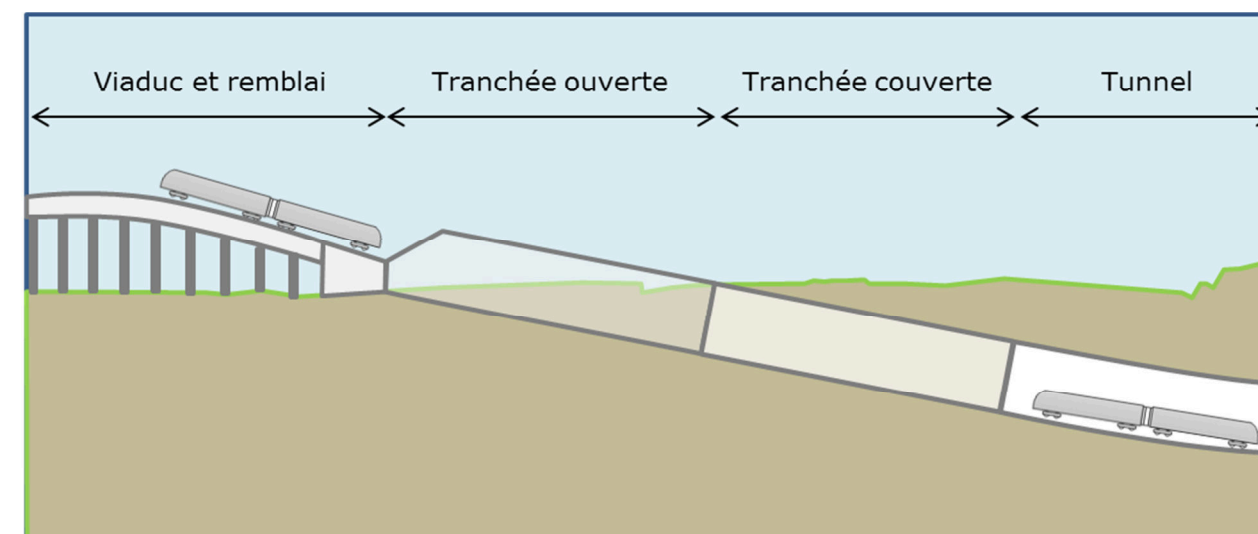


Figure 9 : Illustration du principe de transition souterrain/aérien

Démontage du tunnelier

Le démontage du tunnelier s'effectue au niveau du puits de sortie.

Remplissage du radier

L'utilisation de tunnelier pour le forage du tunnel en section circulaire nécessite un remplissage en contre-voûte afin d'atteindre le niveau de rails du projet. Différents matériaux peuvent être utilisés.

En cas d'utilisation du béton de remplissage, une première couche de béton est coulée au fur et à mesure de l'avancement du tunnelier avec un béton compacté au rouleau permettant la circulation en tunnel pour l'approvisionnement des voussoirs. La deuxième couche de béton est coulée après la réalisation du tunnel.

Réutilisation ou remise en état des puits d'entrée et de sortie

Les puits d'entrée et de sortie de tunnelier, une fois le creusement du tunnel réalisé et les équipements nécessaires au creusement du tunnel évacués, permettront d'y réaliser des aménagements nécessaires au fonctionnement de la ligne (puits d'accès secours, de ventilation,...), ou seront rebouchés et remis en état dans le cas contraire.

4.2.1.5. Principe de conception et méthode de réalisation des tranchées

Le secteur 1 de la ligne 17 Nord réalisé en tranchée couverte et ouverte permet d'effectuer la transition entre la section souterraine sud de la ligne et la section aérienne, comme présenté sur l'illustration suivante. Les tranchées ouvertes et couvertes rencontrées sur le secteur 1 de la ligne 17 Nord sont présentées de manière plus détaillée dans le paragraphe « Description détaillée ».

• Tranchées couvertes

Concept structurel et architectural retenu

Les concepts structurel et architectural des tranchées couvertes diffèrent en fonction des contraintes locales rencontrées. Ils seront détaillés au cas par cas.

Accès maintenance/exploitation et secours

Les accès des services de secours sont positionnés au niveau des tranchées ouvertes, dans les zones où le profil en long de la ligne se trouve au niveau du terrain naturel.

Les opérations de maintenance des équipements s'effectueront de la même manière qu'en tunnel, par des lorrys automoteurs de maintenance (engin rail-route à fonctionnement autonome sur batteries) pour des pannes simples d'équipements situés en hauteur, principalement la caténaire.

Gestion des eaux

La dalle de couverture mise en place et les parois verticales permettent des infiltrations d'eau minimales. Les eaux de ruissellement seront conduites par un réseau de cunettes raccordées à un collecteur central vers les points bas du tracé.

Fonctionnalités ventilation/désenfumage

Des accélérateurs pourront être mis en place localement. En revanche, des équipements de ventilation ne sont pas nécessaires.

AVANT-PROJET DU MAITRE D'OUVRAGE

Méthode de réalisation

La conception des tranchées couvertes variant suivant la zone rencontrée, les méthodes de réalisation seront présentées au cas par cas.

- **Tranchées ouvertes**

Concept structurel et architectural retenu

Comme pour les tranchées couvertes, les concepts structurel et architectural des tranchées ouvertes diffèrent en fonction des contraintes locales rencontrées. La plate-forme ferroviaire pourra être bordée par un ou des murs de soutènement, ou un ou des talus de hauteur et de formes différentes selon les emprises disponibles et la géologie du sol notamment. Ces principes seront détaillés au cas par cas.

Accès maintenance/exploitation et secours

Des cheminements dimensionnés pour les véhicules des mainteneurs et des services de secours bordent la tranchée ouverte et permettent leur intervention sur les ouvrages.

L'accès des services de secours se fait par des pistes latérales, permettant à ceux-ci d'atteindre la plateforme de la ligne dans les zones où le profil en long se trouve au niveau du terrain naturel.

Gestion des eaux

Les eaux de la tranchée ouverte sont collectées par le biais des caniveaux puis acheminées vers une bêche de rétention prévue en fond de tranchée. Un poste de relevage est implanté en extrémité de cette bêche de rétention. Ces eaux sont ensuite refoulées à la surface vers un bassin de rétention mis en œuvre pour réguler les débits de rejets dans les réseaux d'assainissement public.

Les bassins de stockage implantés au point bas de la tranchée ouverte ont une capacité prévue pour 5h de stockage d'une pluie centennale (temps d'intervention en vue de redémarrer le système de pompage). Leurs dimensions permettent également qu'ils soient visitables pour en assurer la maintenance.

Fonctionnalités ventilation/désenfumage

Les ouvrages étant aériens, aucun dispositif particulier n'est de ce fait nécessaire.

Méthode de réalisation

La conception des tranchées ouvertes variant suivant la zone rencontrée, les méthodes de réalisation seront présentées au cas par cas.

4.2.2. Description détaillée du secteur 1 de la ligne 17 Nord

4.2.2.1. Tunnel Sud : Le Bourget – Gonesse

Le tunnel Sud débute à l'ouvrage d'entonnement Est commun avec les lignes 16 et 17 Sud. Il comprend sept ouvrages annexes ainsi que les gares Le Bourget Aéroport et Triangle de Gonesse. Le profil remonte ensuite en tranchée couverte puis ouverte avant le début de la section aérienne.

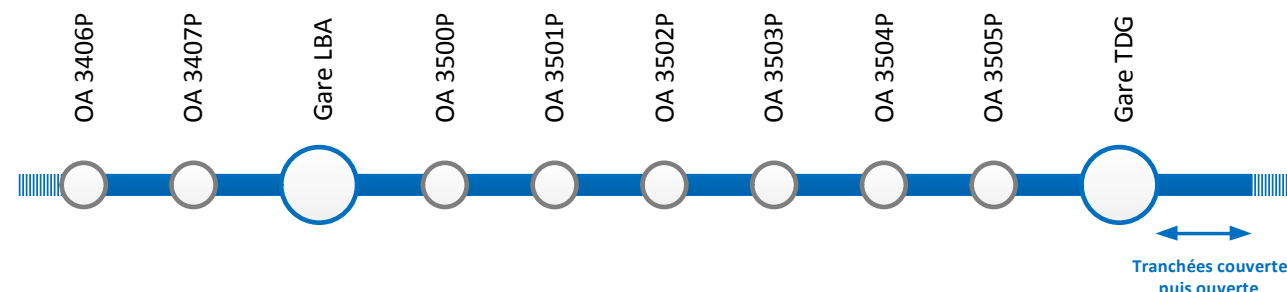


Figure 10 : Représentation schématique des ouvrages du tunnel Sud

Les distances entre l'ouvrage d'entonnement Est, ou OA 3406P, la gare du Bourget Aéroport, la gare Triangle de Gonesse et la fin du secteur 1 figurent ci-dessous :

Interdistance		Longueur
Ouvrage d'entonnement est – OA 3406P	Gare Le Bourget Aéroport	1.4 km
Gare Le Bourget Aéroport	Gare Triangle de Gonesse	4.8 km
Gare Triangle de Gonesse	Fin du secteur 1	0.7 km

Figure 11 : Interdistances tunnel Sud

• Section OA 3406P - OA 3502P

Tracé en plan

La section du tunnel Sud comprise entre l'ouvrage d'entonnement est et l'ouvrage annexe 3502P représente un linéaire d'environ 3,45 kilomètres et traverse les communes du Bourget, du Blanc-Mesnil, de Dugny et de Bonneuil-en-France.

Elle comprend les ouvrages annexes 3407P, 3500P, 3501P et la gare Le Bourget Aéroport.

Au nord de l'OA 3406P, le tracé est d'abord configuré en courbe, puis adopte une configuration rectiligne en s'orientant vers le nord. Il passe sous des secteurs pavillonnaires et une zone d'activités des communes du Bourget et du Blanc-Mesnil, ainsi que sous le groupe scolaire Jean Mermoz (commune du Bourget). Après un alignement droit d'environ 700 mètres de longueur, le tracé franchit l'autoroute A1 puis bifurque vers le nord-est, en décrivant une large courbe pour se placer et poursuivre dans l'axe de l'avenue du 8 mai 1945 (ex-RN2) qui prend le nom de route de Flandres (RD317) après quelques centaines de mètres.

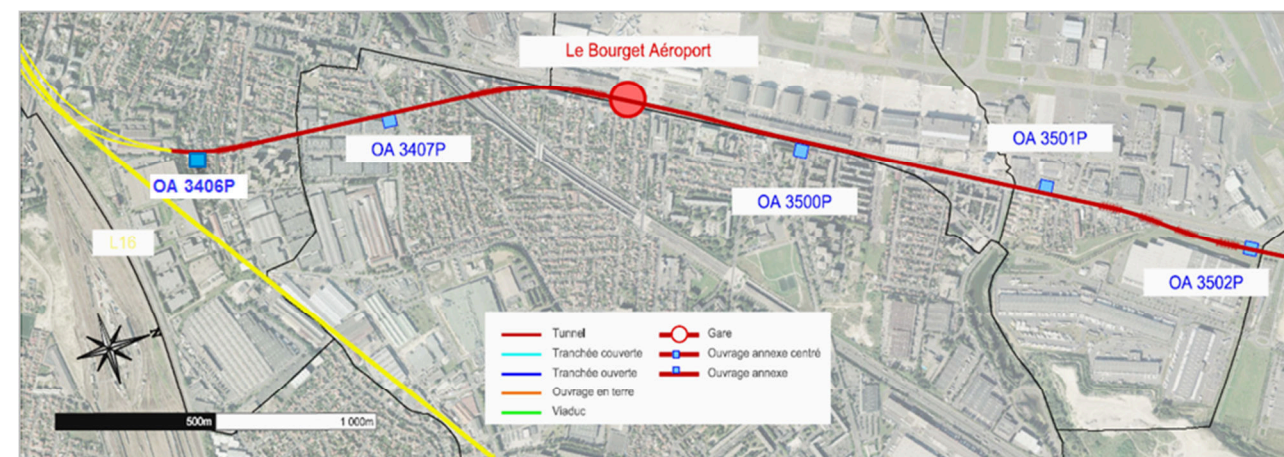


Figure 12 : Vue en plan du tracé du tunnel Sud entre l'OA 3406P et l'OA 3502P

Profil en long

Le profil en long du tunnel est principalement conditionné par le niveau de l'OA 3406P, de la gare Le Bourget Aéroport ainsi que par les infrastructures avoisinantes existantes (essentiellement réseaux d'assainissement et réseau autoroutier).

L'ouvrage annexe 3407P est situé à mi-distance environ entre l'OA 3406P et la gare LBA ; il atteint une profondeur d'environ 25 mètres en-dessous du terrain naturel. Le profil en long se positionne ensuite à 18 mètres environ en dessous de l'autoroute A1 ; il est de 20 mètres environ en-dessous de l'avenue du 8 mai 1945 au droit de la gare Le Bourget Aéroport.

Au nord de la gare LBA, le tracé descend progressivement vers l'OA 3501P, point bas du tracé. Au voisinage de cet ouvrage, le profil en long est approfondi afin d'assurer une couverture sécuritaire sous les ouvrages d'assainissement de la Morée. Le profil en long remonte ensuite jusqu'à l'OA 3502P.

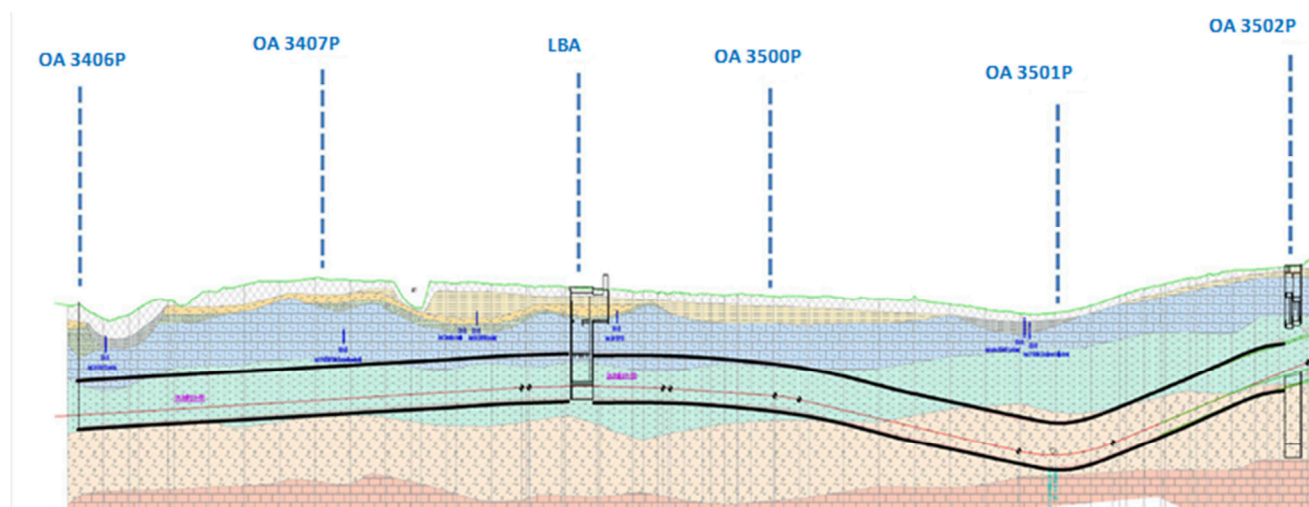


Figure 13 : Profil en long géologique du tunnel Sud entre l'OA3406P et l'OA3502P

Principales contraintes de la section

Le tracé et le profil en long de ce tronçon sont régis par plusieurs points durs présents tant en surface qu'en souterrain :

- L'OA 3406P, conçu et réalisé par les lignes 16 et 17 Sud ;
- Les franchissements de la tranchée ouverte de l'autoroute A1 et de la gare Le Bourget Aéroport ;
- La présence de certains réseaux d'assainissement, notamment les ouvrages de la Morée au niveau de l'OA 3501P.

Contexte géologique et hydrogéologique

Cette section du tunnel Sud s'inscrit majoritairement dans les Sables de Beauchamp (SB) sauf aux voisinages de la gare Le Bourget Aéroport et à l'arrivée de l'OA 3502P, où la progression se fait en front mixte Calcaire de Saint-Ouen (SO) et SB. De part et d'autre de l'OA 3501P, qui est un point bas, le tunnel retrouve un front mixte de SB et Marnes et Caillasses (MC).

Le tableau suivant indique l'ordre de grandeur des niveaux des différentes couches rencontrées sur cette section.

Code faciès	Cote basse	Epaisseur	Description	
RB	+36.5 à +48.5 NGF	2 à 4.5 m	Remblais anthropiques	Ensemble hétérogène de graves, sables, argiles et marnes.
LP, MPH & SV	+38 à +40 NGF	4 à 4.5 m	Limons des Plateaux, Marnes à Pholadomies,	Marnes, argiles, sables, de couleur beige, blanche, marron, verdâtre à grisâtre.

			Sables Verts	
SO	+30 à +40 NGF	4 à 9 m	Calcaire de Saint-Ouen	Faciès sains et altérés de marnes argileuses molles avec des blocs calcaires beigeâtres à rosés.
SB	+19 à +27 NGF	10 à 13 m	Sables de Beauchamp	Sables fins à teneur en argiles variable. Passages de bancs indurés vert à grisâtre.
MC	+1.5 à +10 NGF	6 à 17 m	Marnes et caillasses	Marnes hétérogènes à passages ponctuels d'argiles franches, de calcaires ou de gypse.
CG	-8.5 à -3 NGF	3.5 à 14 m	Calcaire Grossier	Calcaires coquillers francs.

Figure 14 : Coupe lithostratigraphique de la section OA 3406P – OA 3502P

Le régime hydrogéologique du tunnel Sud est caractérisé par la présence de plusieurs horizons géologiques et de leurs nappes correspondantes :

- La nappe de surface (dans les remblais et/ou alluvions quand existants) avec la présence de poches d'eau possibles (dépendant principalement de la pluviométrie), notamment sur les versants ;
- La nappe de l'Eocène Supérieur contenue dans le Calcaire de Saint-Ouen et les Sables de Beauchamp. Elle indique une cote piézométrique le long du tracé du tunnel Sud comprise entre +36 et +52 NGF et un écoulement vers le sud-ouest ;
- La nappe de l'Eocène moyen et inférieur, de bonne productivité. Deux sous-aquifères peuvent être distinguées : la nappe baignant potentiellement la base des Sables de Beauchamp et la partie supérieure des Marnes et Caillasses, et une nappe plus importante comprise dans la formation du Calcaire grossier (CG). La nappe s'écoule vers le sud-ouest, de +37 à +51 NGF le long du tracé du tunnel Sud.

• **Section OA 3502P – Triangle de Gonesse**

Tracé en plan

La section du tunnel Sud comprise entre l'ouvrage annexe 3502P et la gare Triangle de Gonesse représente un linéaire d'environ 2,65 kilomètres et traverse les communes du Bourget, de Bonneuil-en-France et de Gonesse.

Elle comprend les ouvrages annexes 3503P, 3504P, 3505P et la gare Triangle de Gonesse.

A partir de l'OA 3502P, le tracé suit parallèlement la RD317 jusqu'au croisement avec la RD370 où le tracé s'oriente en direction de l'est pour entrer dans la future Zone d'Aménagement Concerté du Triangle de Gonesse dans laquelle s'implante la gare Triangle de Gonesse.

Dans cette zone, le tracé est axé sous une voirie structurante de la ZAC puis effectue un virage serré vers l'est entre le Boulevard Intercommunal du Parisien (BIP) et la gare Triangle de Gonesse.

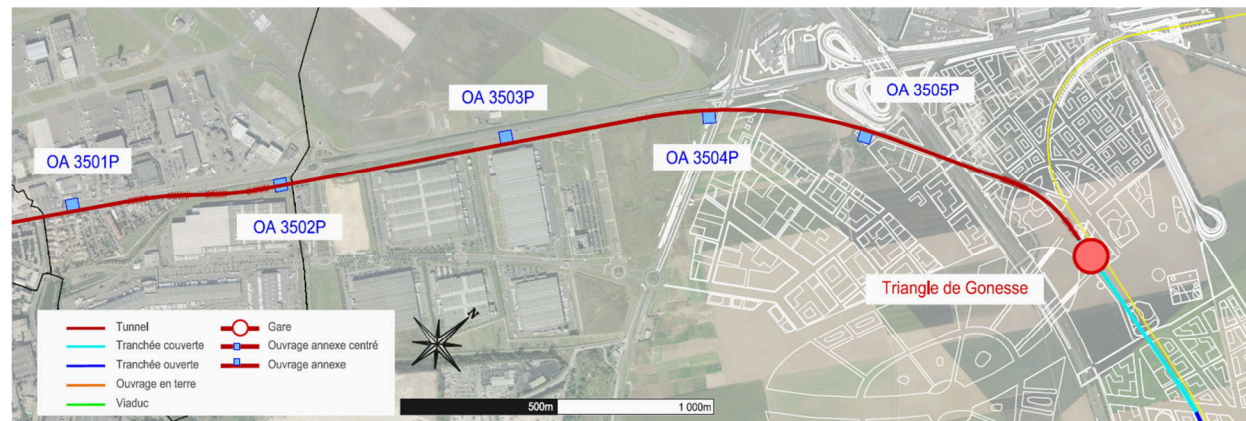


Figure 15 : Vue en plan du tracé du tunnel Sud entre l'OA 3502P et la gare Triangle de Gonesse

Profil en long

Au nord de l'OA 3502P, la profondeur du tracé est relativement constante, de l'ordre de 25 mètres entre le plan de voie et le terrain naturel. Une fois le BIP franchi, le tracé remonte rapidement afin d'atteindre la gare de Triangle de Gonesse, dont les rails sont positionnés à une profondeur de 14 mètres environ par rapport au terrain naturel (TN).

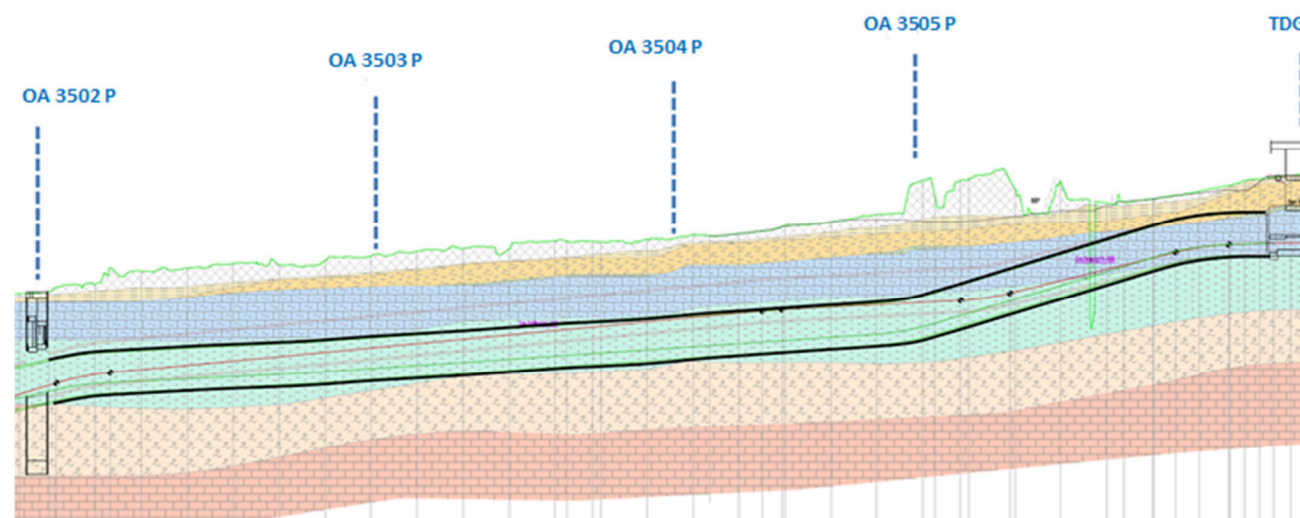


Figure 16 : Profil en long géologique du tunnel Sud entre l'OA3502P et la gare Triangle de Gonesse

Principales contraintes de la section

Le tracé et le profil en long de ce tronçon sont régis par plusieurs points durs présents tant en surface qu'en souterrain :

- Le franchissement des parois moulées, fondations des murs de soutènement du Boulevard Intercommunal du Parisis. Ce point dur oblige le tunnel à plonger avec une pente de 3% ;
- Les futurs aménagements de la ZAC du Triangle de Gonesse qui comportent des développements immobiliers et ses axes routiers ;

- La réserve foncière pour un éventuel lien ferroviaire entre le RER B et le RER D au sein de la ZAC.

Contexte géologique et hydrogéologique

Sur le tronçon considéré, le tunnel est majoritairement foré dans les Sables de Beauchamp. Le profil en long a été approfondi de façon à sécuriser les cadences en restant sur un front homogène dans les SB. En effet, les sondages géotechniques dans ce secteur ont permis de repérer une forte induration de la base du SO. Ainsi :

- Les 1900 premiers mètres sont réalisés en front homogène, dans les Sables de Beauchamp ;
- Le tunnel passe ensuite des SB au SO sur 500 mètres ;
- Enfin, le tunnel se retrouve en front mixte SO / MPH / SV sur un linéaire de 250 mètres.

Le tableau suivant indique l'ordre de grandeur des niveaux des différentes couches rencontrées sur cette section.

Code faciès	Cote basse	Epaisseur	Description	
RB, LP, MPH	+48 à +60 NGF	2 à 7 m	Remblais anthropiques, Limon des Plateaux, Marnes à Philadomies	Ensemble hétérogène de graves, sables, argiles et marnes.
SO	+40 à +50 NGF	8 à 10 m	Calcaire de Saint-Ouen	Marnes argileuses molles à graves avec des blocs calcaires déstructurés
SB	+27 à +35 NGF	8 à 15 m	Sables de Beauchamp	Sables fins à teneur en argiles variable. Passages de bancs indurés
MC	+10 à +29 NGF	6 à 17 m	Marnes et caillasses rocheux	Marnes hétérogènes à passages ponctuels d'argiles franches et de calcaires. Faciès inférieur rocheux avec enrichissement en calcaire franc.
CG	-4 à +15 NGF	6 à 14 m	Calcaire Grossier	Calcaire blanc compact. Faciès inférieur glauconieux.

Figure 17 : Coupe lithostratigraphique entre l'OA 3502P et la gare Triangle de Gonesse

Le contexte hydrogéologique du tunnel Sud a été indiqué au paragraphe précédent.

• Cinématique du tunnelier du tunnel Sud

Un tunnelier et deux tirs de tunnelier sont prévus pour le creusement du tunnel Sud. Le tunnelier partira de l'ouvrage annexe 3502P pour sortir à l'entonnement est, puis sera transféré à la gare Triangle de Gonesse pour creuser jusqu'à l'ouvrage 3502P.

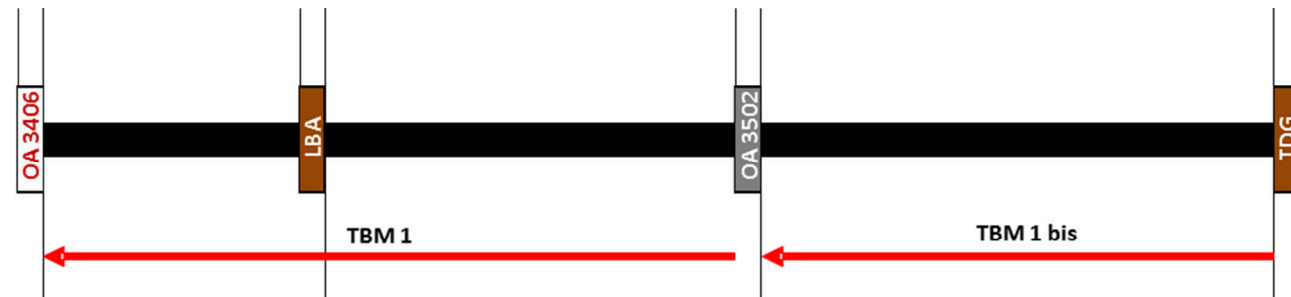


Figure 18 : Cinématique du tunnelier pour le creusement du tunnel Sud

Tunnelier n°	Puits de départ	Puits d'arrivée	Linéaire
TBM 1	OA 3502P	Entonnement est / OA 3406P	3 420 m
TBM 1 bis	Gare TDG	OA 3502P	2 650 m

Figure 19 : Linéaires creusés au tunnelier – Tunnel Sud

NB : Le linéaire indiqué est celui effectivement creusé par le tunnelier (hors passage en gares).

Emprises de chantier

Le plan d'emprises de chantier du puits de départ du TBM 1 et de sortie du TBM 1 bis est présenté ci-après.

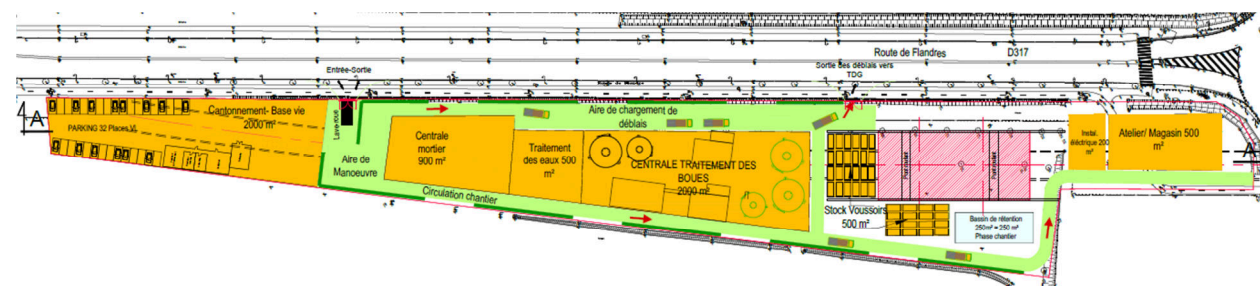


Figure 20 : Puits d'entrée du TBM 1 et puits de sortie du TBM 1 bis à l'OA 3502P

Les emprises de chantier du puits de sortie du TBM 1, situé à l'OA 3406P, sont définies en coordination avec le projet de la ligne 16.

Les emprises de chantier du puits de départ du TBM 1 bis, situé au niveau de la gare TDG, sont présentées au paragraphe suivant.

4.2.2.2. Zone de transition « Triangle de Gonesse »

• Localisation et contexte urbain

La zone de transition du Triangle de Gonesse se situe après la gare Triangle de Gonesse et assure la transition entre le tunnel Sud et le prolongement ultérieur de la ligne (section aérienne vers le Parc des Expositions de Villepinte).

Ces ouvrages, comme la gare Triangle de Gonesse, se situent dans la future ZAC du Triangle de Gonesse, qui comprend notamment le développement d'un quartier d'affaires, du projet de complexe de culture, de loisirs et de commerce Europacity, et du potentiel futur lien ferroviaire RER D – RER B.

• Principales contraintes du site

Au stade actuel des études, le plan d'aménagement de cette zone n'est pas figé. Toutefois, le projet urbain impose un certain nombre de contraintes sur les ouvrages de la ligne 17 Nord, notamment :

- La prise en compte de la future liaison ferroviaire RER D – RER B, pour laquelle une zone foncière est laissée disponible ;
- La prise en compte des futures voiries de la ZAC ;
- Le traitement des ouvrages et leur perception depuis l'extérieur de la ZAC.

Une coordination précise a été menée avec l'aménageur de la ZAC, qui a permis d'identifier la nécessité de certaines adaptations du plan masse (ci-dessous).

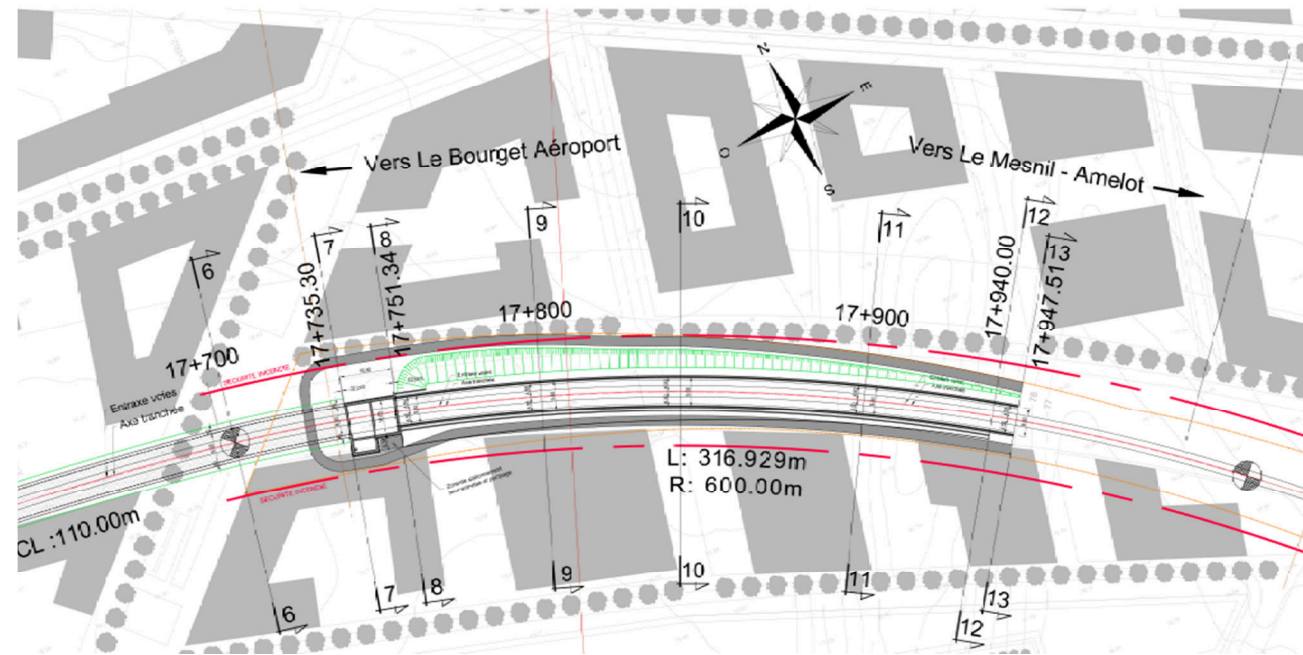


Figure 21 : Plan masse du secteur en tranchée de la zone de transition Triangle de Gonesse

• Contexte géologique et hydrogéologique

Les couches géologiques rencontrées au niveau de la zone de transition de Gonesse sont les suivantes :

Code faciès	Cote basse	Epaisseur	Description
LP	+72 NGF	2,5 m	Limons des Plateaux Sables fins et limons argileux bruns, à concrétions calcaires locales.
MPH, SV	+69 NGF	3 m	Marnes à Pholadomies, Sables Verts Marnes et argiles beiges à brunes à inclusions fréquentes de graviers calcaires. Localement banc d'argile marneuse verte métrique.
SO	+59.00 NGF	10 m	Calcaire de Saint-Ouen Marnes et argiles crème-rosées et inclusions fréquentes de graves et blocs calcaires.
SB	+47 NGF	12 m	Sables de Beauchamp Sables fins verts à fines carbonatées. Présence de niveaux discontinus de grès et de quelques interlits argileux d'épaisseur relativement restreinte.
MC	+36.5 NGF	10.5 m	Marnes et caillasses Marnes hétérogènes à fréquentes inclusions argileuses brunes, dolomitiques ou calcaires franches.

CG	+26 NGF	10.5 m	Calcaire Grossier	Calcaire franc coquillier en bancs et blocs continus quoique fracturés.
----	---------	--------	-------------------	---

Figure 22 : Coupe lithostratigraphique de la zone de transition du Triangle de Gonesse

Le site de la zone de transition du Triangle de Gonesse intercepte la nappe de l'Eocène supérieur (Calcaires de Saint Ouen et Sables de Beauchamp). En retenant les niveaux d'eau déduits pour la gare Triangle de Gonesse, on obtient à l'extrémité ouest de la tranchée des niveaux d'eaux de chantier et d'eaux hautes estimés respectivement à 60,5 et 61 NGF.

• Description et insertion paysagère des ouvrages

Le secteur en tranchée de Gonesse est composé vers l'est :

- D'une tranchée couverte de 530 mètres de linéaire environ ;
- D'un ouvrage de transition en tranchée ouverte de 15 mètres de linéaire environ ;
- D'une tranchée ouverte de 195 mètres de linéaire environ.

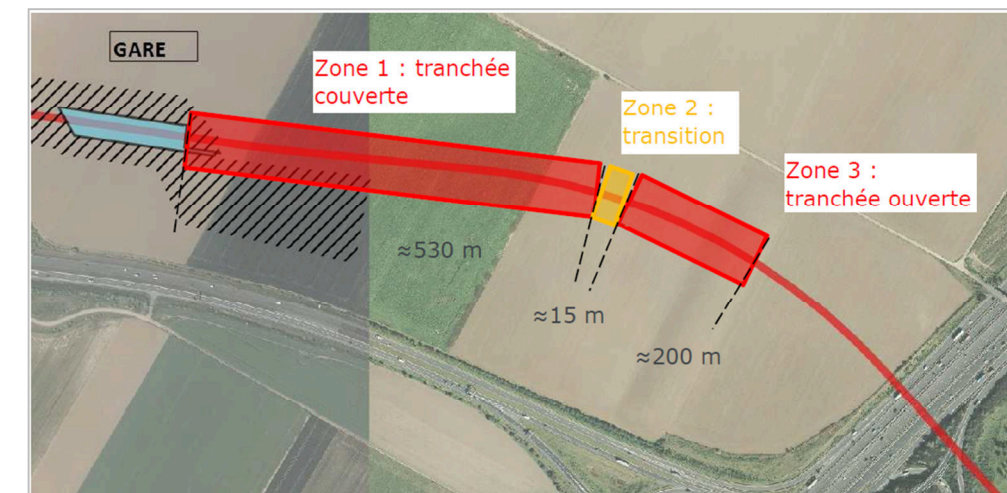


Figure 23 : Vue en plan du secteur en tranchée de la zone de transition de Gonesse

Sur la partie sud de la zone de transition, l'impact sur les zones de constructibilité a été limité avec la réalisation d'un mur de soutènement. Sur la partie nord, la zone sera traitée comme une zone paysagée en talus, ce qui permet la réalisation ultérieure du futur projet du lien ferroviaire RER D - RER B.

Tranchée couverte

La structure de la tranchée couverte se compose d'un cadre en béton armé, de 11,2 mètres de large et 10,8 mètres de haut.

Un dispositif d'étanchéité bitumineux sera mise en place sur la dalle et à l'extrados des piédroits lorsque l'ouvrage se trouve intégralement au-dessous du niveau de la nappe.

Au niveau de la tranchée couverte de Gonesse, il est aussi prévu la mise en place d'accélérateurs.

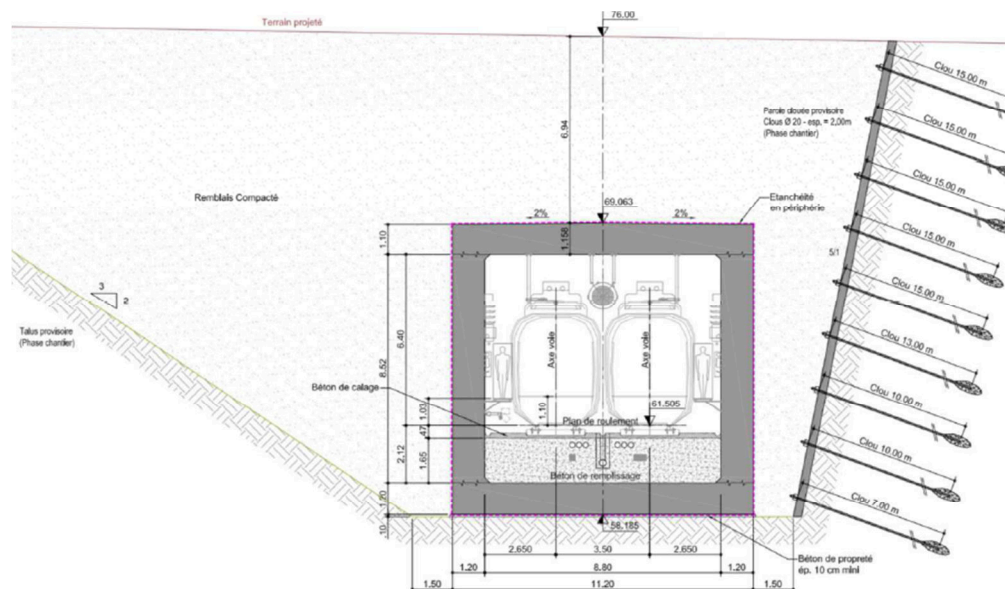


Figure 24 : Coupe de la tranchée couverte TDG (phase travaux)

Zone de transition tranchée couverte/ouverte

La transition entre tranchée couverte et tranchée ouverte est constituée d'un ouvrage cadre en béton armé. L'ouvrage est butonné en tête par quatre poutres en béton, qui serviront également de supports caténaires dans la zone.

Afin de respecter les seuils de confort tympaniques pour les usagers de la ligne 17, deux évènements sont disposés à 5 et 15 mètres en amont de la transition.

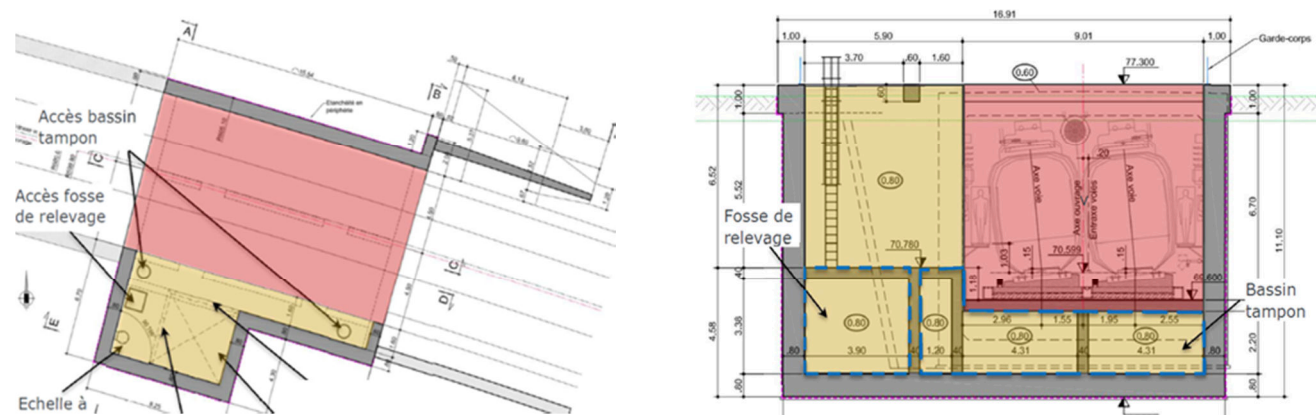


Figure 25 : Vue en plan et coupe de la zone de transition tranchée couverte / tranchée ouverte

Dans la partie sud-ouest de l'ouvrage, un élargissement permet de loger la fosse de relevage des eaux pluviales.

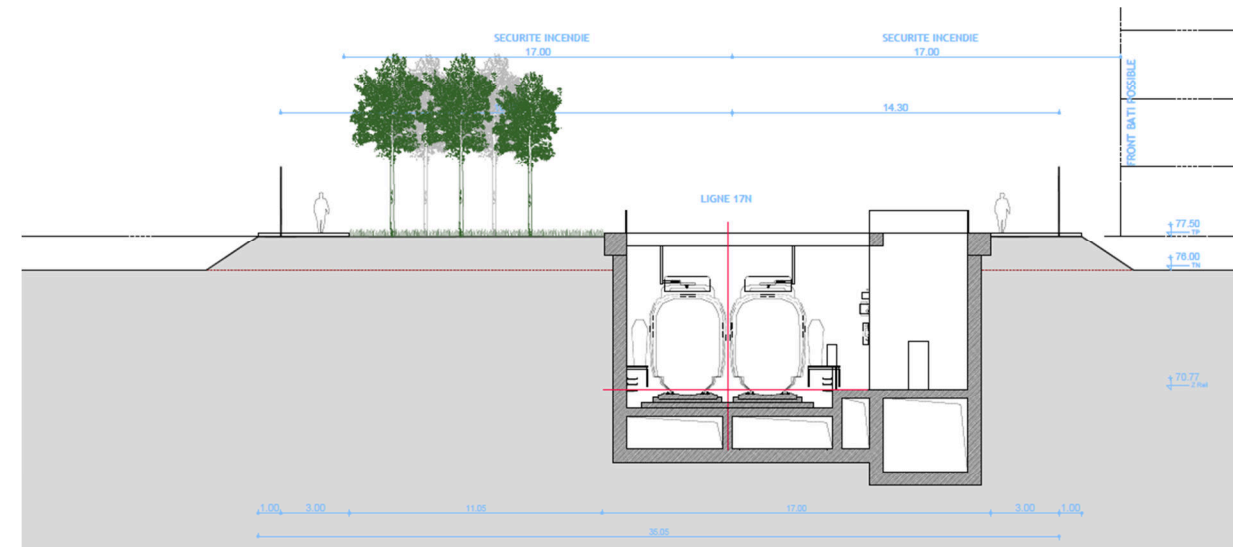


Figure 26 : Aménagement paysager de la transition entre TC et TO

Tranchée ouverte

La tranchée ouverte se compose d'une plateforme ferroviaire bordée au sud par un mur de soutènement béton armé en L, et au nord par un talus de pente 3 pour 2. La hauteur maximale de ce soutènement est d'environ 7 mètres. Ce talus restera en place jusqu'à la réalisation du projet de liaison ferroviaire RER D - RER B.

Le schéma suivant présente une vue en coupe de l'ouvrage, en section courante :

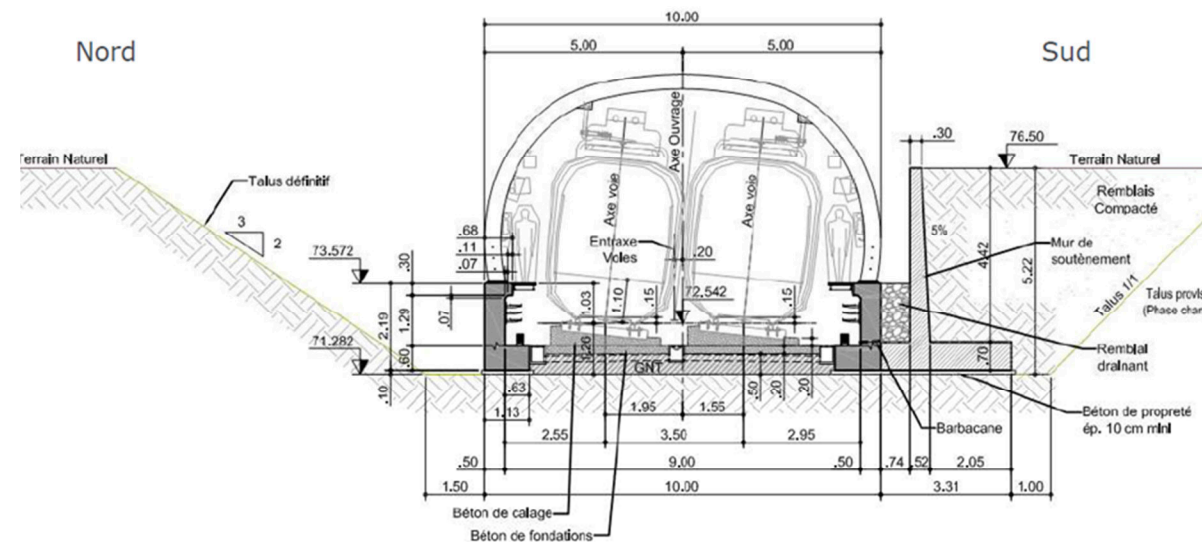


Figure 27 : Coupe de la tranchée ouverte TDG

Les supports caténaires sont des arceaux architecturés. Ces arceaux reposent sur deux murets en béton servant de support aux chemins de câbles.

Des garde-corps seront disposés en tête des murs de soutènement côté sud en plus de la clôture.

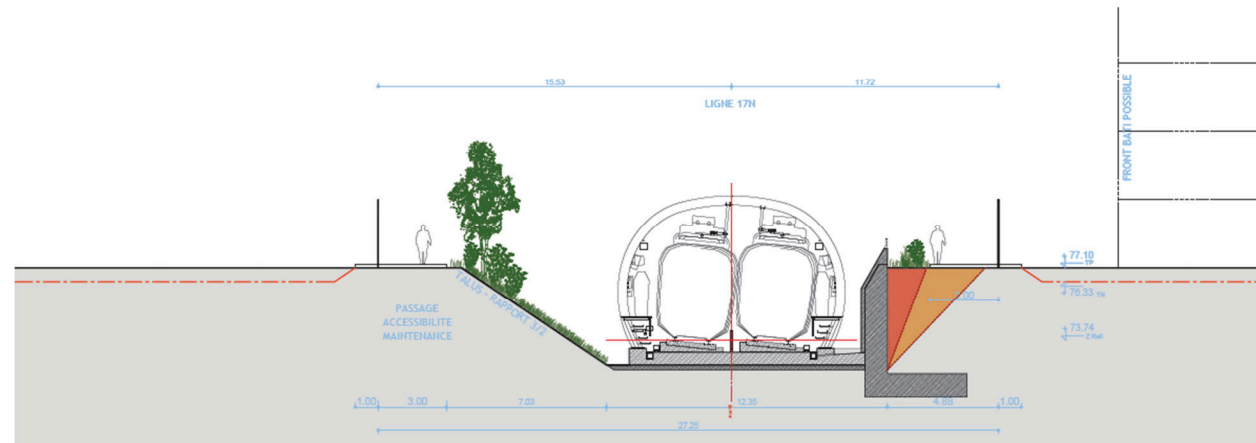


Figure 28 : Aménagement paysager de la transition en TO

• **Accès secours**

Pour la zone de transition de Gonesse, l'accès des secours se fera dans la zone en remblai rasant où l'altimétrie des rails se trouve au niveau du terrain naturel.

• **Méthode et phasage des travaux**

Tranchée couverte

Le phasage prévu pour la réalisation de la tranchée couverte est le suivant :

- Terrassement jusqu'au niveau fond de fouille ;
- Au nord, mise en place d'un talus de pente 3 pour 2, et au sud, réalisation du terrassement à l'abri d'une paroi clouée. Le talus et la paroi clouée sont des ouvrages provisoires de soutènement ;
- Réalisation du GC de la tranchée couverte et pose des équipements ;
- Remblaiement jusqu'au niveau du terrain naturel.

Zone de transition tranchée couverte/ouverte

Le phasage prévu pour la réalisation de l'ouvrage est le suivant :

- Réalisation des pieux de la paroi parisienne ;
- Terrassement sous le niveau des butons ;
- Recépage des pieux, réalisation de la poutre de couronnement et des butons ;
- Terrassement par passes jusqu'au fond de fouille et réalisation du blindage en béton projeté ;

- Pose des réservoirs et réalisation du radier béton.

Tranchée ouverte

Le phasage prévu pour la réalisation de la tranchée ouverte est le suivant :

- Terrassement jusqu'au niveau fond de fouille. Réalisation de deux talus de pente 3 pour 2 au nord et au sud de la tranchée ;
- Au sud, réalisation d'un mur de soutènement béton armé en L puis remblaiement à l'arrière de ce mur jusqu'au niveau du terrain naturel ;
- Au nord, le talus de pente 3 pour 2 restera en place jusqu'à la réalisation future du projet de liaison ferroviaire RER D – RER B ;
- Réalisation de la partie génie civil de la tranchée et pose des équipements.

• **Emprises de chantier**

Quatre chantiers relatifs au projet de la ligne 17 Nord se dérouleront dans la zone de la ZAC Triangle de Gonesse, de manière à réaliser :

- Le creusement du tronçon du tunnel Sud entre la gare Triangle de Gonesse (départ du tunnelier) et l'ouvrage annexe 3502P ;
- La gare Triangle de Gonesse ;
- Les tranchées couverte et ouverte ;
- Le franchissement des autoroutes A1 et A3 (remblais d'accès et viaduc). Ces ouvrages ne font pas l'objet du présent dossier.

Les principes de répartition spatiale de ces chantiers sont présentés sur le schéma ci-dessous :

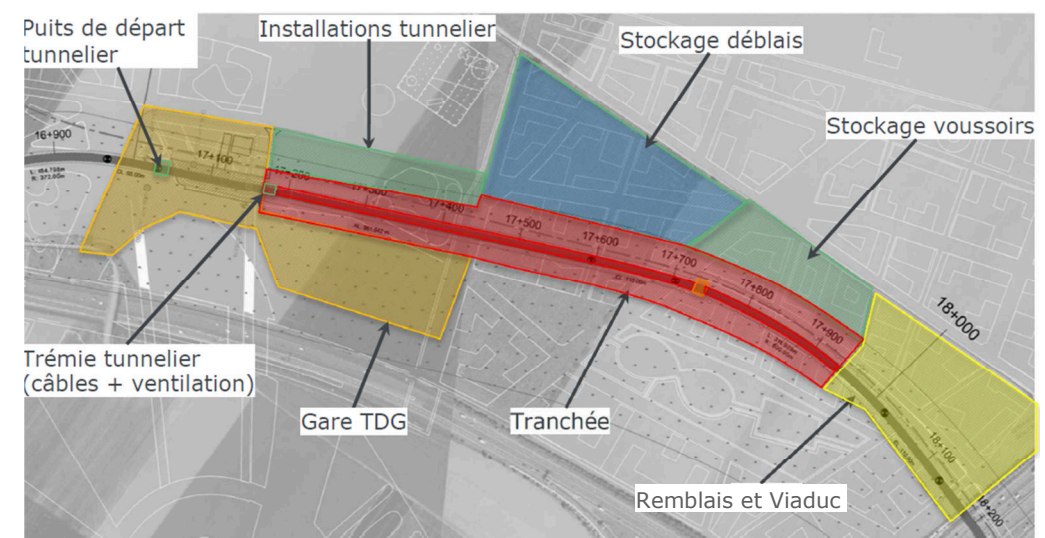


Figure 29 : Emprises chantier du projet de la ligne 17 Nord dans la zone de la ZAC Triangle de Gonesse

Pendant la première phase de réalisation des tranchées (terrassement, réalisation du cadre GC, remblaiement), l'emprise du chantier de la tranchée correspondra à la zone en rouge sur le schéma ci-dessus. L'aire de stockage des déblais, qui ne sera nécessaire au tunnelier qu'à la phase suivante, sera utilisée pour stocker une partie des déblais de la tranchée, avant le remblaiement au-dessus de la tranchée couverte.

Pendant la deuxième phase de réalisation des tranchées (réalisation du béton de remplissage et finitions), l'emprise du chantier de la tranchée sera limitée à l'intérieur de la tranchée au niveau de la zone adjacente à la gare TDG (pour fermeture de la trémie et approvisionnement des équipements), et à la partie de la zone représentée en rouge située au niveau de la tranchée ouverte (finitions au niveau de la zone de transition et des talus de la tranchée ouverte).

4.3. Ouvrages annexes

4.3.1. Présentation générale des ouvrages annexes

4.3.1.1. Définition

Les ouvrages annexes sont des ouvrages ponctuels localisés sur les sections intergares du tracé du tunnel. Ils sont nécessaires à l'exploitation, et assurent une ou plusieurs des fonctions décrites ci-après. Ces ouvrages peuvent avoir des conceptions variées et, par exemple, être composés d'un puits vertical relié au tunnel principal par un rameau de liaison ou bien d'un puits vertical centré sur le tunnel.

Les fonctions principales des ouvrages annexes sont les suivantes :

- Accès des secours (pompiers) ;
- Décompression du tunnel ;
- Ventilation et Désenfumage du tunnel ;
- Epuisement et relevage des eaux ;
- Hébergement d'organes techniques (poste force, poste de redressement, local courant faible...).

Certains puits permettent en outre d'assurer en phase chantier l'entrée et/ou la sortie du tunnelier, ainsi que l'approvisionnement en voussoirs ou en équipements systèmes.

La conception des Ouvrages Annexes (OA) répond à l'application de l'arrêté du 22 novembre 2005 relatif à la sécurité dans les tunnels des systèmes de transport public guidés urbains de personnes.

4.3.1.2. Fonction de secours des ouvrages annexes

Conformément au §.2 de l'arrêté du 22 novembre 2005, la fonctionnalité première d'un puits est de permettre l'accès au tunnel depuis la surface pour les équipes de secours, en cas d'incident. La mise en communication avec l'extérieur est réalisée en surface au travers des émergences qui peuvent

être des grilles (ventilation, rejet ou prise d'air), des trappes (accès pompiers et livraison matériel) ou des bâtiments. Les accès des secours doivent être implantés à une distance maximale de 800 mètres entre eux.

Les accès des moyens de secours sont composés :

- D'une partie en puits (escaliers voire ascenseur, couloirs) sur une profondeur dépendant de la cote tunnel ;
- D'une éventuelle partie en galerie constituant le rameau d'accès reliant le puits au tunnel. La longueur de ce rameau dépend de l'implantation de l'ouvrage en surface.

Le point de raccordement rameau-tunnel constitue le point de référence pour calculer les interdistances entre accès, puisque c'est le dernier lieu où les secours sont en secteur protégé.

• Rameau d'accès de secours

Les dimensions du rameau d'accès secours sont régies par les réglementations en vigueur vis-à-vis de la sécurité des ouvrages souterrains, lesquelles sont exposées plus haut.

Le rameau comprend un SAS de surface supérieure à 5 m², mis en surpression par rapport au tunnel.

• Ascenseur

Un ascenseur est prévu dans les puits dont la différence de niveau entre le terrain naturel et le cheminement piéton en tunnel est supérieure à 30 mètres. Ce cas ne se présente pas sur les puits du secteur 1.

• Escalier

La réglementation impose une largeur des dispositifs d'accès de secours de deux unités de passages, soit 1,40 mètre minimum. L'application de cette mesure dans le cas d'un escalier droit ou tournant, impose une largeur minimale de 1,60 mètre comprenant les mains courantes. Par ailleurs, la hauteur minimale entre palier afin d'éviter le « coup-de-tête » est de 2,20 mètres.

4.3.1.3. Fonction assainissement/exhaure des ouvrages annexes

Les points bas du profil en long du tunnel en intergare sont positionnés au niveau des ouvrages annexes. Pour les ouvrages annexes qui ne sont pas situés en point bas du profil en long du tunnel, il est prévu de rejeter gravitairement les eaux d'infiltration du puits vers le tunnel quand les débits le permettent.

Les eaux prises en compte pour le dimensionnement du système de relevage comprennent les eaux :

AVANT-PROJET DU MAITRE D'OUVRAGE

- D'exhaure provenant des infiltrations d'eau à travers la paroi du puits et les rameaux de raccordement au tunnel ;
- D'incendie provenant des essais ou du fonctionnement en cas d'incendie des moyens d'extinction de la gare ou du tunnel de précipitation à travers des grilles de ventilation et des trappes en voirie de ruissellements.

Certains ouvrages annexes assurent aussi le rôle d'ouvrages d'exhaure/assainissement du tunnel (et des ouvrages eux-mêmes).

Les eaux du tunnel ne sont pas renvoyées systématiquement vers chaque puits rencontré sur le tracé, mais uniquement vers les puits situés en point bas ou centrés.

4.3.1.4. Locaux techniques et ouvrages annexes

Les ouvrages annexes hébergent des locaux techniques destinés à remplir diverses fonctionnalités propres à chaque ouvrage.

On présente succinctement ci-dessous les grandes familles de locaux techniques, leurs fonctionnalités, ainsi que certaines spécifications majeures.

• Ventilation/désenfumage

Les tunnels communiquant avec une station souterraine et les tunnels de plus de 300 mètres doivent pouvoir être désenfumés mécaniquement (arrêté du 22 novembre 2005). L'implantation des ouvrages du système de désenfumage doit permettre de protéger des fumées les stations encadrant le tunnel et tout point situé à plus de 800 mètres de l'origine des fumées. Les ouvrages de désenfumage peuvent donc être espacés au plus de 1 600 mètres. La distance entre le tympan d'une gare et l'OA de désenfumage le plus proche ne peut pas excéder 800 mètres.

Les fonctions de ventilation et de désenfumage sont mutualisées au sein des ouvrages annexes. Chaque ouvrage annexe recevant une usine de ventilation est aussi équipé d'un by-pass de décompression. Ces ouvrages sont dessinés avec l'installation de ventilation/désenfumage suivante :

- 2 ventilateurs avec registres d'isolement et chaudronnerie de transition, dont l'un est le secours de l'autre ;
- Gaine de ventilation, cette gaine peut être mutualisée avec la gaine de décompression moyennant un registre de by-pass ;
- Un silencieux des ventilateurs vers l'extérieur (qui peut être constitué de deux étages successifs) ;
- Un silencieux des ventilateurs vers le tunnel, qui peut être mutualisé avec le silencieux de la gaine de décompression, nécessaire pour atténuer vers l'extérieur le bruit des trains en circulation ;
- Une aire de maintenance des ventilateurs et une hauteur sous plafond suffisante pour le levage et déplacement des éléments de ventilateurs.

Sur le secteur 1 de la ligne 17 Nord, les ouvrages munis de la fonction ventilation/désenfumage sont les suivants : l'OA 3406P (entonnement est mutualisé avec la ligne 17 Sud), l'OA 3500P, l'OA 3502P, l'OA 3504P et l'OA 3505P.

• Postes forces et locaux batteries

Chaque ouvrage annexe contient un poste force pour alimenter au plus près des différents besoins dans le puits et dans la section de tunnel proche : éclairage, pompes d'épuisement, communications, détection d'intrusion, détection incendie...

Ils transforment et fournissent de l'énergie électrique aux installations intergares, à l'exclusion des installations de traction. Chaque poste force est divisé en deux parties de 50 m² (ou 55 m² pour les OA avec désenfumage/ventilation), chacune raccordée sur une artère Haute Tension distincte. Chaque demi-poste force est composé :

- D'un local HT/BT avec une partie qui assure la transformation HT/BT et une partie qui assure la distribution BT Tunnel ;
- D'un local batterie.

• Autres locaux techniques

Les ouvrages annexes constituent également une opportunité d'intégration de certains des équipements nécessaires au fonctionnement de l'infrastructure et du système de transport. Le déport de ces équipements en ouvrage annexe permet ainsi d'éviter la création de niches en tunnel dont la réalisation est difficile, donc coûteuse.

Les locaux techniques concernés comprennent notamment :

- Les locaux courants faibles des puits mutualisés avec les locaux automatismes de conduite ;
- Les locaux armoires BT pour la distribution électrique de proximité des installations de faible puissance (prises électriques et éclairage) ;
- Les locaux poste de redressement (dans certains OA) et poste de sectionnement, qui assurent l'interface entre postes de redressement et lignes aériennes de contact ;
- Locaux fibre optique destinés aux opérateurs télécoms fixes et mobiles.

4.3.1.5. Contraintes de site

• Accessibilité routière

Conformément au § 8.1 du texte réglementaire, l'accès de secours doit se trouver à moins de 50 mètres d'une voirie permettant l'arrivée des véhicules de secours, le croisement des véhicules ainsi que leur retournement dans le cas d'une voie en cul de sac.

• Implantation du système de ventilation

La distance minimale à respecter entre le débouché de ventilation et les façades avoisinantes est de 8 mètres (cf.NF en 13779).

Les principales émergences par ouvrage annexe sont :

- Une (ou deux) grilles de ventilation ;
- Grilles de rejet d'air et de prise d'air pour la ventilation des locaux poste force, poste de sectionnement et du SAS (dont la prise d'air pour la mise en surpression du SAS d'accès au tunnel) ;
- Grille de ventilation du local CVC ;
- Une ou deux trappes d'accès matériel pour l'accès des équipements aux locaux techniques (peuvent être mises en commun avec la trappe d'accès du matériel ventilateur) ;
- Une trappe d'accès secours ;
- Une trappe d'accès maintenance, éventuellement mise en commun avec la trappe d'accès secours ;
- Deux trappes de branchements pompiers pour chacune des 2 colonnes sèches en ouvrage.

• Servitudes aéronautiques

Le territoire du secteur 1 de la ligne 17 Nord intercepte des servitudes aéronautiques liées à la présence de l'aérodrome de Paris-Le Bourget. L'architecture des futurs ouvrages annexes doit prendre en considération ces servitudes en se limitant aux hauteurs à respecter tant dans les phases de construction que d'exploitation.

En phase de conception, la DGAC a été sollicitée sur les contraintes à prendre en compte aussi bien en phase de construction que d'exploitation. Des solutions de mise en œuvre lui ont été proposées ; ce qui a permis à la DGAC d'émettre un avis confirmant la faisabilité de ces dispositions.

Pour la phase réalisation, les entreprises poursuivront cette démarche avec la DGAC.

Les différents types de servitudes aéronautiques sont décrits ci-après.

Servitudes de protection contre les perturbations électromagnétiques

Les servitudes de protection contre les perturbations électromagnétiques posent en principe :

- Que les perturbations incompatibles avec l'exploitation des centres de réception sont interdites ;
- Que certaines installations et notamment les appareils ISM (industriels, scientifiques et médicaux) susceptibles de perturber ne peuvent être établies qu'après autorisation préalable, notamment dans certaines zones de servitudes.

Est considérée comme perturbation, toute émission radioélectrique quelle qu'en soit l'origine.

Servitudes de protection contre les perturbations radioélectriques

Ces servitudes de protection des signaux de communications sont instituées à chaque centre d'émission ou de réception. Elles permettent ainsi de déterminer autour des centres les limites de hauteurs des constructions, et ce afin de limiter les perturbations des ondes existantes.

Autour des centres d'émissions et de réception ou entre les centres assurant une liaison radioélectrique, on rencontre différentes zones possibles de servitudes :

- Autour des centres émetteurs et récepteurs et autour des stations de radiopérage et de radionavigation, d'émission et de réception :
 - o Une zone primaire de dégagement, à une distance maximale de 200 m des différents centres à l'exclusion des installations de sécurité aéronautique pour lesquelles la distance maximale peut être portée à 400 m ;
 - o Une zone secondaire de dégagement ; la distance maximale à partir des limites du centre peut être de 2 000 m ;
 - o Des secteurs de dégagement, d'une ouverture de quelques degrés à 360° autour des stations de radiopérage et de radionavigation et sur une distance maximale de 5 000 m entre les limites du centre et le périmètre du secteur ;
- Entre deux centres assurant une liaison radioélectrique : une zone spéciale de dégagement, d'une largeur approximative de 500 m compte tenu de la largeur du faisceau hertzien proprement dit, estimée dans la plupart des cas à 400 m, et de deux zones latérales de 50 m.

Les obligations imposées par la présence de ces zones de servitudes sur les droits d'utilisation des sols sont de plusieurs ordres. Elles s'appliquent pour les zones présentées précédemment :

- Interdiction dans la zone primaire, de créer des excavations artificielles, de créer tout ouvrage métallique fixe ou mobile, des étendues d'eau et de liquide de toute nature, ayant pour résultat de perturber le fonctionnement d'un centre de sécurité aéronautique notamment ;
- Limitation dans les zones primaires et secondaires et dans les secteurs de dégagement, de la hauteur des obstacles. Cette limitation renvoie aux servitudes aéronautiques de dégagement (cf. ci-après) ;
- Interdiction dans la zone spéciale de dégagement, de créer des constructions ou des obstacles au-dessus d'une ligne droite située à 10 m au-dessous de celle joignant les aériens d'émission sans, cependant, que la limitation de hauteur imposée puisse être inférieure à 25 m.

Servitudes aéronautiques de dégagement

Les servitudes aéronautiques de dégagement sont reportées sur un plan de dégagement. Les surfaces de dégagement y figurant permettent de déterminer les altitudes que doivent respecter les obstacles créés dans le cadre d'un nouveau projet d'aménagement. Les servitudes peuvent entraîner :

- Une limitation de hauteur pour les constructions, les arbres ou diverses installations (pylônes, antennes, obstacles filiformes, etc.) ;

- La possibilité, pour l'administration, de demander la suppression des obstacles gênants existants ;

Ci-après est présenté un schéma de dégagement aérien.

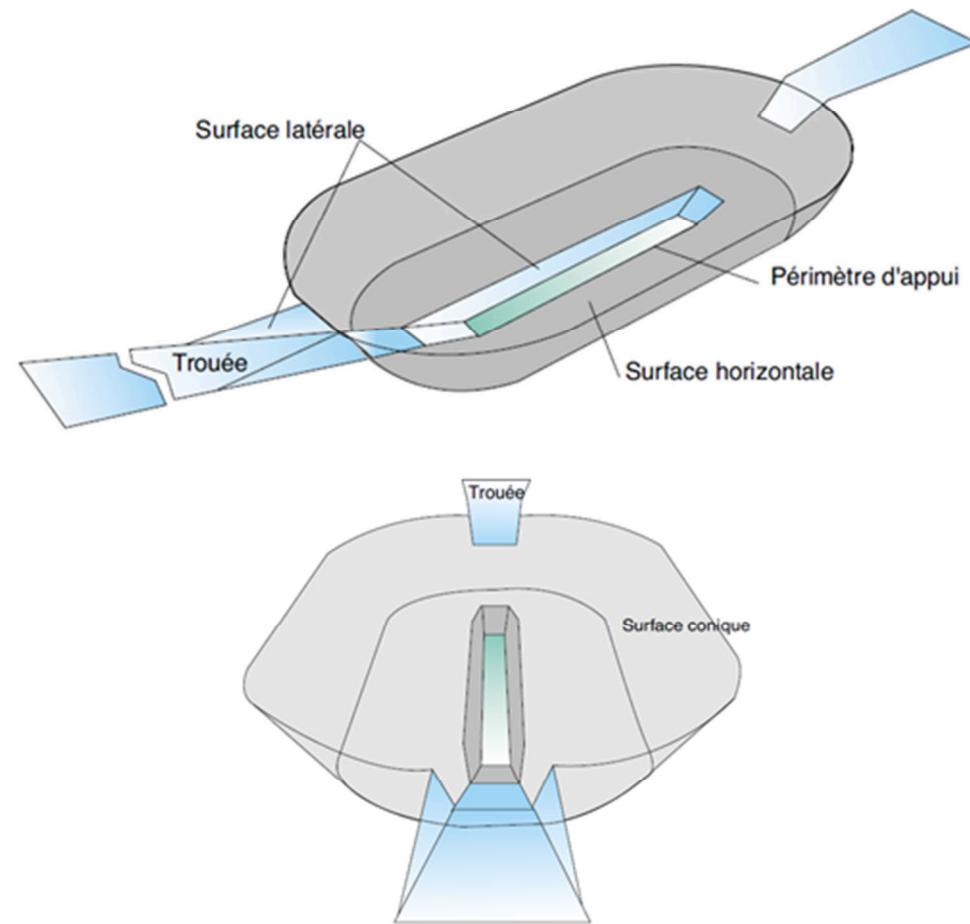


Figure 30 : Perspectives des surfaces de dégagement

La réglementation distingue les obstacles massifs et les obstacles minces.

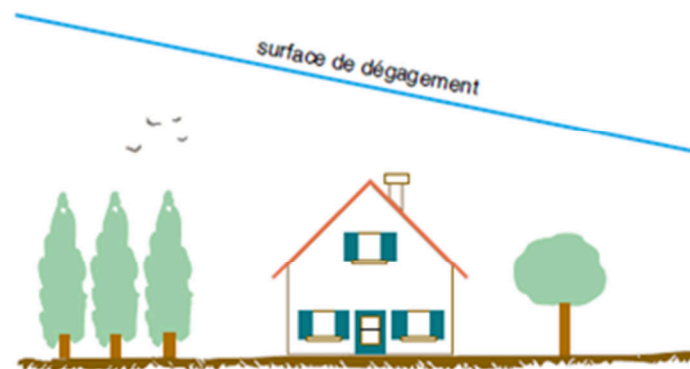
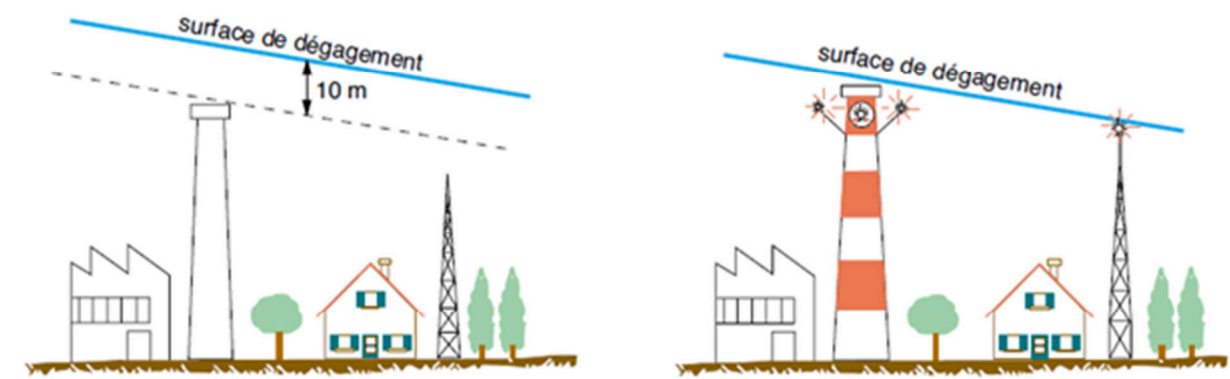


Figure 31 : Exemple de surface de dégagement d'obstacle massif



S'ils ne sont pas balisés leur sommet doit se trouver à 10 mètres au-dessous d'une surface de dégagement.

S'ils sont balisés : leur altitude peut atteindre celle d'une surface de dégagement.

Figure 32 : Exemple de surface de dégagement d'obstacles minces

L'effet de ces servitudes comporte deux interdictions principales :

- Interdiction de créer ou obligation de modifier, voire de supprimer, des obstacles fixes (permanents ou non permanents) susceptibles de constituer un danger pour la circulation aérienne ou nuisibles au fonctionnement des dispositifs de sécurité établis dans l'intérêt de la navigation aérienne ;
- Interdiction de réaliser sur les bâtiments ou les autres ouvrages frappés de servitudes aéronautiques des travaux de grosses réparations ou d'amélioration exemptés du permis de construire sans autorisation de l'autorité administrative.

Synthèse des contraintes liées aux servitudes aéroportuaires

Le tableau suivant indique les valeurs de hauteur maximale des ouvrages annexes du secteur 1 de la ligne 17 Nord liées aux plus fortes contraintes imposées par les servitudes aéronautiques.

Secteur	Ouvrages annexes	Niveau du TN (NGF)	Contrainte maximale imposée par les servitudes (NGF)	Hauteur maximale sous servitude en m
Le Bourget	OA 3502P	51	77	26
	OA 3503P	57	66	9
	OA 3504P	62	69	7
	OA 3505P	67	76	9

Figure 33 : Synthèse des contraintes de hauteur des OA liées aux servitudes aéronautiques

4.3.1.6. Interfaces tunnel/ouvrages annexes

• Caractéristiques techniques des rameaux

Les seuls ouvrages centrés sur le tracé du tunnel (OA 3406P et OA 3502P) servent de puits de démarrage et/ou d'arrivée de tunneliers. Les autres ouvrages annexes sont conçus désaxés par rapport au tracé du tunnel et reliés à celui-ci par des rameaux réalisés en souterrain ou des connexions courtes lorsque cela est possible.

Différentes dimensions de rameaux sont prévues en fonction des fonctionnalités prévues dans l'ouvrage. Il existe ainsi des rameaux de sécurité et des rameaux bi-fonctionnels assurant les fonctions de ventilation/désenfumage et de sécurité.

• Coupes types

En ce qui concerne la géométrie des rameaux, les exigences suivantes ont été prises en compte :

- Dimensions minimales du rameau de secours : 3,5 x 3,9 m ;
- Dimensions minimales du rameau bi-fonctionnel : 6,85 m x 5,75 m.

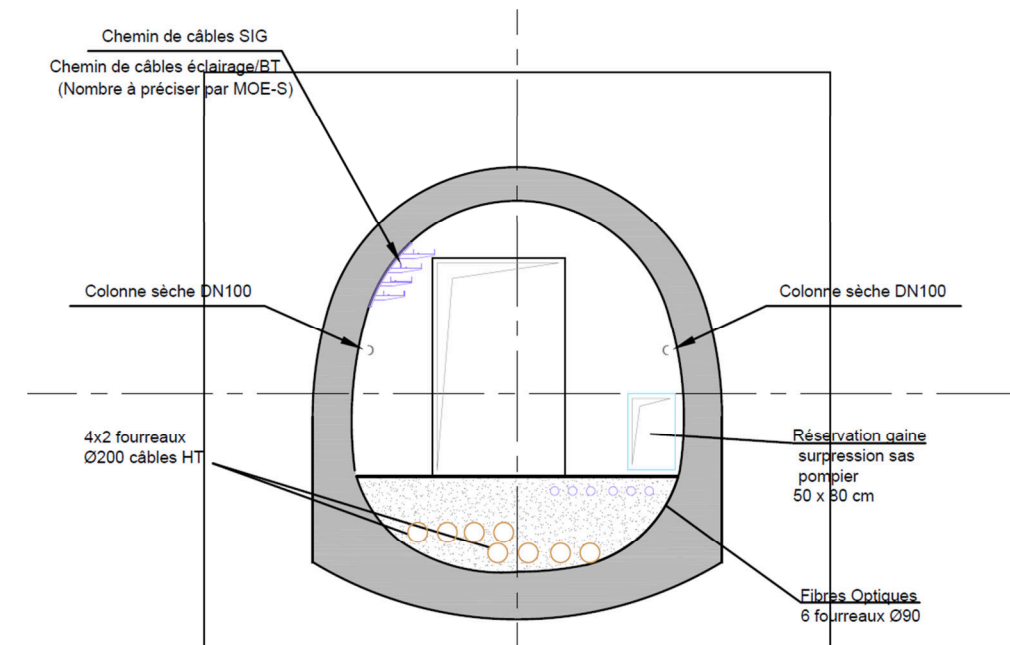


Figure 34 : Coupe type d'un rameau de sécurité

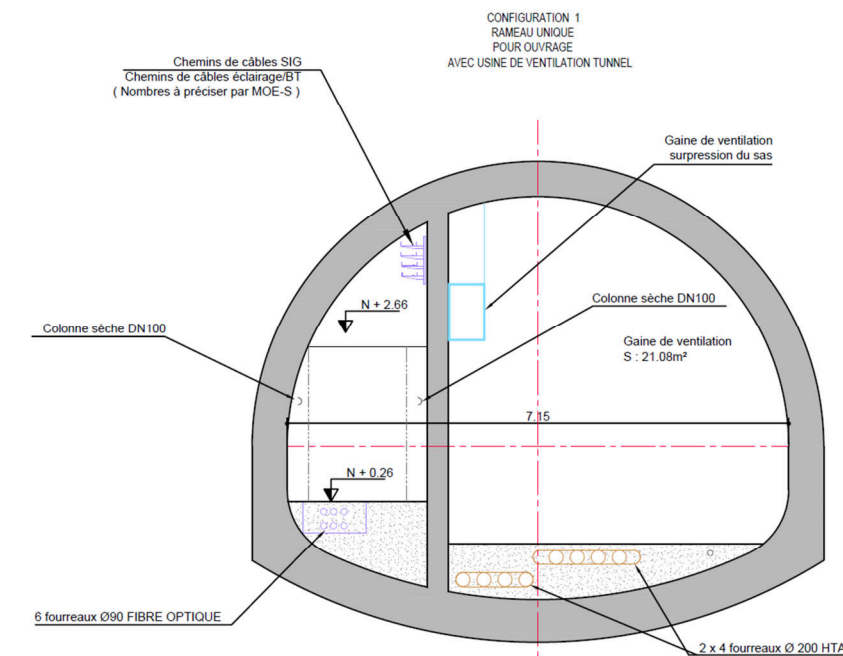


Figure 35 : Coupe type d'un rameau bi fonctionnel (sécurité + ventilation)

• Raccordement tunnel/rameau

Le raccordement des rameaux au tunnel est une opération délicate et différentes techniques sont mises en œuvre en fonction des conditions géologiques rencontrées (bicône de cisaillement, clouage des voussoirs, linteau provisoire...). Il se fera par des structures en béton armé de forme rectangulaire à l'extrados et voûtée selon la géométrie du rameau à l'intrados.

AVANT-PROJET DU MAITRE D'OUVRAGE

Le revêtement du tunnel constitué d'anneaux de voussoirs juxtaposés ne permet pas des reports de charge très élevés de part et d'autre des ouvertures qui y sont créées. Pour y pallier il est nécessaire de prévoir des structures de raccordement d'autant plus lourdes que l'ouverture est large.

Il est souhaitable que les emprises travaux de ces ouvertures ne pénalisent pas le gabarit réservé au passage des flux du tunnelier (ventilation, fluides, déblais, voussoirs, mortier) et que la plupart de ces ouvertures puissent être réalisées simultanément au creusement : l'optimisation des sections des rameaux est un enjeu pour le projet.

On peut estimer que la hauteur des traverses haute et basse des cadres sera de l'ordre de 0,80 à 1,00 m ; l'épaisseur des montants sera un peu plus faible, de l'ordre de 0,60 à 0,80 m.

Par ailleurs, pour éviter toute infiltration d'eau, le rameau doit être étanché. De même, les jonctions du rameau avec le puits et le tunnel feront l'objet d'un traitement spécifique.

• Méthode constructive

Excavation à l'aide d'injections

D'une manière générale, il est prévu de construire les rameaux depuis les puits mais le raccord final est prévu depuis le tunnel. Plusieurs méthodologies peuvent être envisagées en fonction de la géologie rencontrée, la longueur du rameau et le planning de réalisation du tunnel (risques de coactivité).

La construction de rameaux sous une auréole d'injection comporte l'installation d'une série de tubes à manchettes (TAM) horizontalement depuis l'ouvrage annexe, à travers desquels un coulis de ciment est injecté afin de permettre une excavation sous un front stable.

Excavation dans une enceinte étanche

Cette solution est applicable aux rameaux courts, relativement peu profonds et dont la couverture est accessible. Elle consiste à réaliser, grâce à des parois au coulis, une enceinte étanche dans le terrain entre le puits de l'ouvrage annexe d'une part, et le tunnel d'autre part, complétée si nécessaire par un fond injecté. Après rabattement de l'eau dans l'enceinte par pompage, l'excavation du rameau est réalisée en méthode traditionnelle, adaptée aux conditions de terrain.

4.3.2. Repérage et typologie des ouvrages annexes

Le secteur 1 de la ligne 17 Nord entre le Bourget RER et le Mesnil-Amelot comprend 7 ouvrages annexes en propre et un ouvrage annexe partagé et intégré à la ligne, dit 3406P ou entonnement est.



Figure 36 : Représentation synoptique des ouvrages annexes du secteur 1 de la ligne 17 Nord.

La forme, l'organisation et l'aménagement retenus des ouvrages annexes dépendent principalement des critères suivants :

- Respect du diagramme de ligne : fonctions assurées par l'ouvrage annexe en question (accès de secours seul, accès de secours + ventilation, poste de redressement, entrée tunnelier...);
- Optimisation du volume excavé ;
- Optimisation de l'insertion urbaine : adaptation de la forme de l'ouvrage à l'emprise disponible.

Ces critères ont conduits à définir les typologies d'ouvrages annexes suivantes :

- Type A : en deux volumes, avec un puits circulaire intégrant les différentes fonctions et un rameau ;
- Type B : en trois volumes, avec des locaux techniques (locaux électriques, accélérateurs le cas échéant) en rez-de-chaussée, un puits assurant les fonctions d'accès (escalier et monte-charge) et de gaine pour la ventilation et désenfumage le cas échéant, et un rameau de liaison au tunnel ;
- Type C : en trois volumes, avec des locaux techniques enterrés sur un niveau ;
- Type D : en un volume, avec un puits centré sur le tunnel et dont la géométrie est adaptée au site, intégrant l'ensemble des fonctions souhaitées et servant de puits destinés au démarrage et/ou à la sortie des tunneliers.

4.3.3. Description détaillée des ouvrages annexes

4.3.3.1. OA 3407P

• Localisation et contexte urbain

L'OA 3407P se situe sur la commune du Blanc-Mesnil, donnant sur la rue de l'Abbé Niort. Il s'insère entre l'ouvrage 3406P (hors projet ligne 17 Nord) et la gare Le Bourget Aéroport.

Le site d'implantation de l'OA se situe au voisinage d'une zone pavillonnaire résidentielle et de la zone d'activités du « Carré des Aviateurs », qui contraignent la mise en place d'un chantier. L'ouvrage est par ailleurs situé dans un périmètre de monument historique.

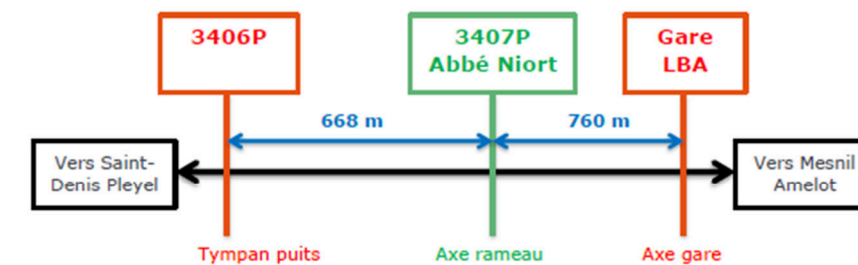


Figure 37 : Localisation de l'OA 3407P



Figure 38 : Plan d'insertion de l'OA 3407P

• Configuration de l'ouvrage

L'OA 3407P a pour fonction principale de permettre l'accès des pompiers en cas d'incident nécessitant une intervention. Il est émergent, profond de 25 mètres (ne dispose donc pas d'ascenseur) et a une forme circulaire : son rayon intérieur est égal à 3,70 m (augmenté de 0,20 m de tolérance d'exécution des parois moulées). Le puits comporte un escalier et une trémie pour permettre l'accès au matériel des pompiers.

Sa conception permet la ventilation haute naturelle des postes force. La hauteur maximum du bâtiment est inférieure à 7,70 m au droit des ventilations hautes et de l'ordre de 5,30 m au niveau haut des acrotères.

La forme circulaire adoptée pour ce puits offre une meilleure reprise de la poussée des terres et des eaux de la nappe phréatique. Le puits a été positionné de façon à ce que le linéaire du rameau rejoignant le tunnel soit le plus faible possible.

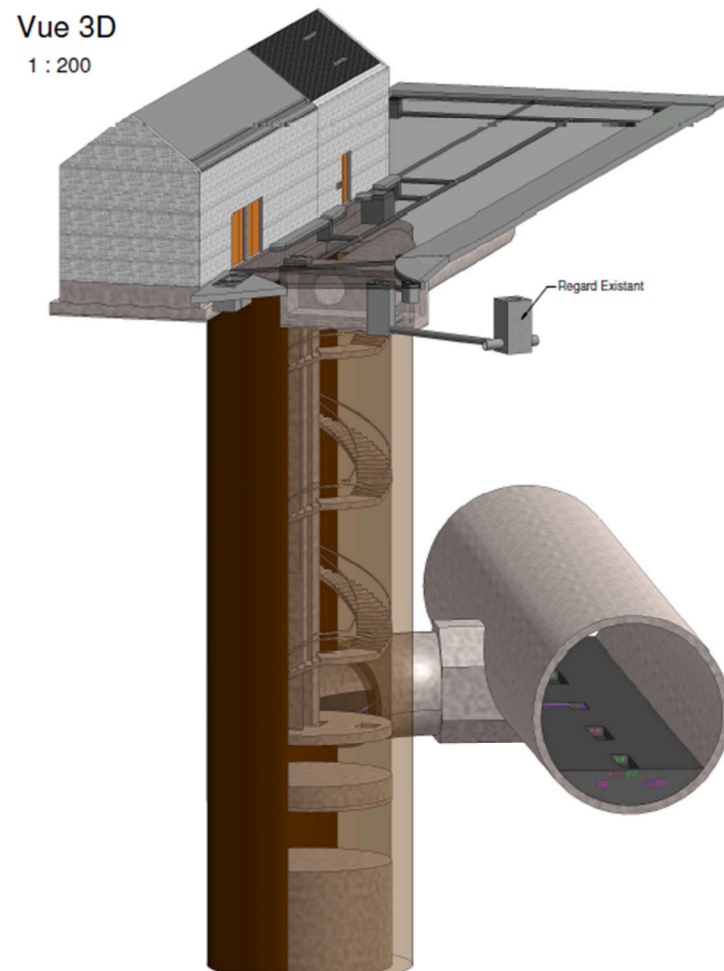


Figure 39 : Vue en 3D de l'OA 3407P

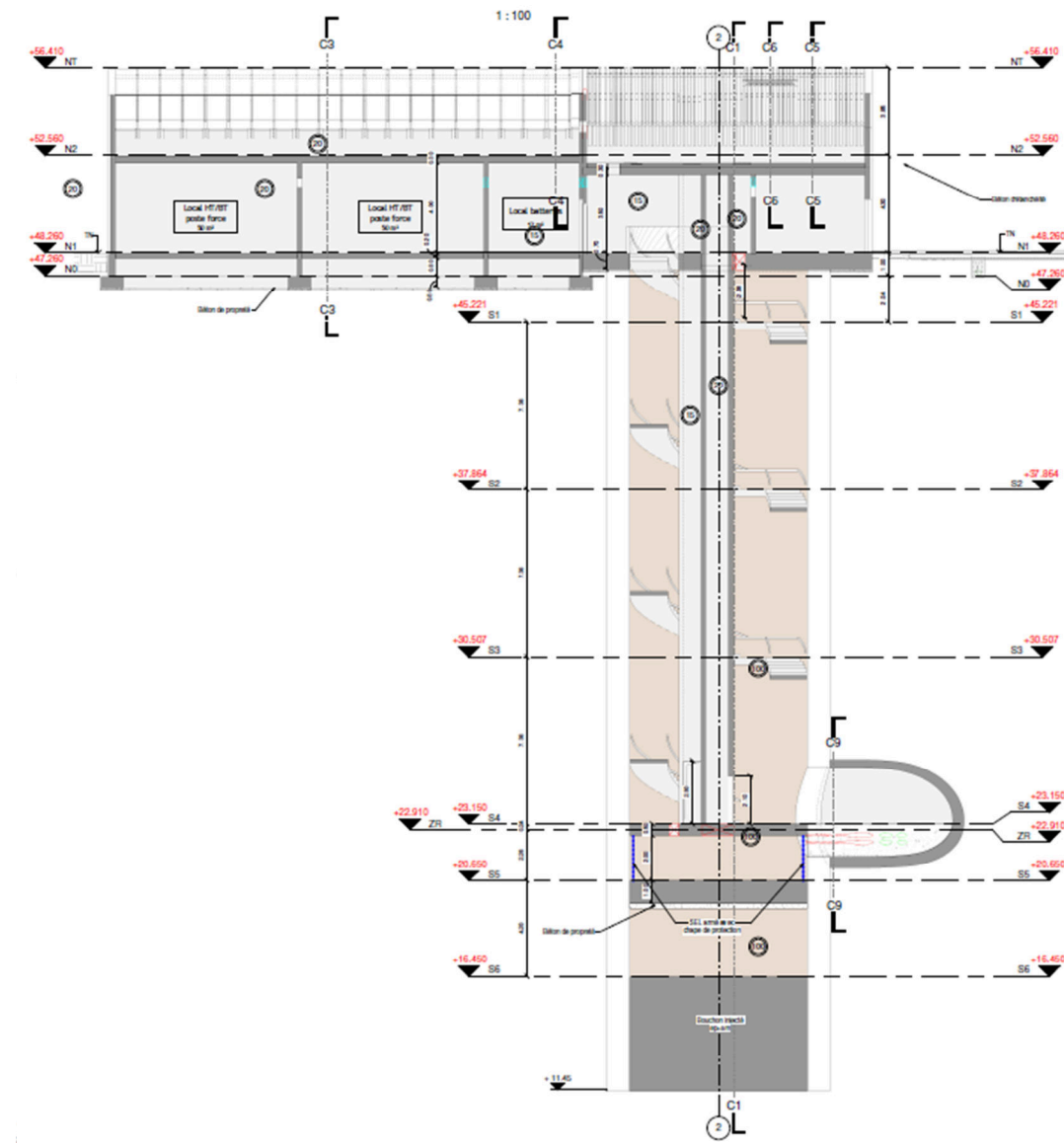


Figure 40 : Vue en coupe de l'OA 3407P et du rameau

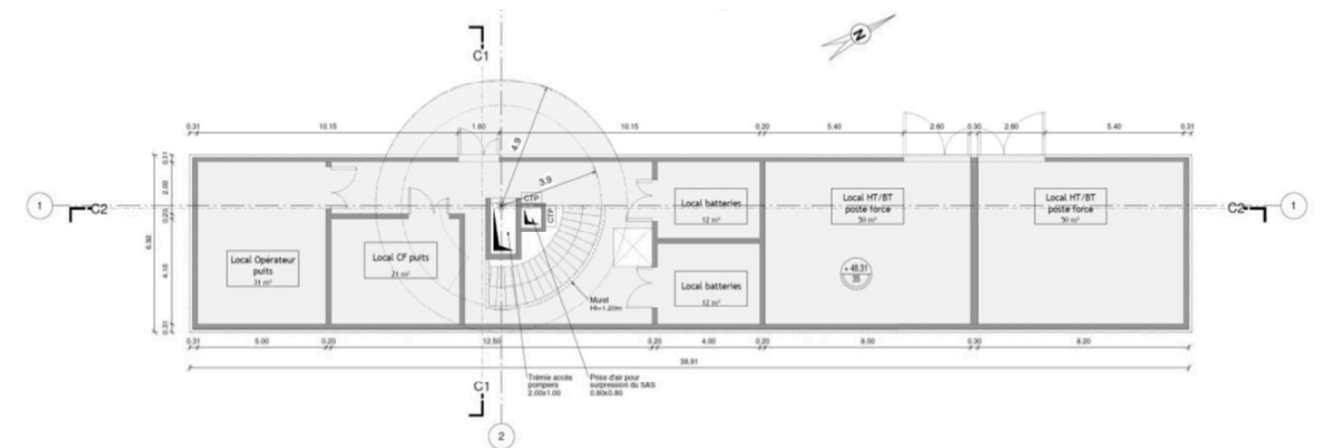


Figure 41 : Vue en plan du niveau N1 de l'OA 3407P

Les caractéristiques de l'OA et de son insertion sont résumées dans le tableau suivant :

Fonctions	Accès de secours
Forme	Circulaire
Emergent ou enterré	Emergent
Surface d'emprise	385 m ²
Profondeur	25 m
Rayon intérieur	3,70 m

Figure 42 : Caractéristiques de l'OA 3407P

Pour son insertion urbaine, il est envisagé un parement en briques de l'ouvrage.



Figure 43 : Insertion de l'émergence de l'OA 3407P

• **Méthode et phasage de réalisation**

Le puits est réalisé en parois moulées. Le bâtiment sera réalisé en béton armé banché, fondé sur radier général. Le rameau de liaison puits tunnel sera réalisé en creusement traditionnel dans les sables de Beauchamp. Ces derniers sont situés sous nappe phréatique et des mesures spécifiques devront être prises (réalisation de parois en béton plastique et bouchon injecté).

Le phasage des travaux est le suivant :

- Réalisation de la paroi du puits et des parois en béton plastique pour le rameau ;
- Réalisation du bouchon injecté (puits et rameau), terrassement, réalisation du radier ;
- Excavation/soutènement du rameau ;
- Réalisation des aménagements intérieurs puis en surface et équipement.

4.3.3.2. OA 3500P

• **Localisation et contexte urbain**

L'ouvrage se situe sur la commune du Blanc-Mesnil, au niveau de la Cité Descartes. Il s'insère entre la gare Le Bourget Aéroport et l'ouvrage annexe 3501P. Le site est entouré de petits immeubles d'habitation et des bâtiments de l'aéroport du Bourget.

Les parcelles étant parallèles à l'avenue du 8 mai 1945, un accès sera à créer à partir de cette dernière ou de la voie latérale longeant l'avenue du 8 mai 1945. Les accès chantier intercepteront ponctuellement au droit du chantier le trottoir, les pistes cyclables et les espaces verts de la copropriété. L'ouvrage est par ailleurs situé dans un périmètre de monument historique.

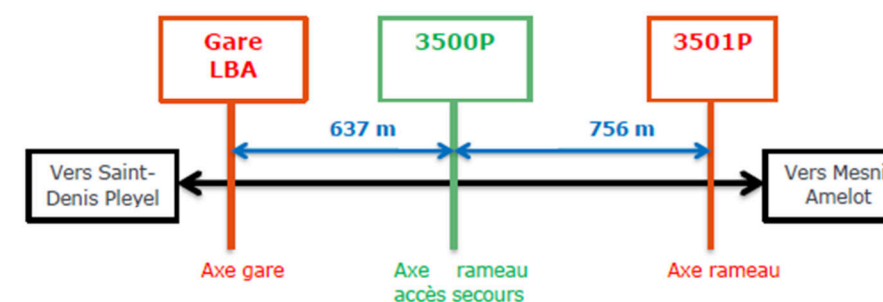


Figure 44 : Localisation de l'OA 3500P

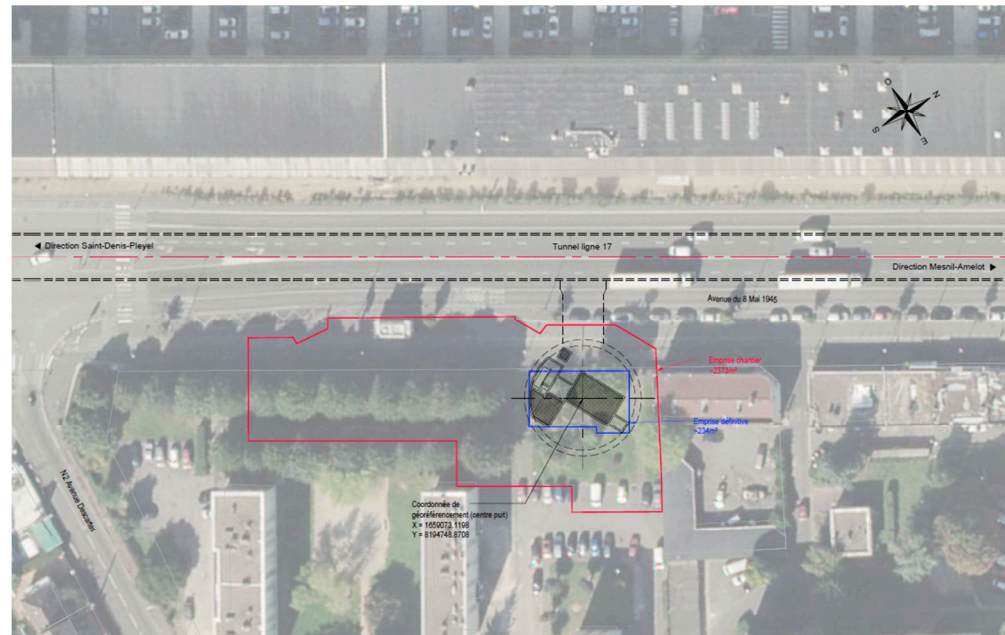


Figure 45 : Plan d'insertion de l'OA 3500P

• Configuration de l'ouvrage

L'OA 3500P, de type A, assure les fonctions suivantes :

- Accès de pompier avec trémie pour le matériel pompier ;
- Ventilation et désenfumage tunnel ;
- Ouvrage d'exhaure.

Cet ouvrage enterré circulaire et d'un rayon intérieur de 10,30 m offre une meilleure reprise de la poussée des terres et des eaux de la nappe phréatique. Du fait de sa faible profondeur, de 21 m environ, l'ouvrage ne nécessite pas d'ascenseur. Le puits comporte un escalier et une trémie matériels pompiers.

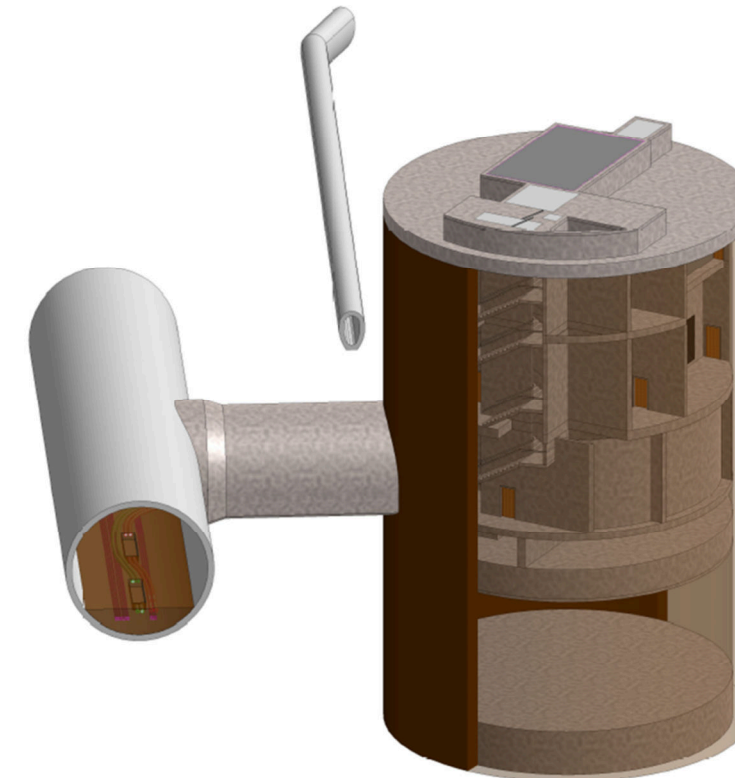


Figure 46 : Vue en 3D de l'OA 3500P

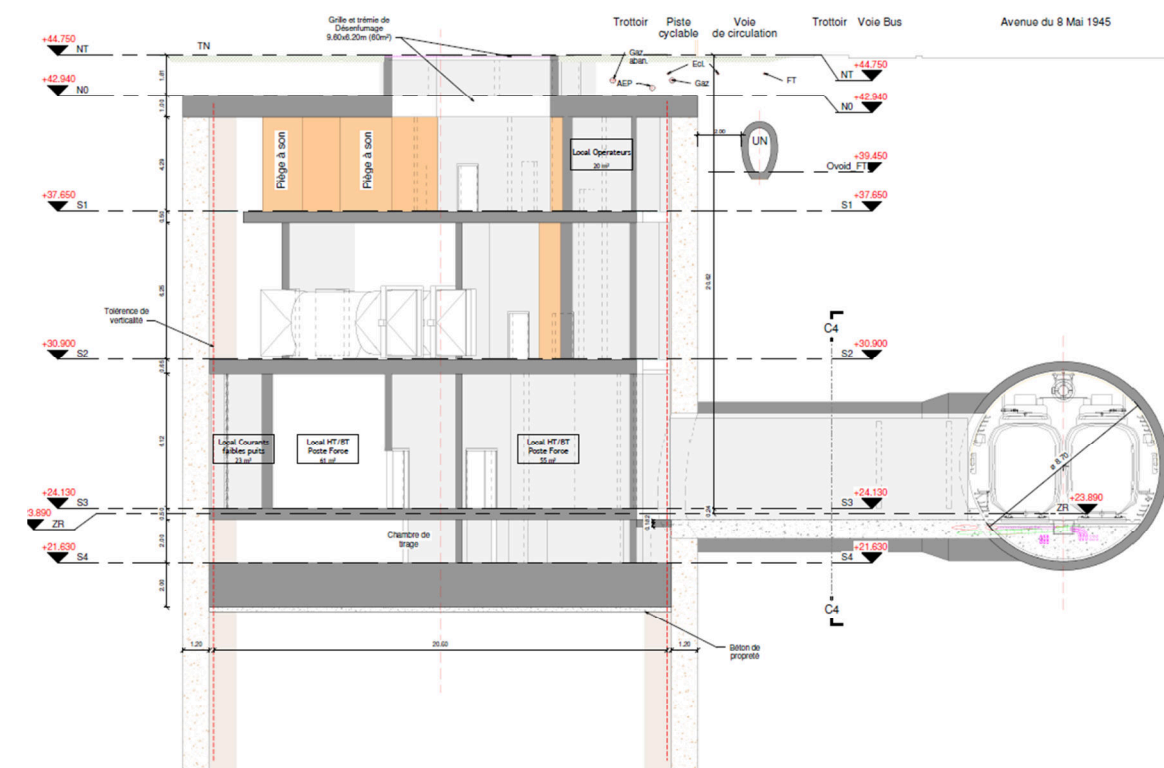


Figure 47 : Vue en coupe de l'OA 3500P et du rameau

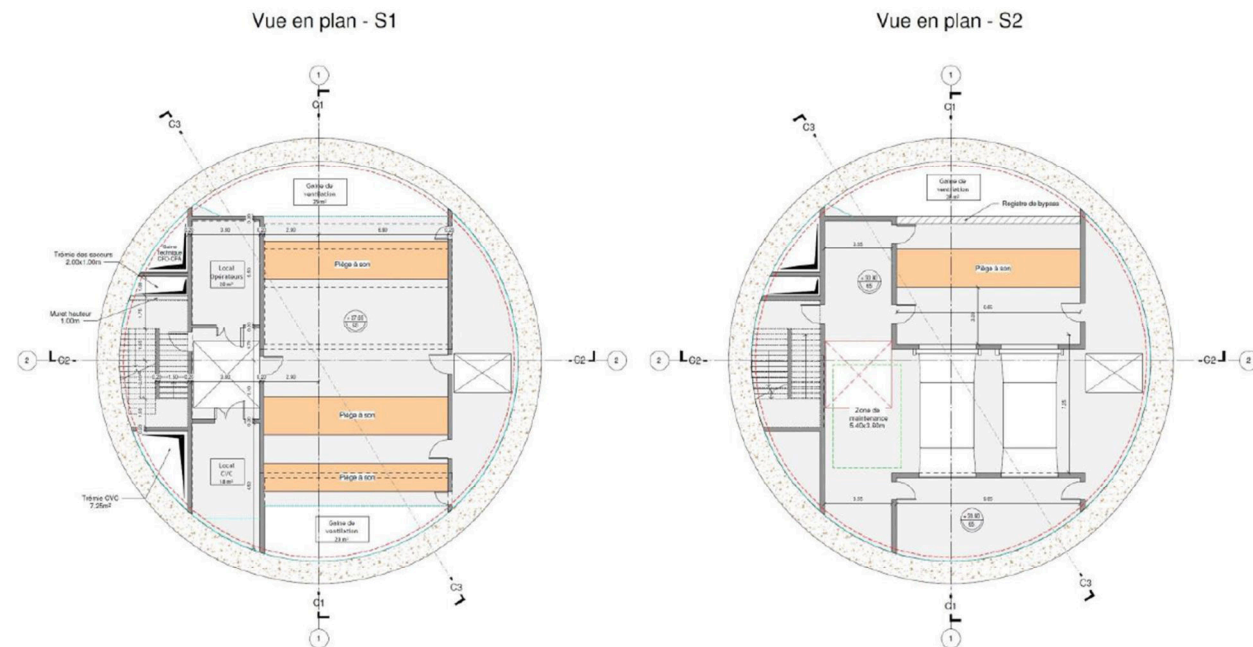


Figure 48 : Vue en plan des niveaux S1 et S2 de l'OA 3500 P



Figure 50 : Insertion des grilles au sol de l'OA 3500P

Les caractéristiques de l'OA sont résumées dans le tableau suivant :

Fonctions	Accès de secours et ventilation/désenfumage
Forme	Circulaire
Emergent ou enterré	Enterré
Surface d'emprise	430 m ²
Profondeur	21 m
Rayon intérieur	10.30 m

Figure 49 : Caractéristiques de l'OA 3500P

En phase définitive, seules sont présentes des grilles et trappes d'accès au sol. Elles assurent la ventilation/désenfumage (grille de 60 m²), l'accès aux ventilateurs (trappe de 3,50 m x 3,50 m), l'accès au poste force (trappe de 2,00 m x 3,00 m), l'accès pompiers, ainsi que des grilles plus petites pour la ventilation des postes force. Les grilles de ventilations sont situées à plus de 8 m des bâtiments environnants.

• **Méthode et phasage de réalisation**

Le puits est réalisé en parois moulées. Le rameau de liaison puits tunnel sera réalisé en creusement traditionnel dans les sables de Beauchamp. Ces derniers sont situés sous nappe phréatique et des mesures spécifiques devront être prises. Le terrain sera préalablement traité par la méthode du jet grouting.

Les installations de chantier sont réparties entièrement dans la Cité Descartes. Le phasage des travaux est le suivant :

- Réalisation de la paroi moulée du puits ;
- Réalisation du bouchon injecté, du jet grouting, du terrassement du puits, du radier ;
- Excavation/soutènement du rameau ;
- Réalisation des aménagements intérieurs puis en surface et équipement.

4.3.3.3. OA 3501P

• **Localisation et contexte urbain**

Cet ouvrage est situé à l'intérieur de l'aéroport du Bourget, au sein de la commune de Bonneuil-en-France. Il est implanté sous la rue de Madrid, les accès étant situés sous la pelouse entre la rue de Madrid et la route de Flandres (RD 317). Il se trouve entre les ouvrages annexes 3500P et 3502P. Seuls les bâtiments de l'aéroport se trouvent à proximité du site.

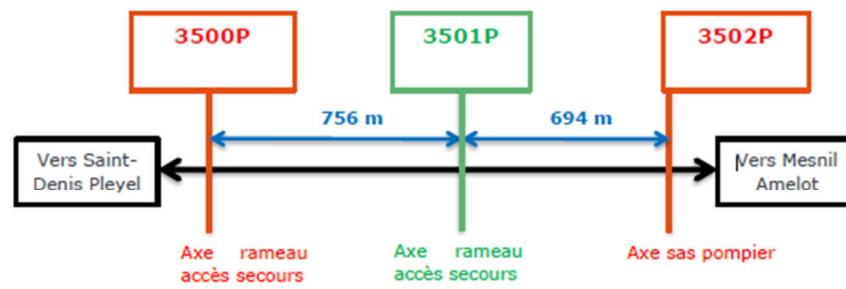


Figure 51 : Localisation de l'OA 3501P

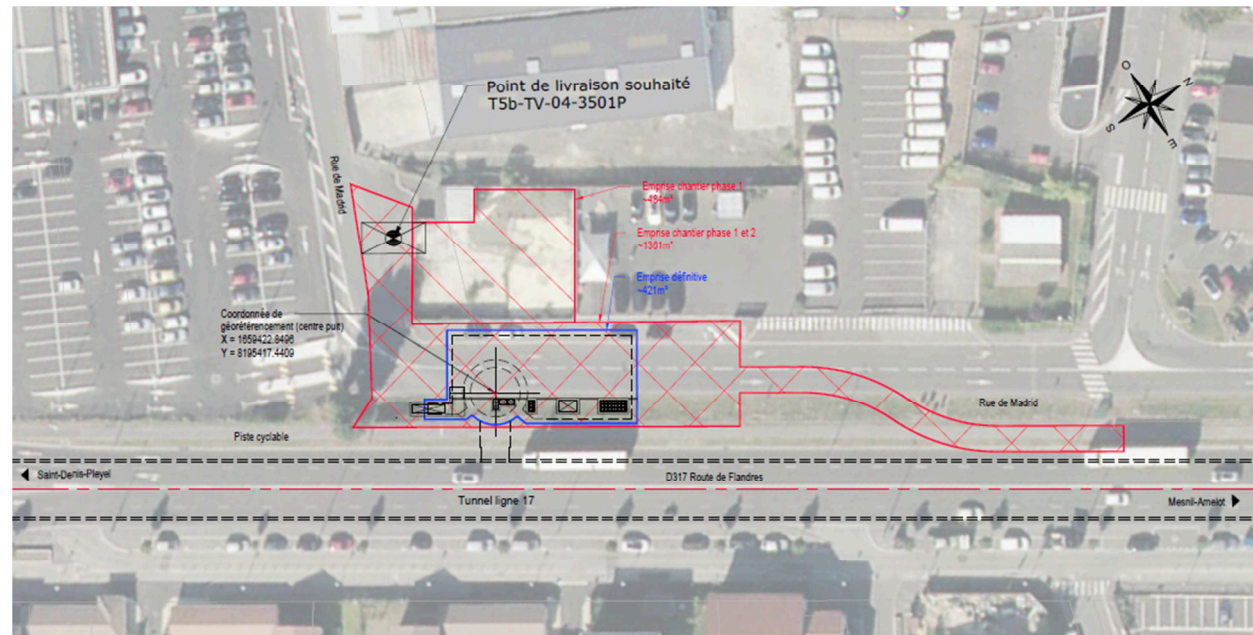


Figure 52 : Plan d'implantation de l'OA 3501P

• Configuration de l'ouvrage

L'OA 3501P, de type C, a comme fonctions principales de permettre l'accès des secours au tunnel et d'ouvrage d'exhaure d'une capacité d'environ 70 m³.

L'emprise disponible en surface pour la réalisation des travaux de l'ouvrage annexe permet de privilégier une configuration enterrée avec puits circulaire d'un diamètre intérieur de 3,70 m. Une boîte réalisée en parois moulées du fait de la présence de la nappe à moins de 3 m de profondeur permet d'accueillir les locaux techniques. Du fait de sa profondeur de 29 m environ, l'ouvrage ne nécessite pas d'ascenseur ; il comporte un escalier et une trémie matériels pompiers.

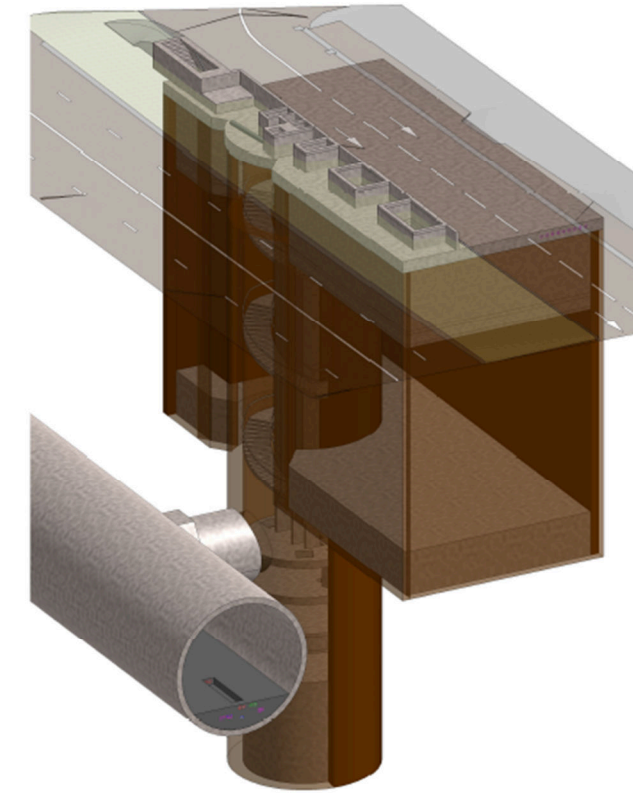


Figure 53 : Vue en 3D de l'OA 3501P

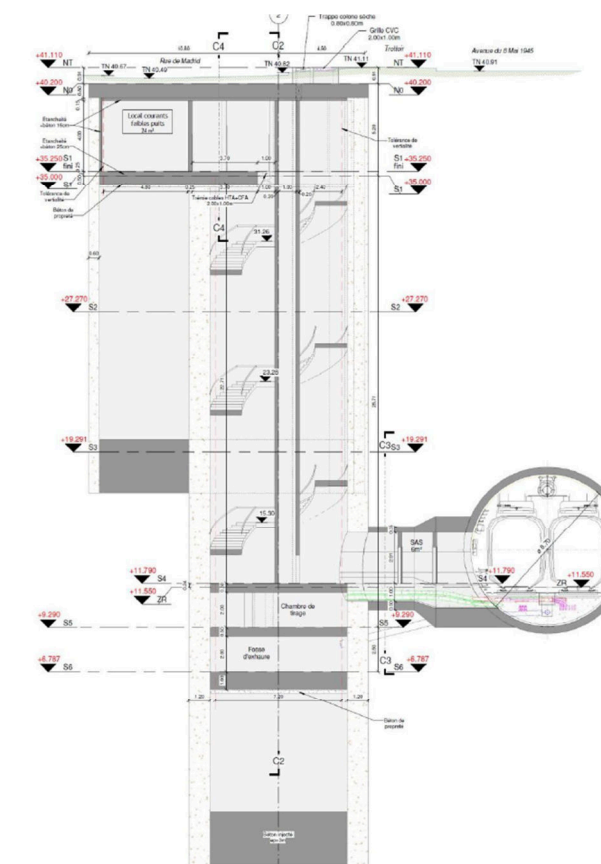


Figure 54 : Vue en coupe de l'OA 3501P et du rameau

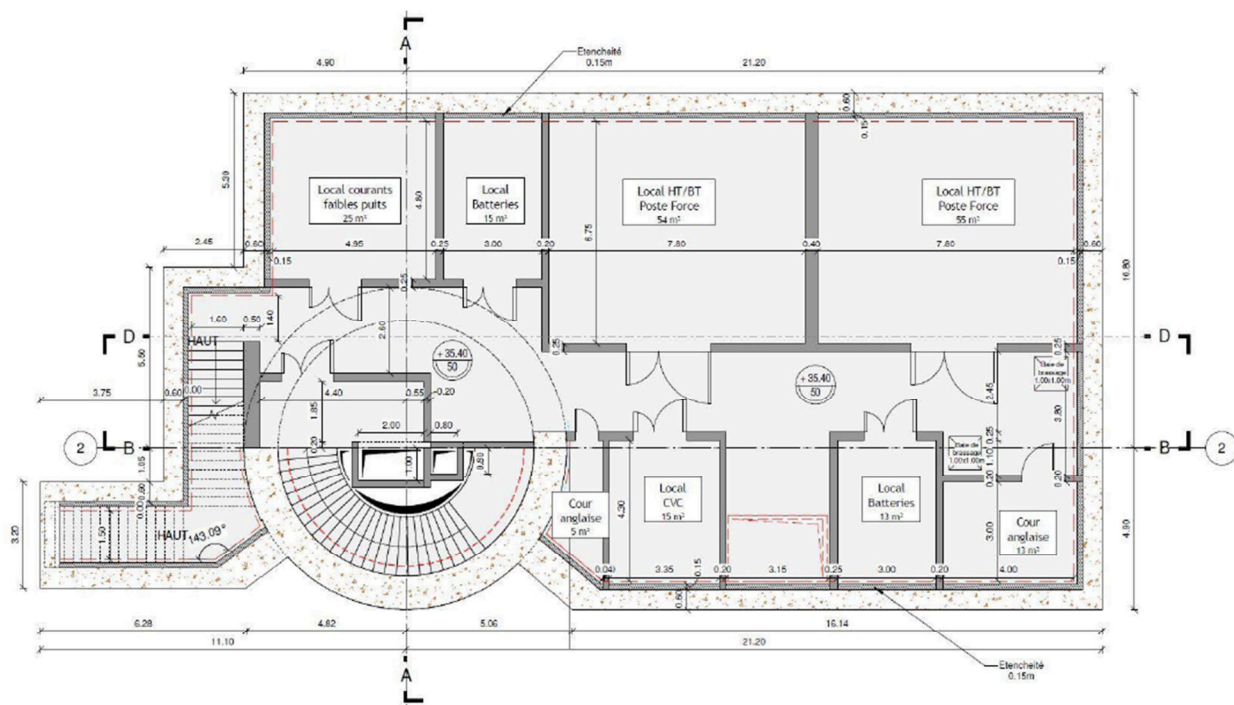


Figure 55 : Vue en plan de la chambre supérieure de l'OA 3501P

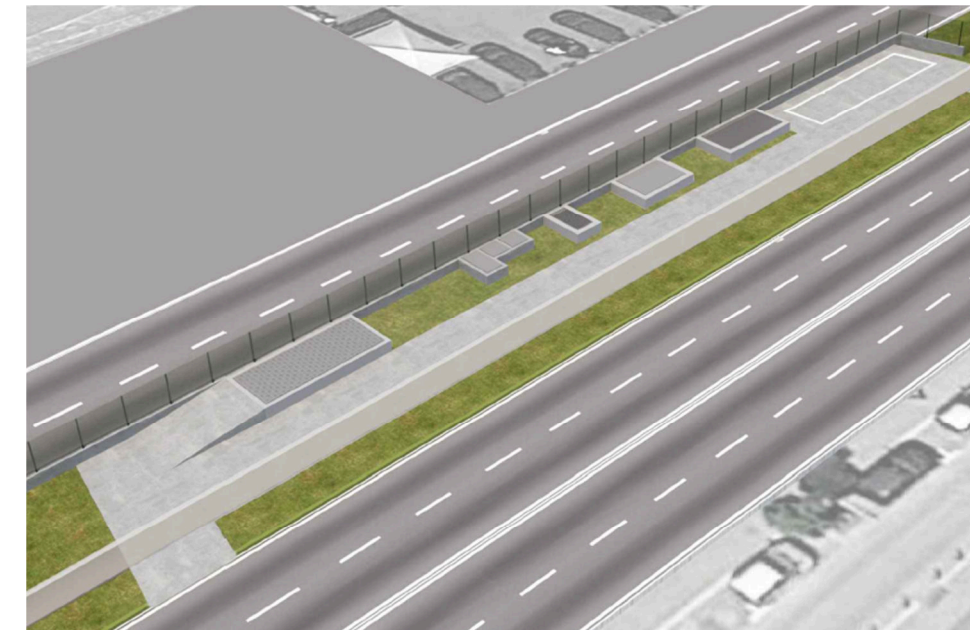


Figure 57 : Insertion des grilles au sol de l'OA 3501P

Les caractéristiques de l'OA sont résumées dans le tableau suivant :

Fonctions	Accès de secours
Forme	Circulaire avec boîte rectangulaire pour les locaux techniques
Emergent ou enterré	Enterré
Surface d'emprise	450 m ²
Profondeur	29 m
Rayon intérieur	3.70 m

Figure 56 : Caractéristiques de l'OA 3501P

En phase définitive, seules sont présentes des grilles et trappes d'accès au sol. Elles sont implantées sous la pelouse située entre la rue de Madrid et la route des Flandres (RD317).

• Méthode et phasage de réalisation

L'ouvrage est réalisé en parois moulées. Le rameau de liaison puits tunnel sera réalisé en creusement traditionnel dans les marnes et caillasses. Ces dernières sont situées sous nappe phréatique et des mesures spécifiques devront être prises : des injections réalisées à partir de la rue de Madrid par forages inclinés permettront de diminuer la perméabilité de ces terrains.

Les installations de chantier sont réparties sur la rue de Madrid, ses trottoirs et bas-côtés ainsi que sur les parcelles riveraines. Les emprises de chantier ont été limitées à la clôture entre la rue de Madrid et la route de Flandres.

Le phasage des travaux est le suivant :

- Réalisation de la paroi moulée du puits et des locaux techniques ;
- Réalisation du bouchon injecté, du jet grouting, du terrassement du puits, du radier ;
- Excavation/soutènement du rameau ;
- Réalisation du génie civil du puits, puis mise en œuvre d'un platelage provisoire ;
- Réalisation de la dalle supérieure de la chambre ;
- Terrassements en taupe de la chambre supérieure, avec mise en œuvre de butons et d'étais provisoires ;
- Réalisation du radier de la chambre supérieure, puis dépose des butons provisoires ;
- Réalisation du cuvelage de protection, réalisation des voiles intérieurs de la chambre ;
- Achèvement de la dalle supérieure de la chambre au droit de la trémie travaux ;
- Réalisation des aménagements intérieurs puis en surface et équipement.

4.3.3.4. OA 3502P

• Localisation et contexte urbain

Cet ouvrage est implanté le long de la route de Flandres sur la commune de Bonneuil-en-France. Il est implanté entre les ouvrages 3501P et 3503P.

Le chantier étant parallèle à la RD317, des accès seront à créer à partir de celle-ci. Une sortie chantier est à prévoir sur la rue de la ferme Saint Simon. Les accès chantier via la RD 317 intercepteront ponctuellement le trottoir et les pistes cyclables, qui seront neutralisés à son extrémité côté rond-point route de l'Europe à proximité d'une zone d'activité et des bâtiments de l'aéroport du Bourget.

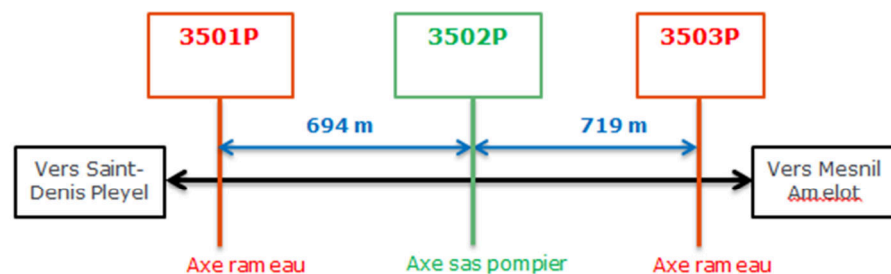


Figure 58 : Localisation de l'OA 3502P

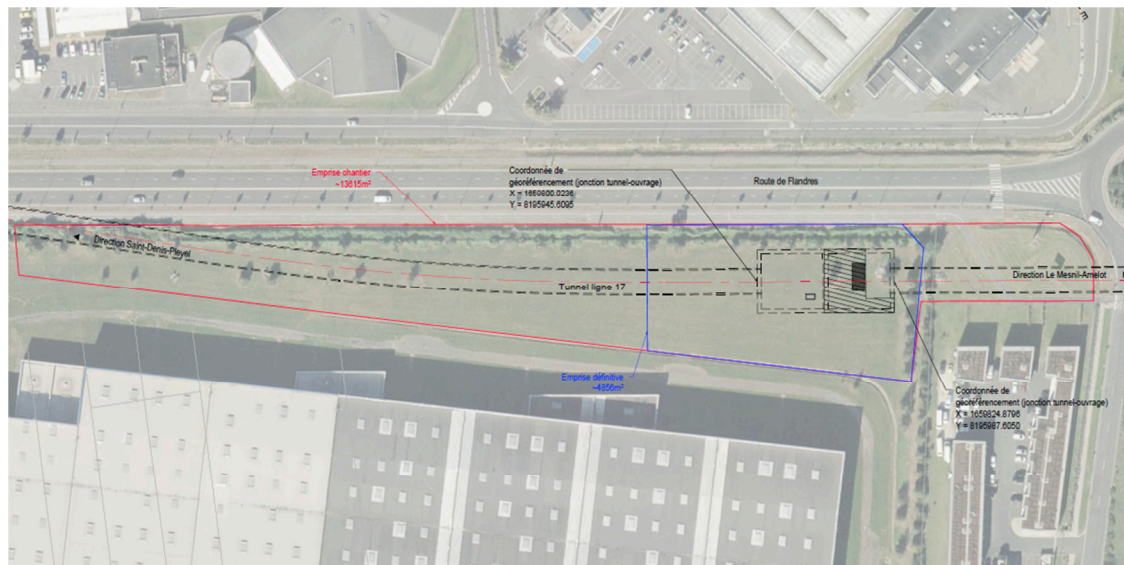


Figure 59 : Plan d'insertion de l'OA 3502P

• Contraintes liées aux servitudes aéronautiques

Cet ouvrage est implanté en zone de servitudes. Les contraintes liées à cette proximité restent très modérées, la hauteur disponible sous servitude s'élevant à plus de 25 m.

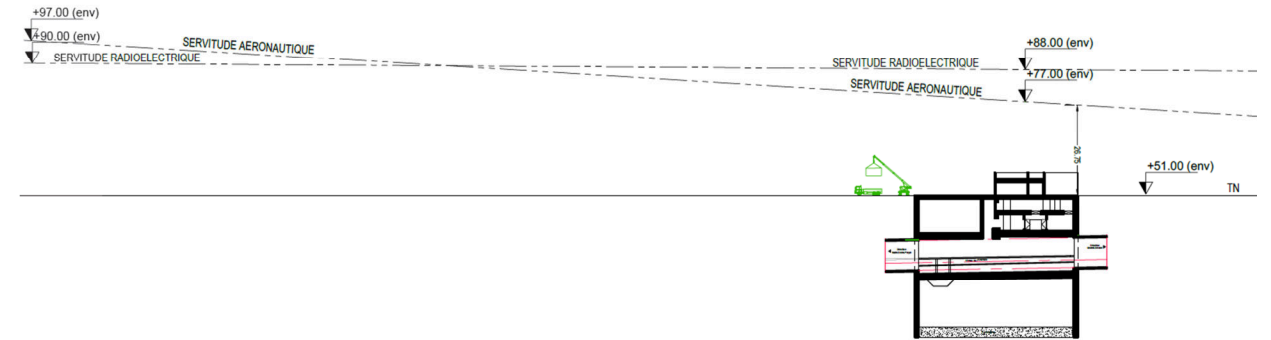


Figure 60 : Coupe sous les servitudes aéronautiques à l'OA 3502P

• Configuration de l'ouvrage

L'OA 3502P, de type D, est utilisé comme :

- Accès pompiers avec trémie pour le matériel ;
- Ouvrage d'exhaure d'une capacité d'environ 70 m³ ;
- Ouvrage de ventilation et désenfumage tunnel ;
- Emplacement de stationnement pour Lorry Automoteur de Maintenance Caténaire (LAMC).

Durant les travaux, ce puits sert :

- de puits d'attaque au tunnelier 1 creusant jusqu'à l'OA 3406P ;
- de puits de sortie du tunnelier 1bis arrivant de la gare Triangle de Gonesse ;
- de base principale des travaux systèmes.

Cet ouvrage a une forme rectangulaire. Du fait de sa profondeur, 22 m environ, l'ouvrage ne nécessite pas d'ascenseur. L'ouvrage intègre une émergence afin de permettre la réalisation de l'ensemble des locaux techniques.

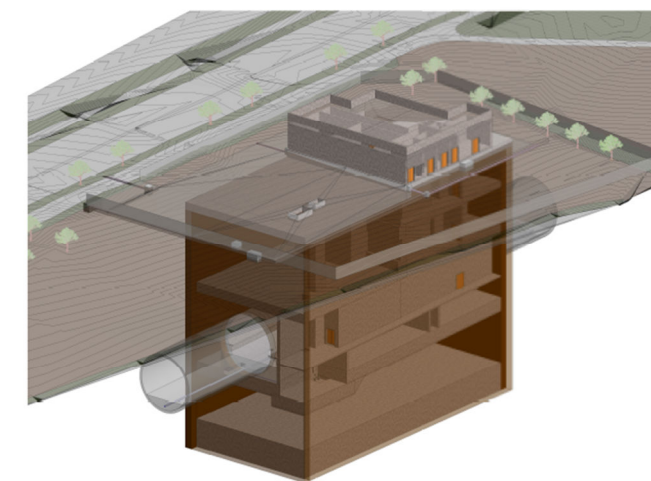


Figure 61 : Vue en 3D de l'OA 3502P

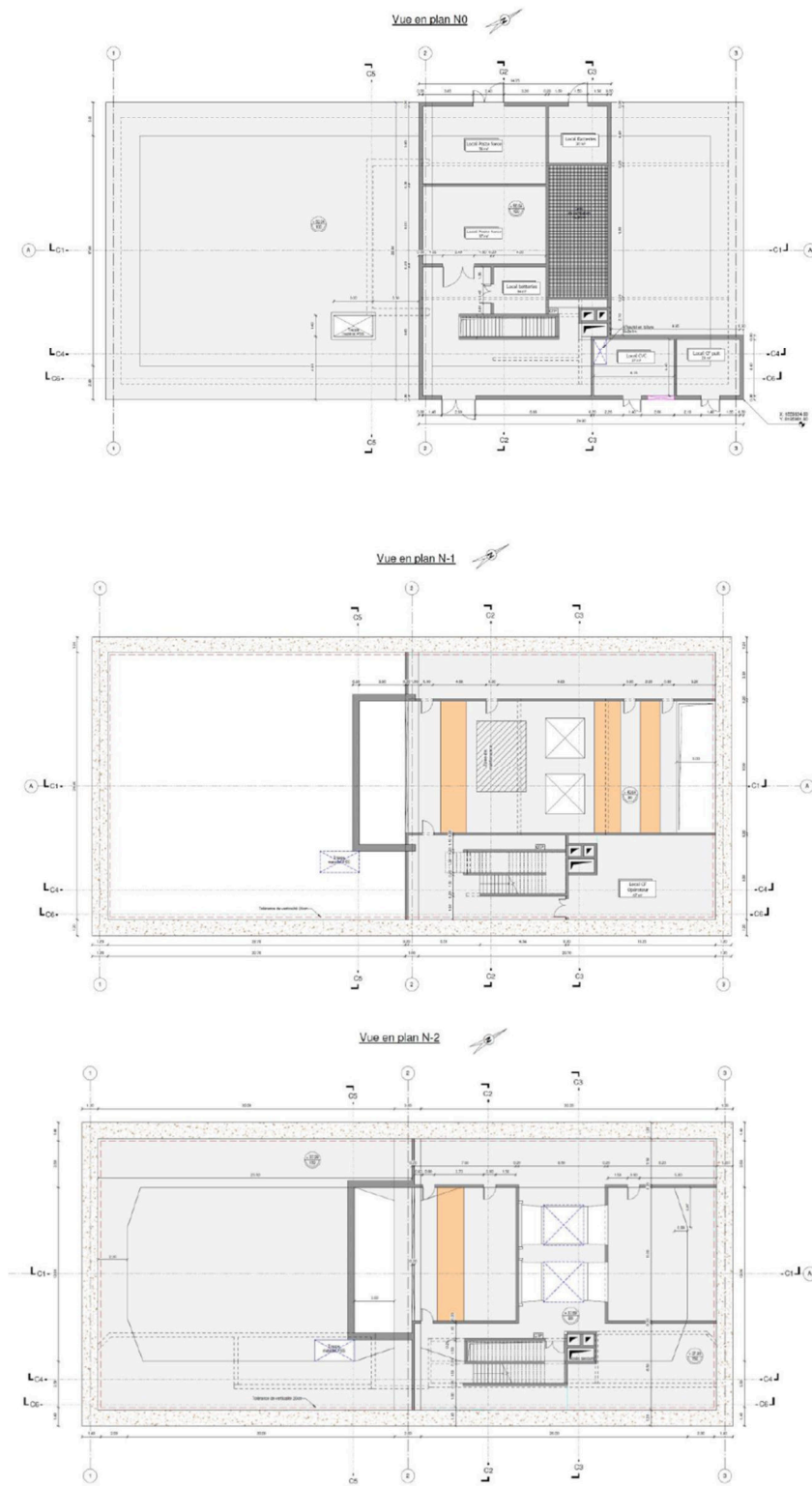


Figure 62 : Vues en plan des niveaux N0, N-1 et N-2 de l'OA 3502P

Les caractéristiques de l'OA sont résumées dans le tableau suivant :

Fonctions	Accès de secours, ventilation/désenfumage, puits d'attaque et de sortie de tunnelier
Forme	Rectangulaire
Emergent ou enterré	Emergent
Surface d'emprise	1 112 m ²
Profondeur	23 m
Surface intérieure	L=46 m, l=20 m

Figure 63 : Caractéristiques de l'OA 3502P

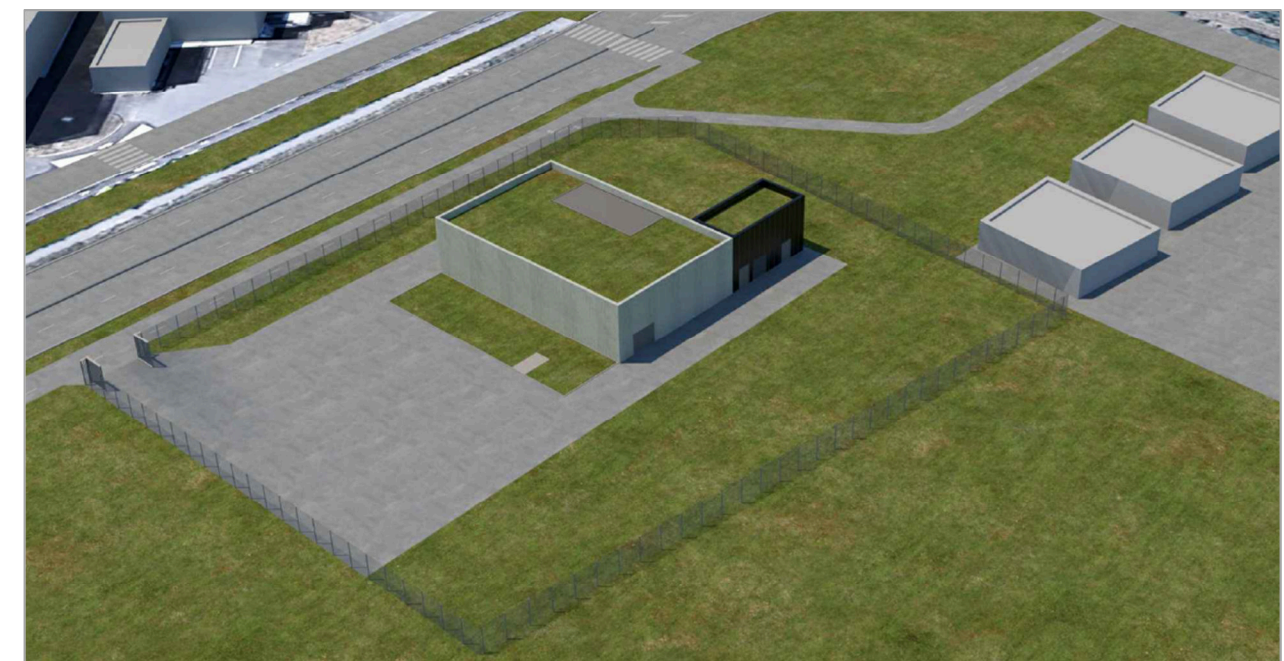


Figure 64 : Insertion de l'émergence et des grilles de l'OA 3502P

• **Méthode et phasage de réalisation**

L'ouvrage est réalisé en parois moulées. Un bouchon injecté sera réalisé dans le calcaire grossier afin d'assurer l'étanchéité de l'ouvrage avant le creusement. Les installations de chantier sont réparties entièrement sur des parcelles donnant sur la RD317.

Le phasage des travaux est le suivant :

- Réalisation des parois moulées ;

- Réalisation des bouchons injectés (y compris pour tunneliers), terrassement avec réalisation des liernes et butons, réalisation du radier en fond de fouille ;
- Montage, démarrage et forage du tunnelier pour réalisation du tunnel entre OA 3502P et OA 3406P ; sortie et démontage du tunnelier provenant de la gare TDG ;
- Génie civil niveau rail et béton de remplissage du tunnel ;
- Travaux systèmes en parallèle avec les travaux de génie civil second œuvre dans l'autre compartiment ;
- Après achèvement et équipement des locaux techniques, fermeture de l'ancienne trémie système ;
- Construction de la cheminée de ventilation du tunnel et aménagements de surface.

4.3.3.5. OA 3503P

• Localisation et contexte urbain

Cet ouvrage est situé le long de la route de l'Europe dans la ZAC des Tulipes à Gonesse. Il s'insère entre les ouvrages 3502P et 3504P. Le contexte urbain est caractérisé par des locaux de type zone d'activité. Les accès chantier pourront s'effectuer à partir de la RD317. Une entrée en amont de l'ouvrage et une sortie en aval de l'ouvrage seront aménagées.

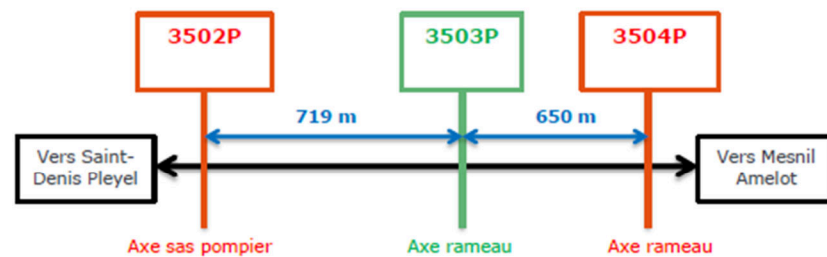


Figure 65 : Localisation de l'OA 3503P

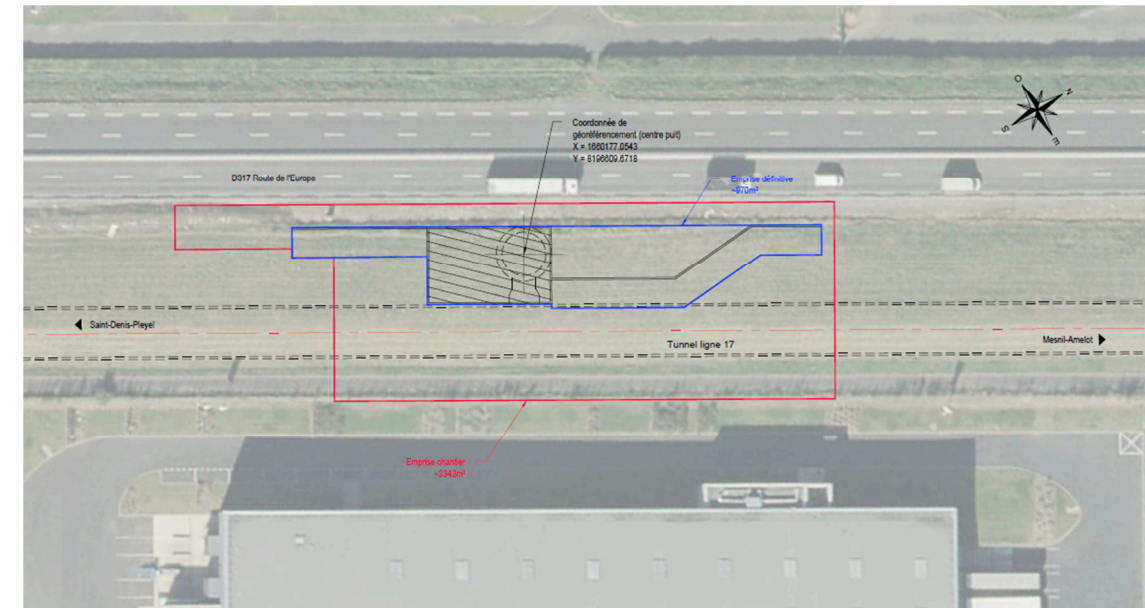


Figure 66 : Plan d'implantation de l'OA 3503P

• Contraintes liées aux servitudes aéronautiques

Le site est soumis à des servitudes aéronautiques de dégagement et radioélectriques qui contraignent la hauteur de l'ouvrage à 65,65 NGF. La plateforme de travail est envisagée au niveau de la voirie, soit à 56,60 NGF, qui donne une hauteur disponible sous servitude d'environ 9 m de hauteur. La plateforme de l'ouvrage est envisagée à 55,15 NGF. La solution émergente facilite l'installation et la maintenance des équipements.

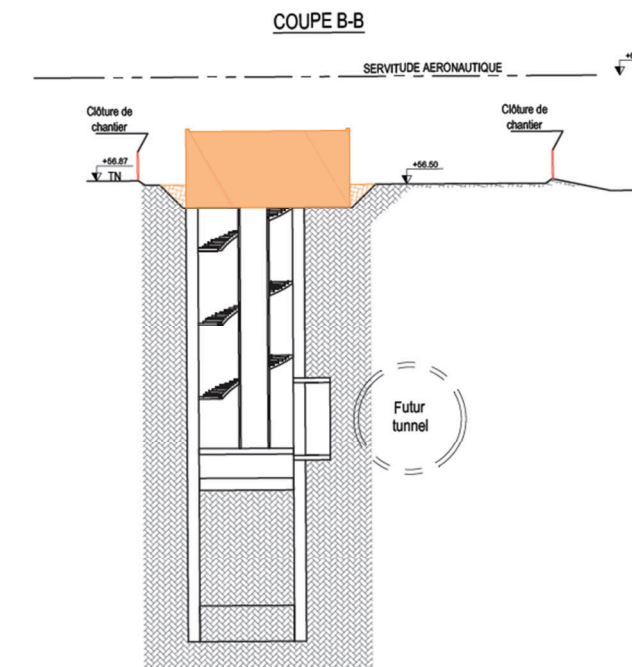


Figure 67 : Coupe sous les servitudes aéronautiques à l'OA 3503P

• Configuration de l'ouvrage annexe

L'OA 3503P, de type C, comporte un puits d'accès secours. Du fait de sa profondeur d'environ 23 m, l'ouvrage ne nécessite pas d'ascenseur. Le puits comporte un escalier et une trémie matériels pompers.

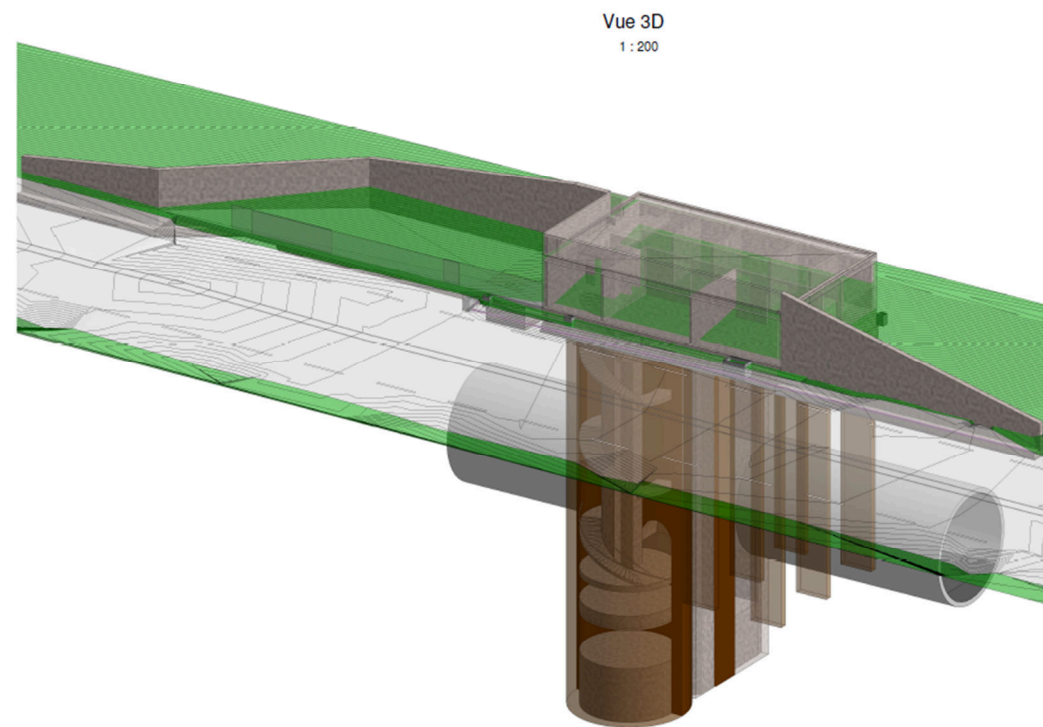


Figure 68 : Vue en 3D de l'OA 3503P

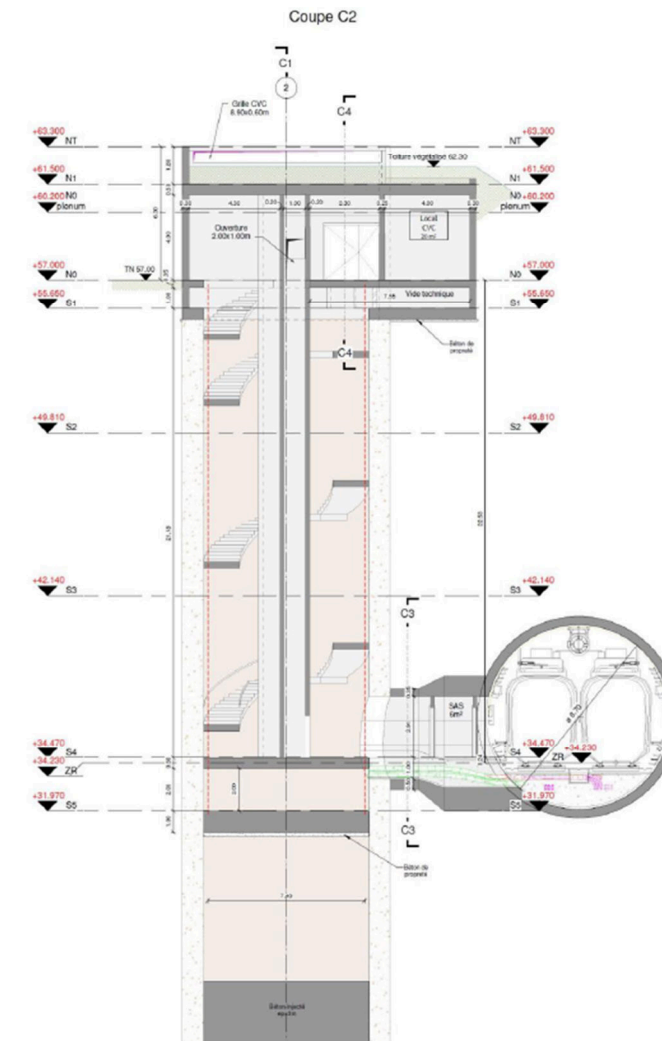


Figure 70 : Vue en coupe de l'OA 3503P et du rameau

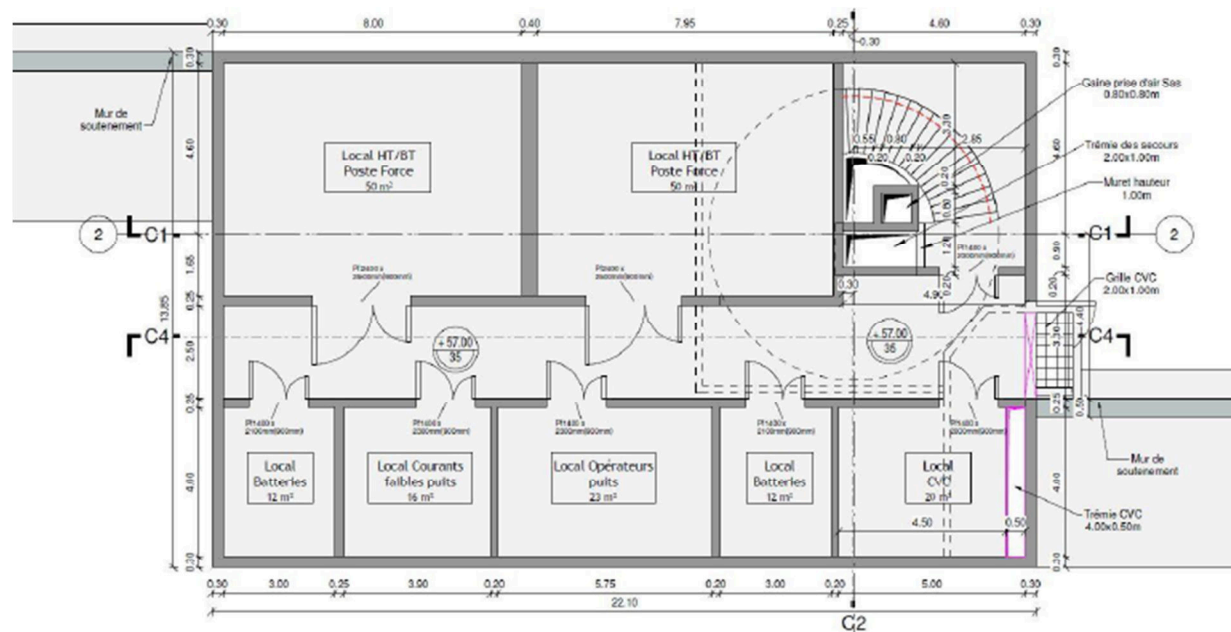


Figure 69 : Vue en plan du niveau N0 de l'OA 3503P

Les caractéristiques de l'OA sont résumées dans le tableau suivant :

Fonctions	Accès de secours
Forme	Circulaire
Emergent ou enterré	Emergent
Surface d'emprise	305 m ²
Profondeur	23 m
Rayon intérieur	3.70 m

Figure 71 : Caractéristiques de l'OA 3503P

L'insertion paysagère de l'ouvrage est traitée par une conception architecturale de reconstitution du talus paysagé situé au-dessus.



Figure 72 : Insertion de l'émergence de l'OA 3503P

• **Méthode et phasage de réalisation**

Le puits est réalisé en parois moulées. Le bâtiment sera réalisé en béton armé banché, fondé sur radier général. Le rameau de liaison puits tunnel sera réalisé en creusement traditionnel dans les sables de Beauchamp et le calcaire de Saint Ouen. Ces derniers sont situés sous nappe phréatique ; des parois d'étanchéité en béton plastique avec bouchon d'injection seront ainsi réalisées.

Le phasage des travaux est le suivant :

- Réalisation de la paroi du puits et des parois en béton plastique pour le rameau ;
- Réalisation du bouchon injecté (puits et rameau), terrassement, réalisation du radier ;
- Excavation/soutènement du rameau ;
- Réalisation des aménagements intérieurs puis en surface et équipement.

4.3.3.6. OA3504P

• **Localisation et contexte urbain**

Cet ouvrage est implanté au croisement de la RD317 et de la RD370 dans la ZAC de Tulipes à Gonesse. Il est situé entre les ouvrages 3503P et 3505P. Les bâtiments à proximité sont principalement de type zone d'activité. Les accès chantier pourront s'effectuer à partir de la RD317 et les sorties sur la RD370. Un accès en entrée en amont et une sortie en aval de l'ouvrage seront

aménagés pour rejoindre le chantier. Cette voirie sera rendue définitive de façon à permettre aux équipes de maintenance d'accéder à l'ouvrage.

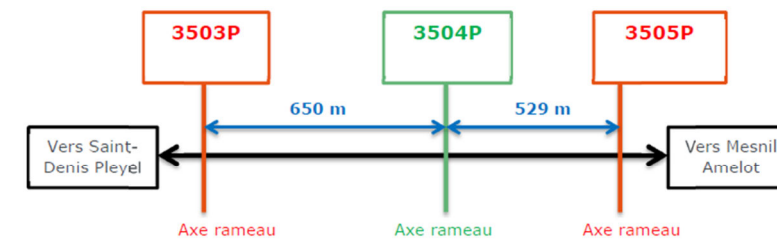


Figure 73 : Localisation de l'OA 3504P

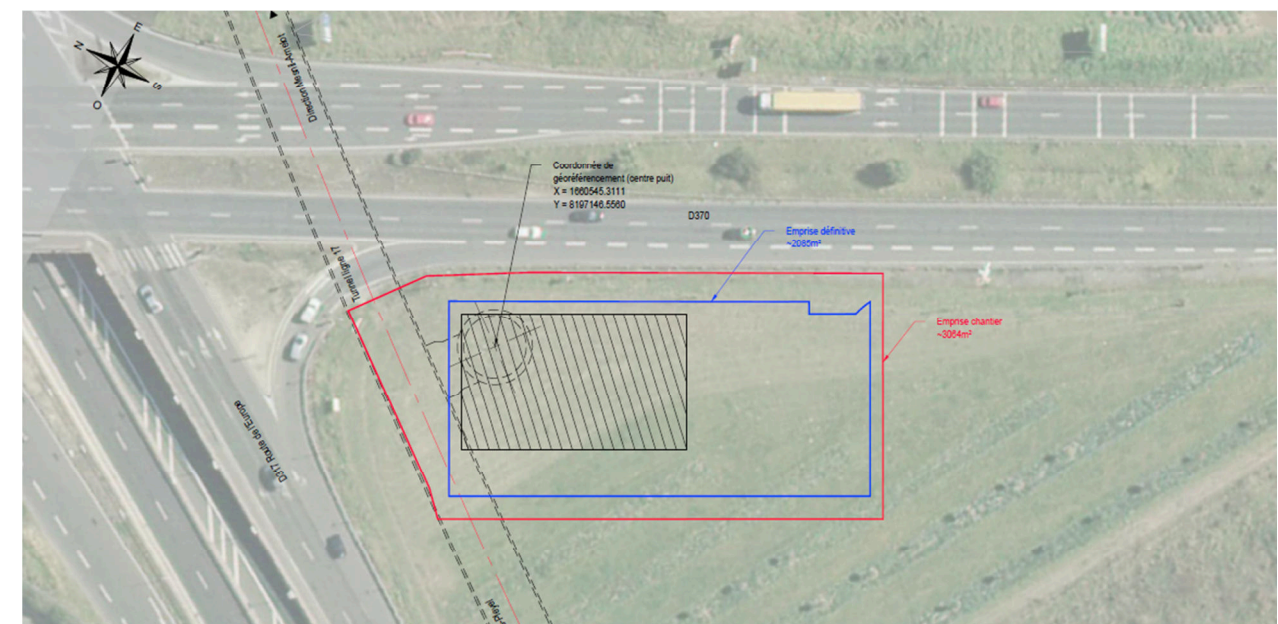


Figure 74 : Plan d'implantation de l'OA 3504P

• **Contraintes liées aux servitudes aéronautiques**

Le site est soumis à des servitudes aéronautiques de dégagement et radioélectriques qui contraignent la hauteur de l'ouvrage à 69.60 NGF. Le TN étant à 62,55 NGF, la hauteur disponible sous servitude s'élève à environ 7 m de hauteur (contrainte forte sur la flèche des grues). Afin de permettre la réalisation du chantier et l'intégration de l'ouvrage, le terrassement de la plateforme de travail à 61,05 NGF et de la plateforme de l'ouvrage à 59,05 NGF est prévu.

La solution émergente retenue facilite par ailleurs l'installation et la maintenance des équipements.

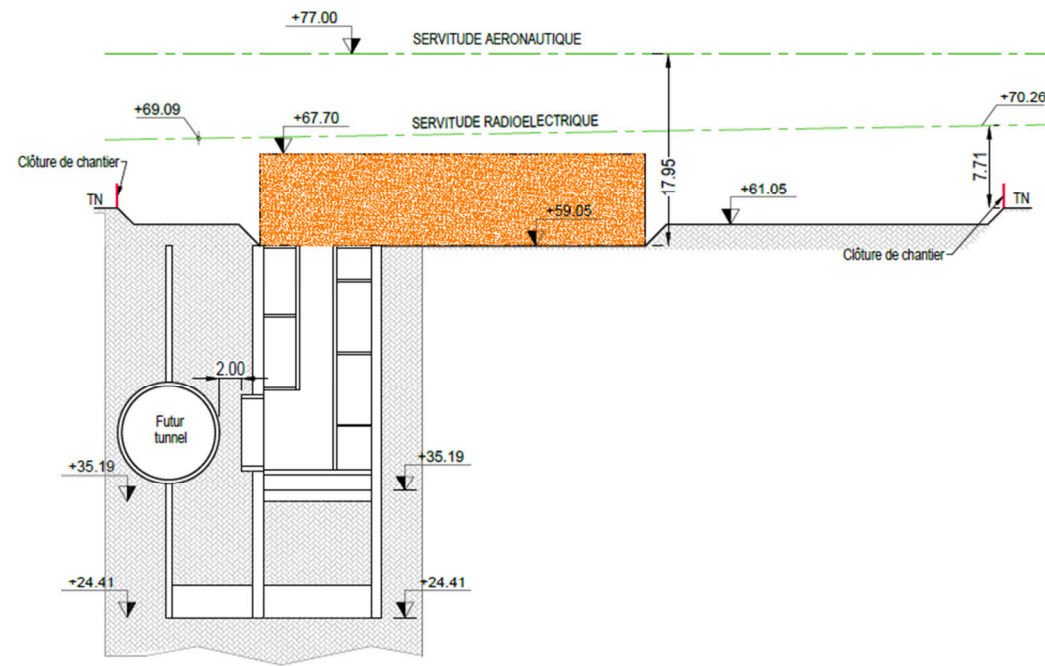


Figure 75 : Coupe sous les servitudes aériennes à l'OA 3504P

• Configuration de l'ouvrage annexe

Cet ouvrage, de type B, est un puits de secours et de ventilation/désenfumage du tunnel. Du fait de sa profondeur de 23 m environ, l'ouvrage ne nécessite pas d'ascenseur. Le puits comporte un escalier et une trémie matériels pompiers.

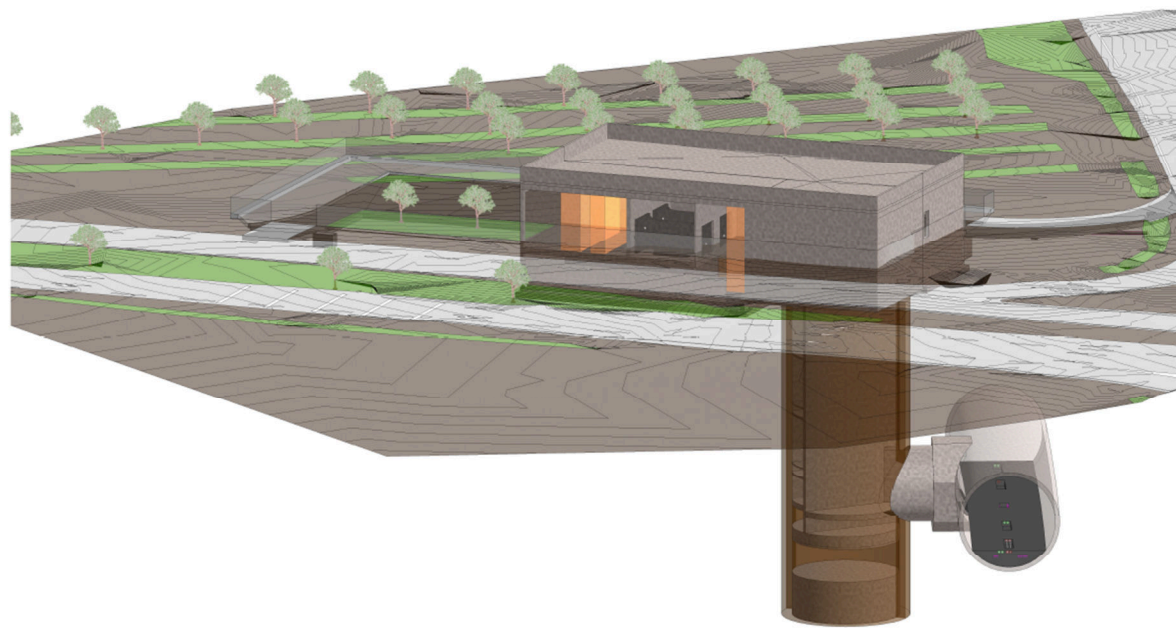


Figure 76 : Vue en 3D de l'OA 3504P

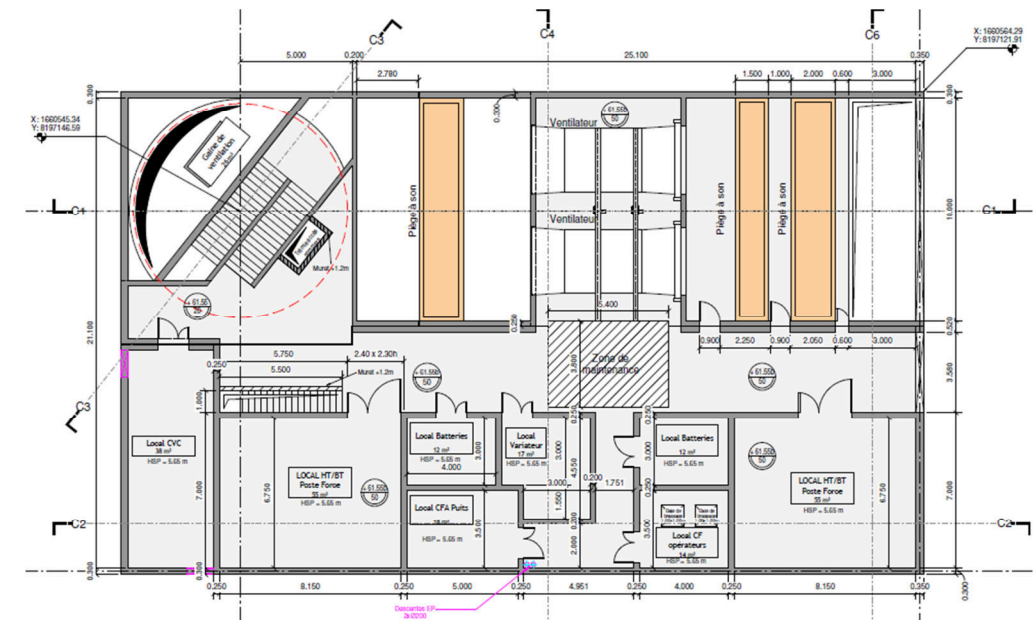


Figure 77 : Vue en plan de l'OA 3504P en surface

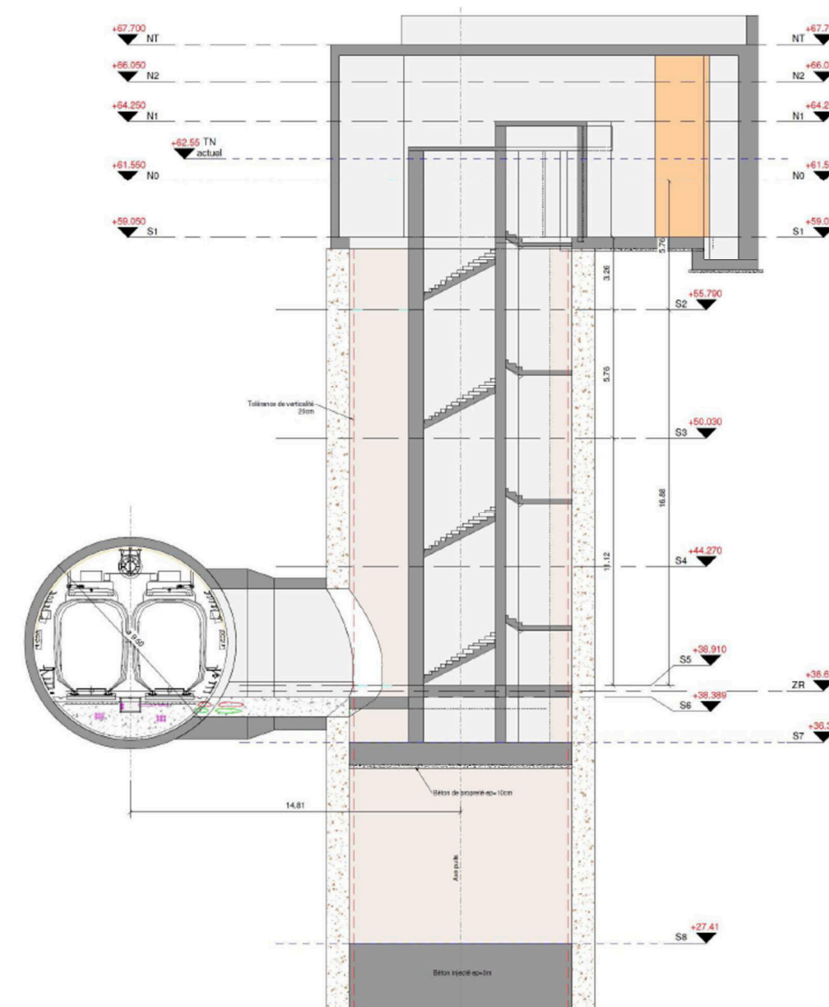


Figure 78 : Vue en coupe de l'OA 3504P et rameau

Les caractéristiques de l'OA sont résumées dans le tableau suivant :

Fonctions	Accès de secours et ventilation/désenfumage
Forme	Circulaire
Emergent ou enterré	Emergent
Surface d'emprise	758 m ²
Profondeur	24 m
Rayon intérieur	4.80 m

Figure 79 : Caractéristiques de l'OA 3504P

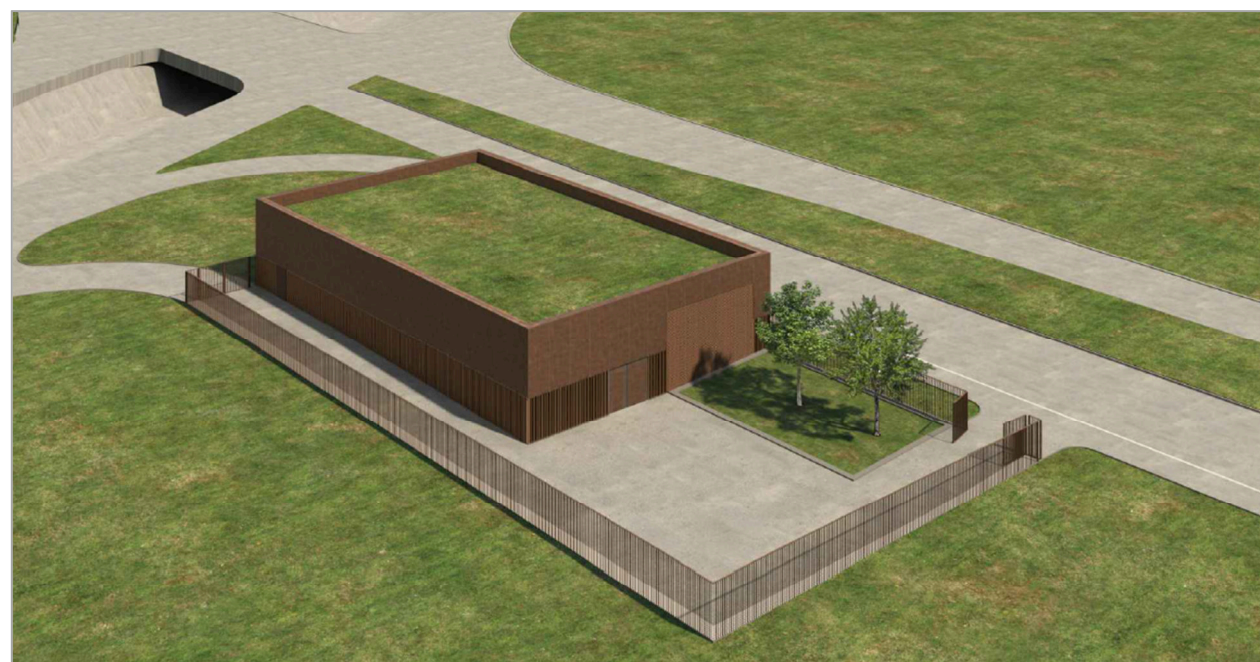


Figure 80 : Insertion de l'émergence de l'OA 3504P

• **Méthode et phasage de réalisation**

Le puits est réalisé en parois moulées. Le bâtiment sera réalisé en béton armé banché, fondé sur radier général. Le rameau de liaison puits tunnel sera réalisé en creusement traditionnel dans les sables de Beauchamp. Ces derniers sont situés sous nappe phréatique ; des parois d'étanchéité en béton plastique avec bouchon d'injection seront ainsi réalisées.

Le phasage des travaux est le suivant :

- Réalisation de la paroi du puits et des parois en béton plastique pour le rameau ;
- Réalisation du bouchon injecté (puits et rameau), terrassement, réalisation du radier ;
- Excavation/soutènement du rameau ;
- Réalisation des aménagements intérieurs puis en surface et équipement.

4.3.3.7. OA3505P

• **Localisation et contexte urbain**

Cet ouvrage est situé dans la ZAC du Triangle de Gonesse, en bordure de la bretelle de sortie du BIP vers la route de l'Europe. Il est implanté entre l'ouvrage annexe 3504P et la gare Triangle de Gonesse. Actuellement, il n'existe aucun bâti proche de l'ouvrage. L'ouvrage a néanmoins été conçu en cohérence avec les futurs aménagements urbains prévus au plan masse de la ZAC et les futures voiries.

Avant intégration dans le réseau viaire du Triangle de Gonesse, l'ouvrage sera desservi par la RD317 grâce à une nouvelle voirie empruntant un ancien chemin agricole d'une longueur d'environ 300 m. Les véhicules de livraison entreront directement dans l'ouvrage via une porte sectionnelle nord-est.

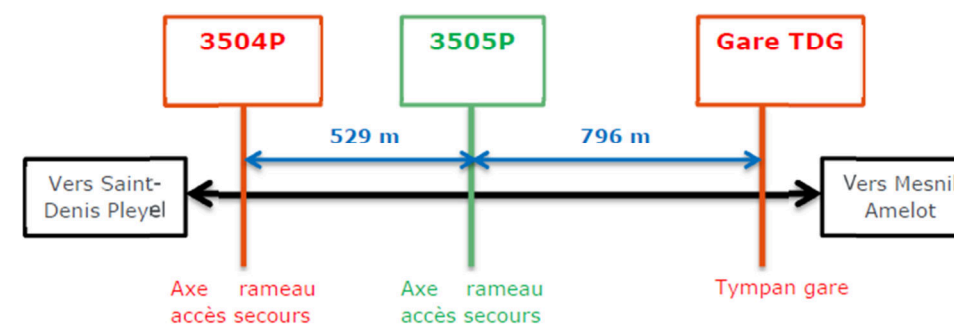


Figure 81 : Localisation de l'OA 3505P

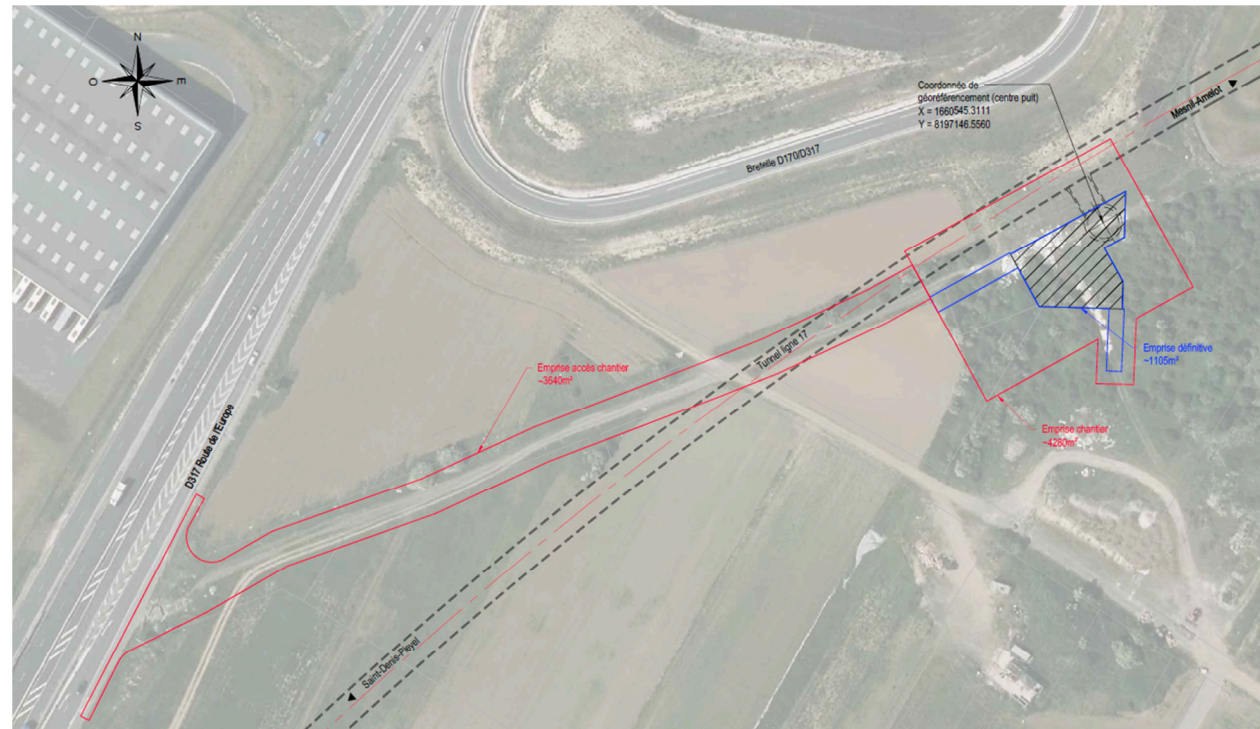


Figure 82 : Plan d'insertion de l'OA 3505P

• Contraintes liées aux servitudes aéronautiques

Le site est soumis à des servitudes aéronautiques de dégagement et radioélectriques qui contraignent la hauteur de l'ouvrage à 77 NGF. La plateforme de travail est envisagée au niveau de l'ancien TN (avant mise en place du merlon), soit 67,60 NGF. La hauteur disponible sous servitude s'élève de ce fait à environ 10 m de hauteur. La plateforme au niveau de l'ouvrage est envisagée à 64,60 NGF.

La solution émergente retenue facilite par ailleurs l'installation et la maintenance des équipements.

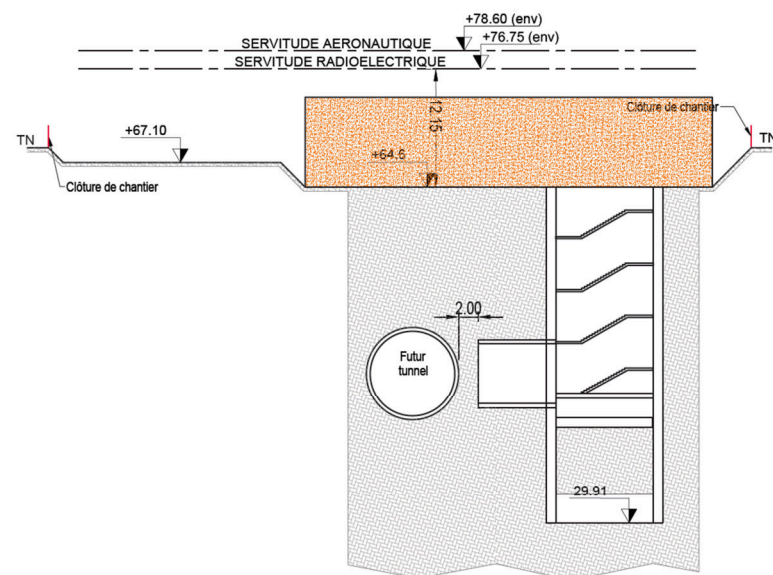


Figure 83 : Coupe sous les servitudes aéronautiques à l'OA 3505P

• Configuration de l'ouvrage annexe

L'ouvrage 3505P, de type B, est un puits de secours et de ventilation/désenfumage. Du fait de sa profondeur de 28 m environ, l'ouvrage ne nécessite pas d'ascenseur. Le puit comporte un escalier et une trémie matériels pompiers.

Les émergences sont situées au-dessus du bâtiment et assurent la ventilation haute naturelle des postes force. La hauteur maximum du bâtiment est inférieure à 8,20 m au droit des ventilations hautes et de l'ordre de 7,00 m au niveau haut des acrotères.

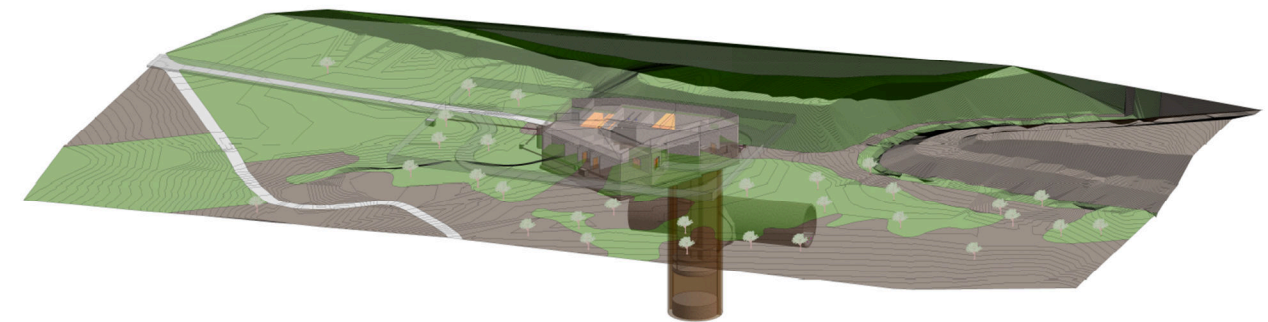


Figure 84 : Vue en 3D de l'OA 3505P

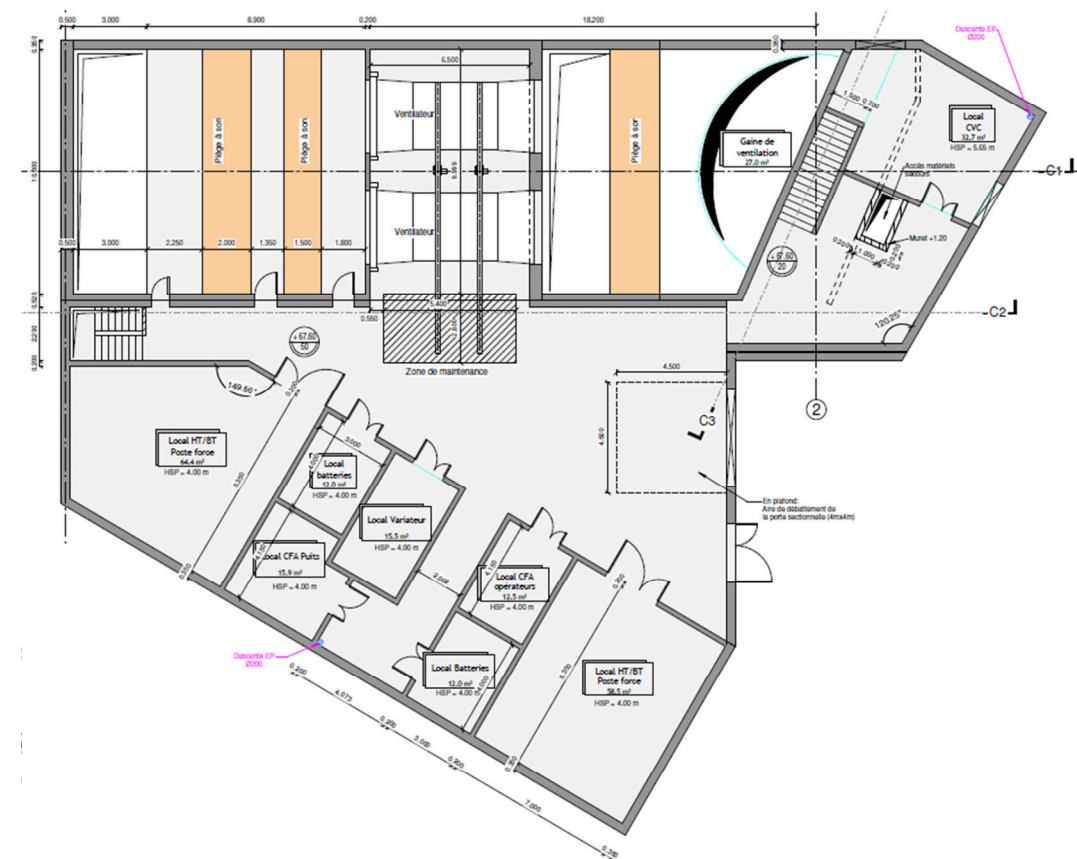


Figure 85 : Vue en plan du niveau N0 de l'OA 3505P

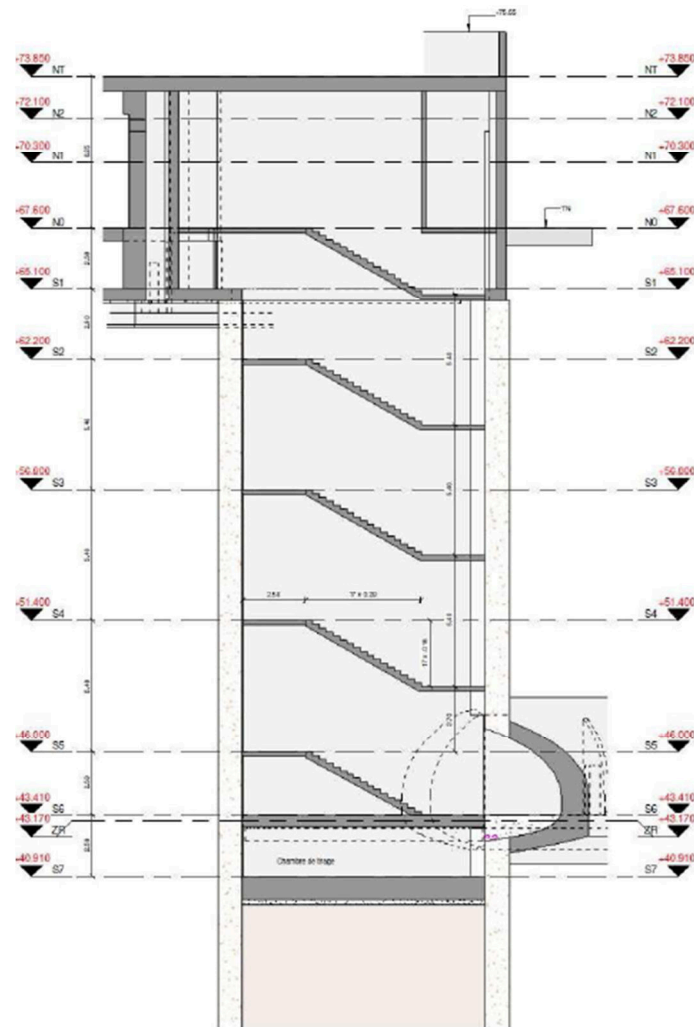


Figure 86 : Vue en coupe de l'OA 3505P et du rameau

Les caractéristiques de l'OA sont résumées dans le tableau suivant :

Fonctions	Accès de secours et ventilation/désenfumage
Forme	Circulaire
Emergent ou enterré	Emergent
Surface d'emprise	851 m ²
Profondeur	25 m
Rayon intérieur	4.80 m

Figure 87 : Caractéristiques de l'OA 3505P

L'insertion architecturale et paysagère de l'ouvrage a été conçue en cohérence avec les orientations programmatiques de la future ZAC du Triangle de Gonesse.



Figure 88 : Insertion de l'émergence l'OA 3505P

• Méthode et phasage de réalisation

Le puits est réalisé en parois moulées. Le bâtiment sera réalisé en béton armé banché, fondé sur radier général.

Le rameau de liaison puits tunnel sera réalisé en creusement traditionnel dans les sables de Beauchamp. Ces derniers sont situés sous nappe phréatique ; des parois d'étanchéité en béton plastique avec bouchon d'injection seront ainsi réalisées.

Le phasage des travaux est le suivant :

- Réalisation de la paroi du puits et des parois en béton plastique pour le rameau ;
- Réalisation du bouchon injecté (puits et rameau), terrassement, réalisation du radier ;
- Excavation/soutènement du rameau ;
- Réalisation des aménagements intérieurs puis en surface, et équipement.



Société du Grand Paris
Immeuble « Le Cézanne »
30, avenue des Fruitières
93200 Saint-Denis

societedugrandparis.fr