1
© TPI

LE RÉAMÉNAGEMENT DES VOIRIES SOUTERRAINES DES HALLES À PARIS

AUTEURS : EMMANUEL CHEVALLIER, RESPONSABLE DU PÔLE OUVRAGES DE SUPERSTRUCTURES, ISC (VINCI CONSTRUCTION FRANCE) - WILLIAM TSOPNANG, CHEF DE PROJETS ADJOINT ISC (VINCI CONSTRUCTION FRANCE) - GREGORY SMITH, DIRECTEUR TRAVAUX, GTM TP IDF (VINCI CONSTRUCTION FRANCE) - PHILIPPE LABORIE, DIRECTEUR TRAVAUX, GTM TP IDF (VINCI CONSTRUCTION FRANCE)

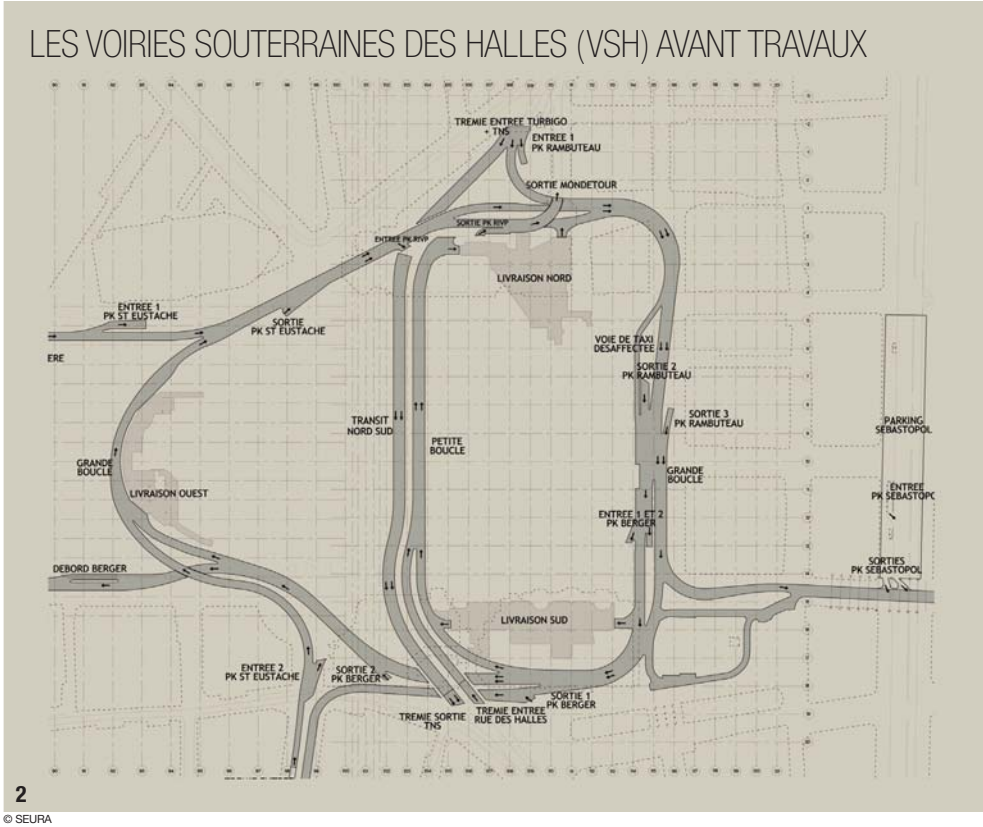
LA RESTRUCTURATION DES VOIRIES SOUTERRAINES DES HALLES S'INSCRIT DANS LE PROJET GLOBAL DE RÉAMÉNAGEMENT DU SITE DES HALLES À PARIS. CE PROJET MÉCONNU DU GRAND PUBLIC EST POURTANT INDISPENSABLE POUR LE BON FONCTIONNEMENT DU SITE. LES VOIRIES SOUTERRAINES PERMETTENT L'ACCÈS AUX 7 PARKINGS DU SITE ET AUX 3 AIRES DE LIVRAISON DU CENTRE COMMERCIAL. LES VOIRIES, VIEILLES DE 30 ANS, DOIVENT ÊTRE RESTRUCTURÉES ET MODERNISÉES AFIN DE GARANTIR LA SÉCURITÉ DU CŒUR DE LA CAPITALE. LES TRAVAUX CONSISTENT À DIMINUER LE TRANSIT ROUTIER SOUTERRAIN ET METTRE AUX NORMES LES KILOMÈTRES DE VOIRIES CONSERVÉES.

LE SITE DES HALLES

Au cœur de Paris, le site des Halles, c'est plus de sept niveaux de planchers, dont cinq niveaux souterrains. Il associe un pôle de transports en commun assurant l'interconnexion de 3 lignes RER et 4 lignes de métro et formant l'une des plus importantes gares européennes, un centre commercial de 60 000 m², parmi les plus dynamiques de l'agglomération parisienne et un ensemble d'équipements publics à caractère sportif et culturel. Il est desservi par un ensemble de voies souterraines assurant une fonction de transit entre différents points des 1er et 4e arrondissements permettant l'approvisionnement du pôle commercial, l'accès des moyens de secours et la desserte de 2 000 places de stationnement.

LE PROJET GLOBAL : LE RÉAMÉNAGEMENT DES HALLES DE PARIS

30 ans après la mise en service du site, le taux de fréquentation grandissant, le vieillissement des structures et l'évolution des normes de sécurité imposent



© SEURA

1- Ouvrage Marguerite de Navarre - Bétonnage de la dalle de couverture de la nouvelle rampe B2.

2- Les Voiries Souterraines des Halles (VSH) avant travaux.

3- Numérotation des voies.

1- Marguerite de Navarre structure - Concreting the cover slab of the new B2 ramp.

2- Les Halles underground road system (VSH) before works.

3- Road numbering.

une restructuration et une modernisation du site qui n'est plus adapté à son utilisation aujourd'hui.

Le projet de restructuration est composé de 4 marchés travaux majeurs :

→ La citée de chantier (aménagement des jardins actuels pour l'installation de bungalows commun à l'ensemble les chantiers) ;

→ Construction de la Canopée + restructuration des circulations verticales ;

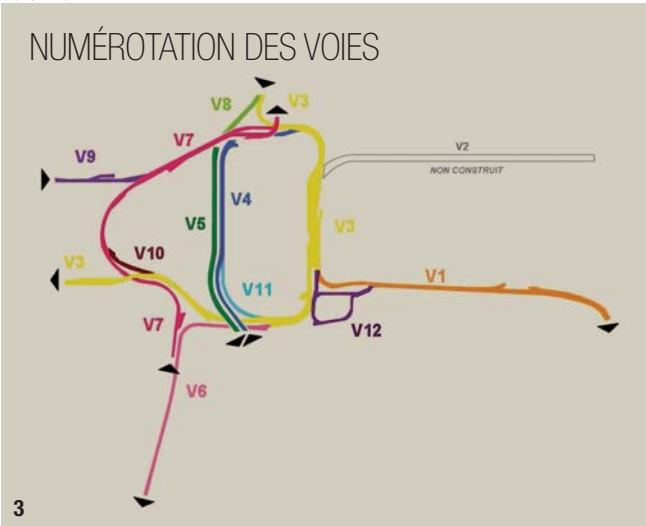
→ La restructuration des VSH (Voiries Souterraines des Halles) ;

→ La restructuration du pôle de transport en commun Châtelet-les-Halles.

Ainsi ces travaux rendront ce site plus accueillant, vivant et dynamique. Tous les jours, ce sont 750 000 voyageurs et 150 000 clients qui verront leur quotidien amélioré. Ces marchés majeurs relèvent de deux maîtrises d'ouvrage : la RATP pour la restructuration du pôle de transport en commun et la SemParisSeine pour les autres marchés.

Les travaux de réalisation de ces 4 marchés ont été confiés au groupement d'entreprises de Vinci Construction France comprenant GTM TP IdF, Chantiers Modernes Construction et TPI. Les études de structures et méthodes, ont été réalisées intégralement réalisé par ISC (Ingénierie des Structures et des Chantiers), filiale ingénierie de Vinci Construction France pour les projets de restructuration des VSH et du pôle transport en commun.

© GRONTMIJ



LES VOIRIES SOUTERRAINES DES HALLES

Actuellement, les voiries souterraines des Halles représentent plus de 4 km de voies routières assurant 3 fonctions. Elles permettent le transit routier au travers des Halles, s'inscrivant dans la continuité du réseau routier de la capitale. Elles permettent également l'accès logistique aux 3 aires de livraison principales permettant le bon approvisionnement et fonctionnement du site. Enfin, ce réseau souterrain permet aux automobilistes d'accéder aux 7 parkings souterrains du site (figure 2).

La voirie souterraine des Halles comporte actuellement (figure 3) :

→ Une bretelle de sortie vers la rue du Renard (voie n°1 - mise en service en 1977) ;

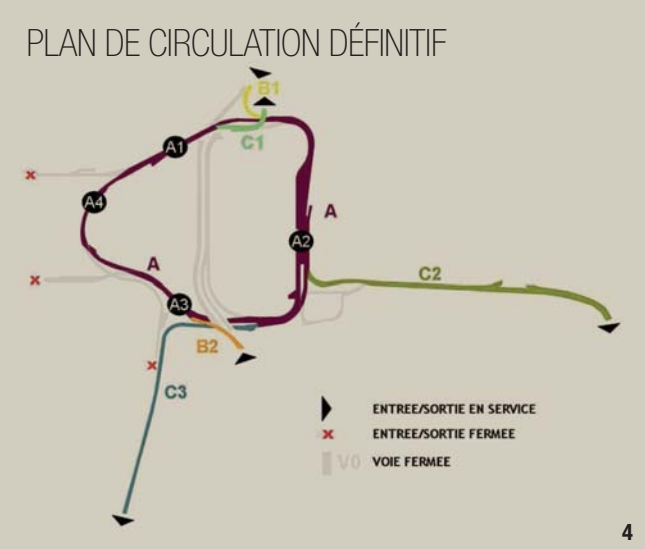
→ Un axe nord-sud de la rue de Turbigo à la rue des Halles mis en service en 1977 (voie n°5) ;

→ Une boucle de petit diamètre permettant la sortie du parc de stationnement Berger et desservant les installations du PC police voirie mise en service en 1979 (voie n°15) ; ▷

→ Une boucle intérieure autour du niveau -2 du forum des Halles, mise en service en 1979 (voies n°3, 4 et 11) ;
→ Une bretelle d'entrée depuis la rue Coquillère, mise en service en 1980 (voie n°9) ;
→ Une bretelle de sortie vers la rue du Louvre mise en service en 1980 (bretelle de la voie n°3) ;
→ Une bretelle de sortie vers le Pont Neuf mise en service en 1982 (voie n°6) ;
→ Une boucle ouest : entrée rue du Pont Neuf et sortie rue Mondétour, mise en service en 1984 (voie n°7).

Ces voies desservent les aires de livraison du Forum pouvant accueillir des poids lourds :
→ L'aire nord desservie par la voie n°4 ;
→ L'aire sud avec accès par la voie n°3 et sortie par la voie n°11 ;
→ L'aire ouest avec accès par la voie n°10 et sortie par la voie n°7 ;

Ces voies permettent également de rejoindre des parcs de stationnement de véhicules :
→ Le parc du centre Georges Pompidou accessible aux PL ;
→ Le parc Rambuteau ;
→ Le parc Berger ;
→ Le parc St-Eustache ;
→ Le parc Sébastopol-les-Halles (sortie uniquement) ;
→ Le parc RIVP Immeuble Rambuteau.



© GRONTMIJ

Ces voiries routières sont situées au-dessus des niveaux du réseau RATP, c'est-à-dire que, structurellement, ces voiries sont portées par une ossature béton composée de poteaux, de poutres-voiles en béton armé ou précontraint, de planchers béton reprenant les charges routières tel un pont.

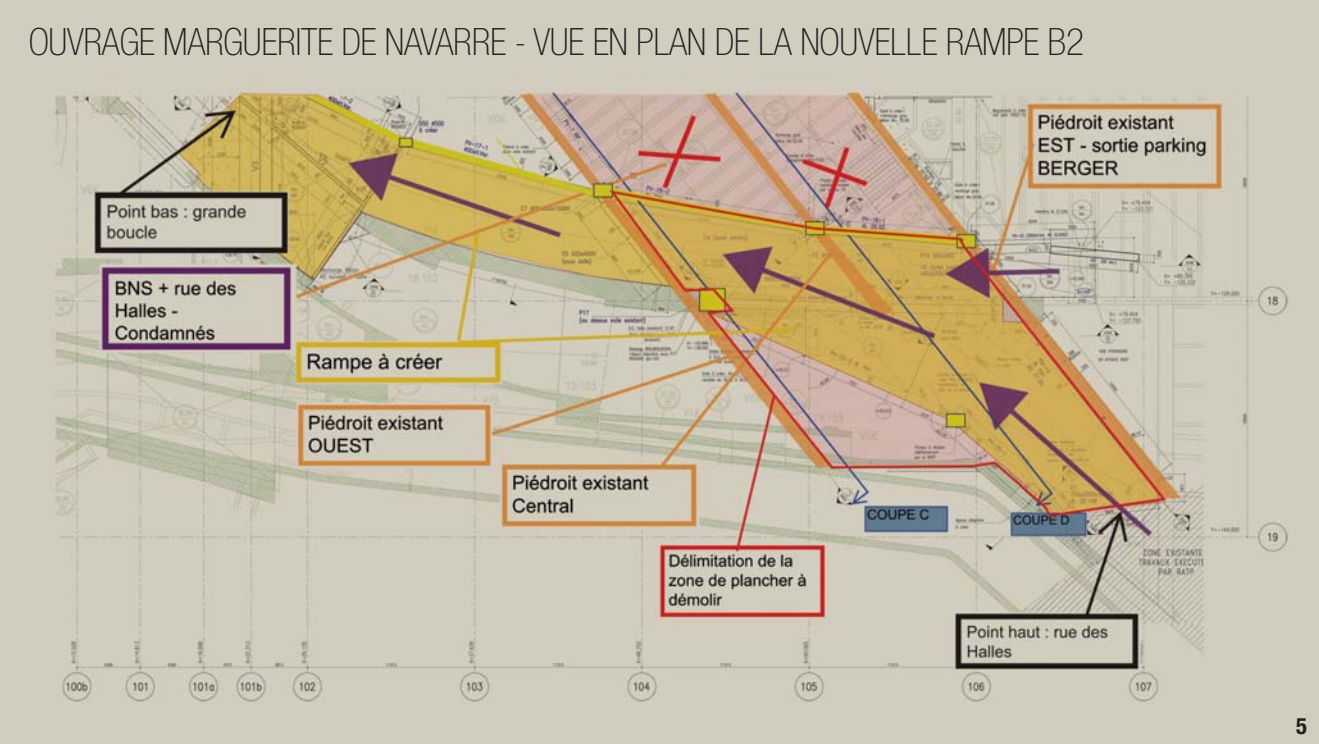
Le projet de restructuration des VSH (figure 4) consiste, d'une part, à réduire le nombre de voies circulées (parfois au profit d'espaces commerciaux augmentés) et, d'autre part, à mettre aux normes de « sécurité tunnels » les voiries souterraines conservées (création d'issue de secours (IS), système d'aération et d'alerte, tenue au feu des ouvrages). Il s'agit de travaux de démolition lourde, de travaux de renforcement de structures existantes par des structures en béton armé et en charpente métallique, de travaux de terrassement, de la réalisation des fondations (semelles superficielles et micropieux), de la réalisation de structures neuves en béton armé et en charpente métallique, de la réalisation des maçonneries, des travaux de protection au feu, de la réalisation de tunnels et de puits. Les conséquences principales de ces travaux sont (hormis la sécurisation des voiries) :
→ La suppression de l'axe Nord-Sud (voie n°5) ;
→ La suppression de la bretelle d'entrée depuis la rue Coquillière (voie n°9) ;
→ La suppression de la bretelle de sortie vers la rue du Louvre (voie n°3 partiellement) ;
→ La suppression de l'entrée rue du Pont Neuf (voie n°7 partiellement) ;
→ La suppression de la petite boucle (voies n°4 et n°11) ;
→ La reconfiguration de la trémie d'entrée rue des Halles afin de permettre un accès direct à la grande boucle depuis le sud ;

4- Plan de circulation définitif.

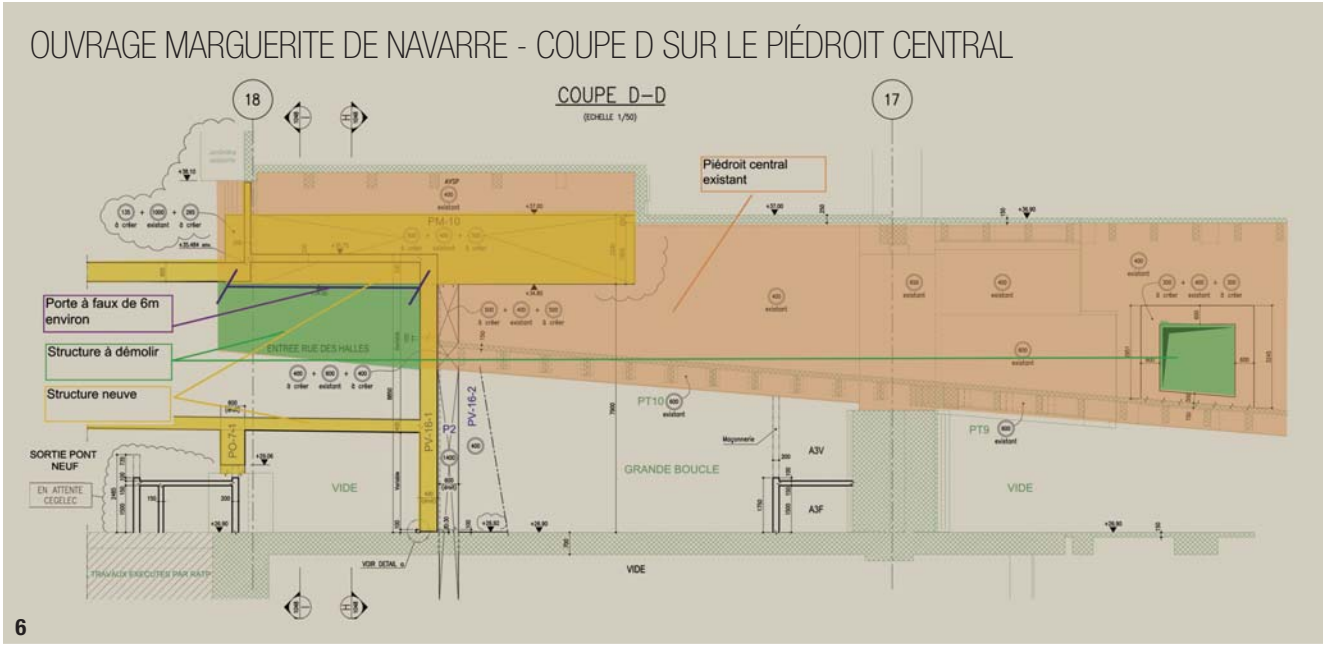
5- Ouvrage Marguerite de Navarre - Vue en plan de la nouvelle rampe B2.

4- Final traffic plan.

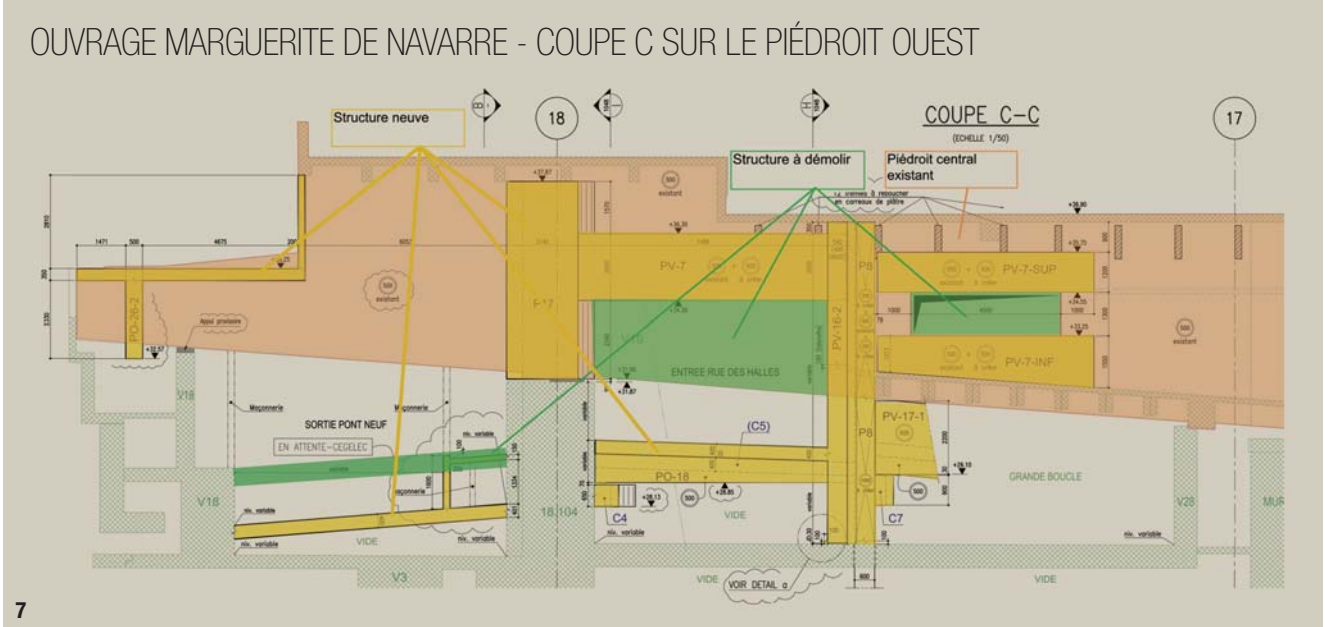
5- Marguerite de Navarre structure - Plan view of the new B2 ramp.



© ISC



© ISC 6



© ISC 7

→ La reconfiguration de la trémie de sortie rue du Renard.

Ainsi, les voiries souterraines comporteront (figure 4) :

→ Une voie formant une boucle (voies A1, A2, A3, A4) avec la voie A3 permettant l'accès à l'aire de livraison Sud, et la voie A4 permettant l'accès à l'aire de livraison Ouest et Medicis ;

→ Une voie d'entrée depuis la rue des Halles (voie B2) ;

→ Une voie d'entrée depuis la rue de Turbigo (voie B1) permettant l'accès à l'aire de livraison Nord ;

→ Une voie de sortie vers la rue Mondétour (voie C1) ;

6- Ouvrage Marguerite de Navarre - Coupe D sur le piédroit Central.

7- Ouvrage Marguerite de Navarre - Coupe C sur le piédroit Ouest.

6- Marguerite de Navarre structure - Cross section D on the Central wing wall.

7- Marguerite de Navarre structure - Cross section C on the West wing wall.

→ Une voie de sortie vers la rue du Renard (voie C2) ;

→ Une voie de sortie vers la rue Pont Neuf (voie C3).

Ces voies permettent également de desservir des parcs de stationnement de véhicules :

→ Le parc Rambuteau (voies B1, A2) ;

→ Le parc St-Eustache (voies B2, A1) ;

→ Le parc Berger (voies A2, C1) ;

→ Le parc RIVP immeuble Rambuteau (voies A4, C1) ;

→ Le parc Sébastopol les Halles (uniquement en sortie) (voie C2) ;

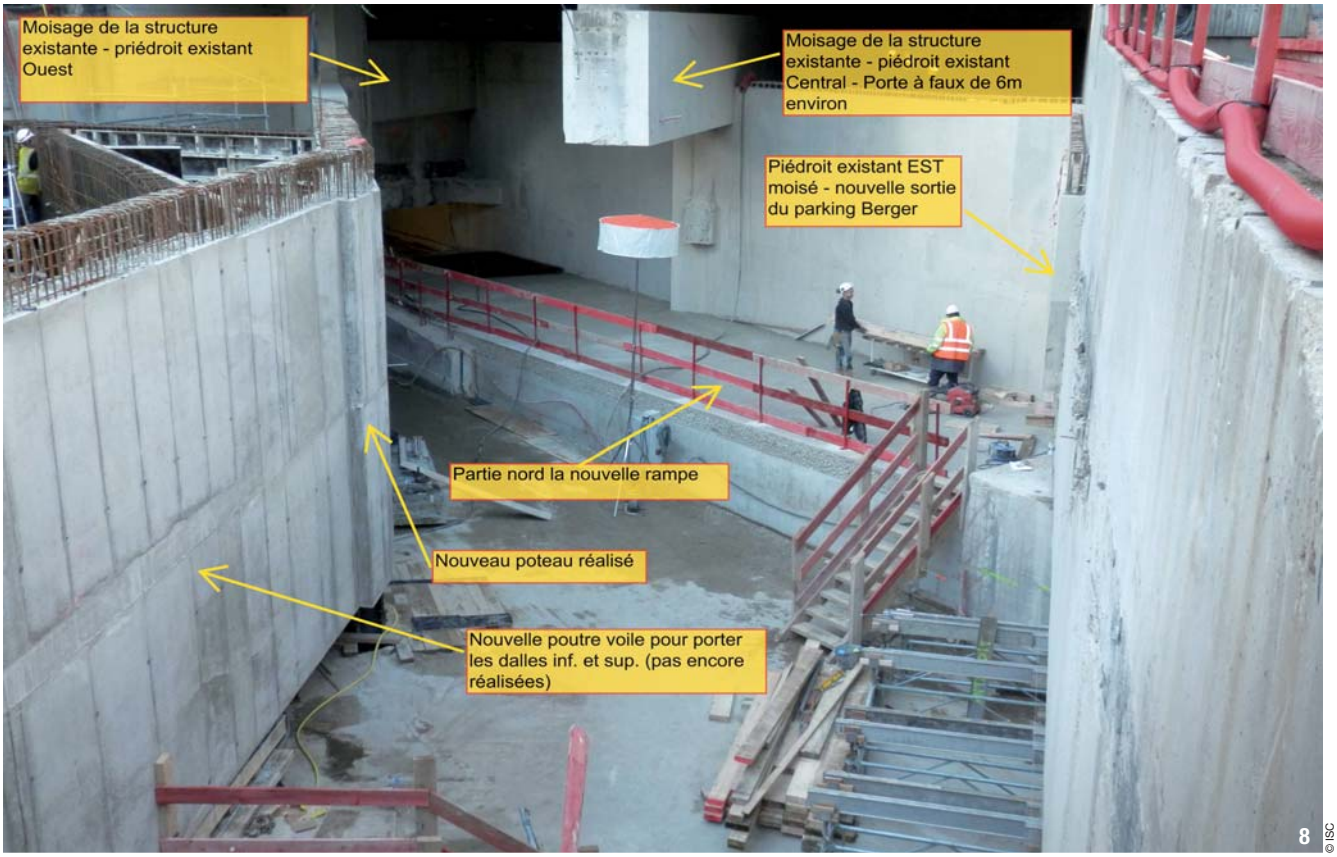
→ Le parc du centre Georges Pompidou (voie C2) ;

→ Le parc hôtel Novotel (voie B2).

L'OUVRAGE « MARGUERITE DE NAVARRE »

Cet ouvrage est le plus complexe du projet des restructurations des VSH. Il consiste à dévier l'actuelle voie « entrée rue des Halles » (voie n°4 actuelle qui permet d'aller du Sud vers le Nord, figure 3), en créant une rampe pour rejoindre la « grande boucle » qui est 2,50 m plus bas environ et notamment les voies actuelles n°3, 10 et 7. Est ainsi créée la nouvelle voie B2 (figures 4 et 5).

Également, dans cette zone, la sortie du parking Berger est modifiée et sera désormais du côté de cette nouvelle rampe à créer. ▷



© ISC

© ISC

8- Ouvrage Marguerite de Navarre - Nouvelle rampe B2 à fin décembre 2012.

9- Ouvrage Marguerite de Navarre - Nouvelle rampe B2 vue depuis la petite boucle.

8- Marguerite de Navarre structure - New B2 ramp at end-December 2012.

9- Marguerite de Navarre structure - New B2 ramp seen from the small loop.

Le barreau Nord-Sud (BNS) + rue des Halles est une structure en double caisson constituée de 3 piédroits (Ouest, Central et Est), un plancher inférieur de roulement et une dalle de couverture.

Pour « descendre » de la rue des Halles vers la grande boucle, il faut :

→ En démolition :

- Démolir les planchers inférieur et supérieur (dont une poutre existante de 1,7 m x 1,6 m sur 17 m de portée) (figure 5) ;
- Démolir partiellement les piédroits Est, Ouest et Central (figures 6 et 7) ;

→ En structures neuves :

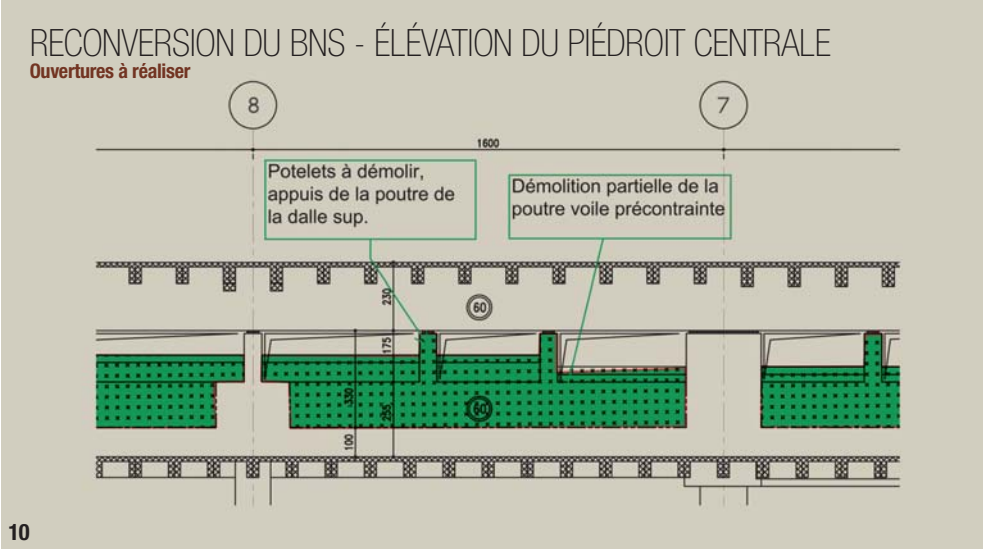
- Renforcer les piédroits (figures 6 et 7) ;
- Créer les poteaux + appareils d'appuis ;
- Créer les nouvelles poutres ;
- Créer les nouveaux planchers : dalle inférieure + dalle de couverture ;
- Créer les poutres-voiles qui ferment la nouvelle rampe.

Du fait de la démolition des poutres-voiles existantes porteuses dont une partie de la structure est conservée, le phasage d'exécution est phasé entre le renforcement de l'existant et la réalisation de la structure neuve.

LA RECONVERSION DU BNS (BARREAU NORD-SUD)

Le BNS est intégralement reconverti. C'est ainsi plus de 110 m de voiries (voies V4 et V5, figures 2 et 3) qui sont fermées à la circulation routière au profit d'espaces commerciaux.

Les véhicules circulaient à l'intérieur d'un double caisson qui portait entre les poteaux du forum, espacés tous les 16 m.



© ISC 10

Pour permettre la libre circulation des futurs utilisateurs de ces commerces, il est prévu de créer de grandes ouvertures dans la poutre-voile centrale file 103 (figure 10).
La démolition à un double impact : d'une part les potelets qui soutiennent la poutre de la dalle supérieure sont à démolir : il faut donc renforcer cette poutre pour qu'elle puisse porter sur 16 m au lieu de 5 m actuellement (coupe type, figure 11). La structure existante est moisée par des renforts en béton armé (liaison du neuf avec l'existant par scellement). Les renforts en béton armé sont dimensionnés pour reprendre la totalité des efforts.
Les poteaux espacés tous les 16 m reprennent également plus de charge du fait de la suppression des potelets intermédiaires, ils sont renforcés par moisage également (figures 11 et 12).

10- Reconversion du BNS - Élévation du piédroit centrale - Ouvertures à réaliser.

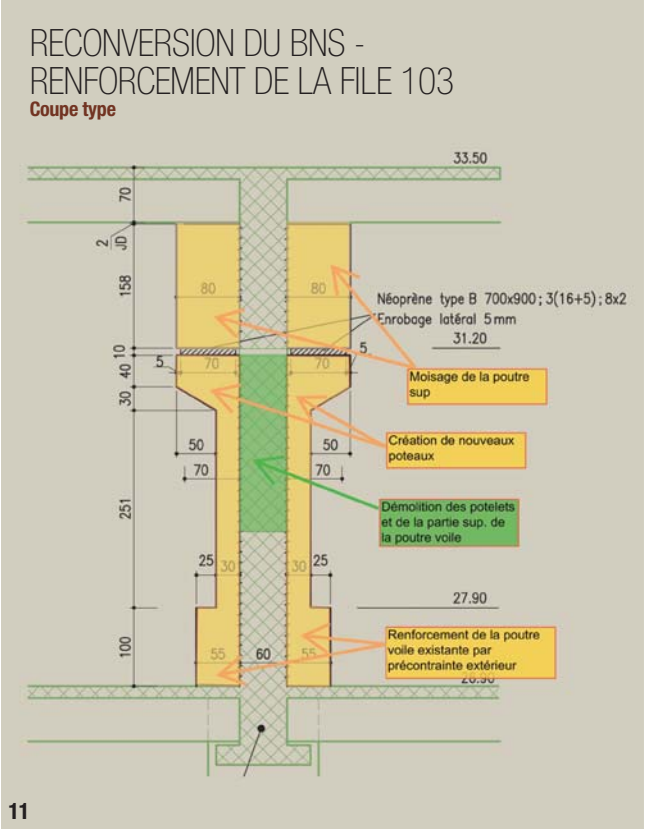
11- Reconversion du BNS - Renforcement de la file 103 - coupe type.

12- Reconversion du BNS - Reforcement des poteaux.

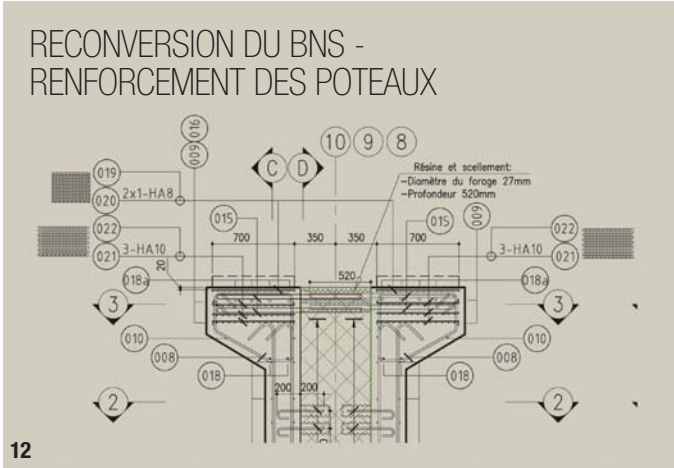
10- Redevelopment of the BNS - Elevation of central column - Openings to be executed.

11- Redevelopment of the BNS - Strengthening row 103 - typical section.

12- Redevelopment of the BNS - Strengthening the pillars.



© ISC 11

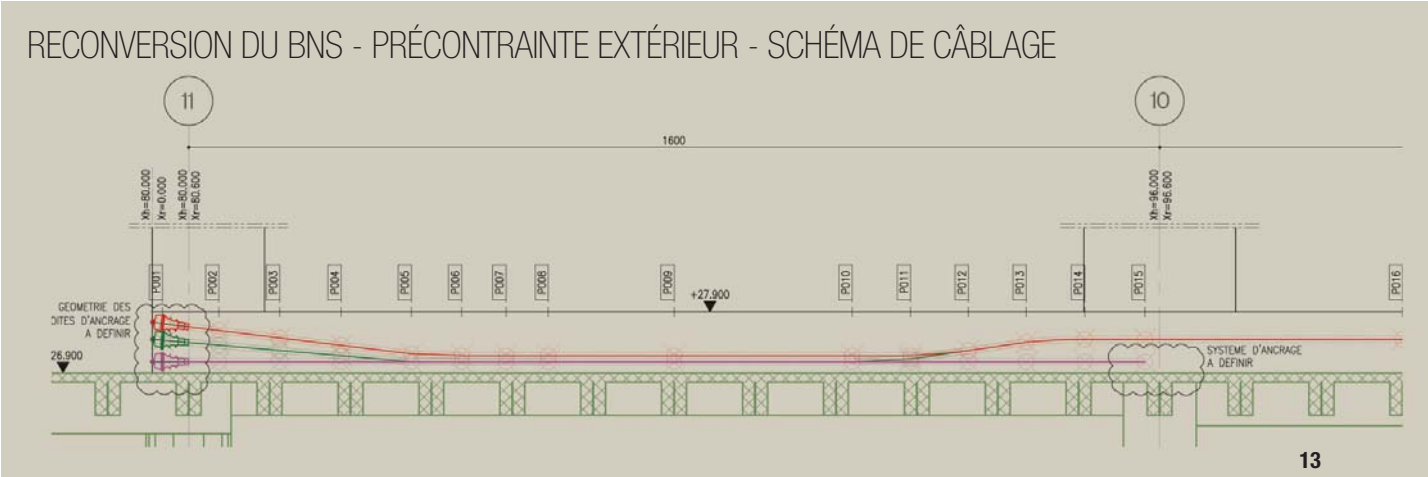


12

D'autre part, la démolition partielle du voile engendre une perte d'inertie de la poutre et oblige la suppression de plusieurs câbles précontraints. Car la poutre-voile de la file 103 est une poutre en béton précontraint par post tension qui a maintenant plus de 30 ans d'âge.
Le renforcement de la poutre-voile se fait par l'ajout de précontrainte qui moise la structure existante, voir le schéma de câblage (figure 13).

LES GAINES DE VENTILATION, LES ISSUES DE SECOURS, LES NICHES DE SÉCURITÉ

Le projet de restructuration des VSH inclut également la mise aux normes des sécurités des voiries conservées En plus des plaques de protection de la structure face au feu, ce sont des kilomètres de gaines techniques qui sont réalisés.
Ces gaines techniques servent à compartimenter les différentes gaines de ventilation, les issues de secours et les niches de sécurité.
Elles sont traitées au cas par cas suivant la composition structurelle de la voirie considérée.
Dans tous les cas, elles doivent avoir la capacité de résister à un choc de voiture. Il s'agit donc d'une structure en béton armé de 1,50 m de haut minimum, surmontée d'un mur maçonné. Suivant les normes en vigueur, ce linéaire de gaine est ponctué par les issues de secours et les niches de sécurité.
Les issues de secours permettent l'évacuation des utilisateurs des voiries vers la surface, d'où une interface importante avec les projets en surface pour s'assurer de la cohérence des circulations verticales entre différents marchés (notamment avec le projet Canopée). ▷



13
© ISC

LES CONTRAINTES D'UN TEL PROJET

La restructuration des VSH est un projet complexe car c'est un chantier de réhabilitation lourde où les travaux à réaliser sont tributaires de l'existant. Mais plusieurs éléments majeurs amplifient la complexité de ce projet particulier :

→ Des structures existantes qui ont plus de 30 ans et dont une grande partie est enterrée.

→ Un site très étendu, avec maintien en exploitation de l'activité (commerces, équipements culturels, pôle de transport en commun RER et métro). Outre le fait de maintenir l'accès aux usagers, cela implique également le respect des réglementations et normes de sécurité pour les ERP et cela pendant chacune des phases travaux.

→ Un chantier au cœur de la capitale : problématiques et contraintes liées au maintien du confort des riverains et des usagers (accès chantier, gestion des approvisionnements, gestion des nuisances telles que le bruit et la poussière, etc.).

→ L'imbrication des différents projets avec des maîtrises d'œuvre différentes sur un site commun, des interventions concomitantes ou enchaînées sur des mêmes secteurs. Une organisation et une logistique de chantier à maîtriser : le phasage des travaux et des livraisons.

→ La gestion d'un grand nombre d'intervenants, aussi bien institutionnels qu'opérationnels.

→ Des natures de travaux différentes : réhabilitation, travaux neufs, travaux de bâtiments, travaux de voirie.

13- Reconversion du BNS - Précontrainte extérieur - schéma de câblage.

14- Plan de circulation phase 1.

15- Plan de circulation phase 2.

13- Redevelopment of the BNS - External prestressing - cabling diagram.

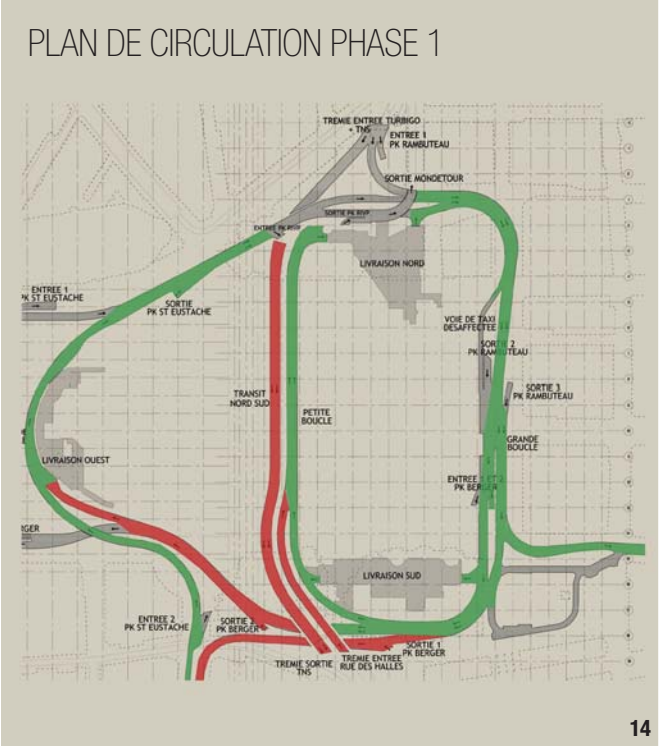
14- Traffic plan phase 1.

15- Traffic plan phase 2.

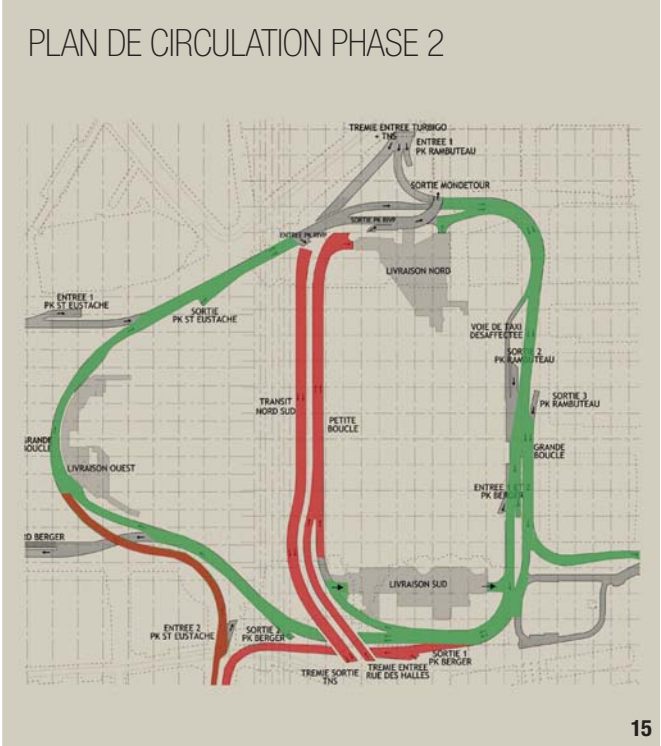
LES PLANS DE CIRCULATION EN PHASE TRAVAUX

5 plans de circulation sont nécessaires pour la réalisation des travaux tout en maintenant les voiries partiellement en service :

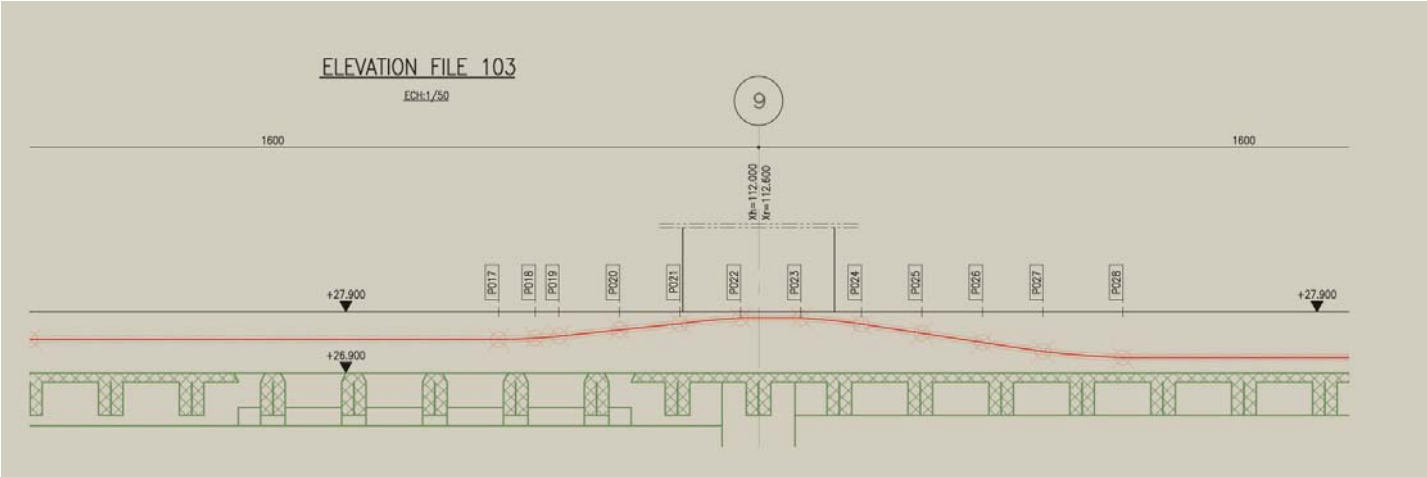
→ Plan de circulation A, phase 1 : 85 jours (17/05/11 au 19/09/11).



14



15
© ISC



→ Plan de circulation B phase 1 : 760 jours (19/09/11 au 30/10/14).
→ Plan de circulation C phase 2 : 190 jours (30/10/14 au 18/08/15) Phase 2 bis et phase 3.
→ Plan de circulation D phase 2 : 160 jours (18/08/15 au 08/04/16).

Durant les travaux dans les VSH, le tunnel reste ouvert à la circulation et les aires de livraison sont maintenues en fonctionnement. De ce fait, les travaux suivent un phasage très précis et sont calés sur plusieurs plans de circulations (emprise de chantier sur la voirie, modification de circulation, etc.). Le tunnel et les aires de livraison étant toujours en fonctionnement, tous les organes de sécurité doivent être opérationnels (bornes incendie, issues de secours, ventilation, etc.) durant toutes les opérations. Depuis le 30 octobre 2014, et après 3 ans de travaux, le chantier des VSH a changé de plan circulation, nous sommes passés de la phase 1 à la phase 2 (figures 14 et 15).

Ce basculement a pour but de rouvrir à la circulation un tronçon de 300 m complètement réhabilité (partie sud de la grande boucle) et de fermer définitivement le BNS afin d'y réaliser les travaux de précontrainte, d'une part, et la création de 3 500 m² de surfaces commerciales, d'autre part. □

RÉCAPITULATIF DES DONNÉES PRINCIPALES DE L'OUVRAGE

O.S. DE DÉMARRAGE DES TRAVAUX : 01/04/11
DÉLAI DE RÉALISATION DES TRAVAUX : 5,5 ans
LIVRAISON SELON PLA 0015L : 08/03/16
POIDS TOTAL DES ACIERS (HA + TS) : 280 t
VOLUME TOTAL DE BÉTON : 3800 m³

INTERVENANTS DE L'OUVRAGE

MAÎTRE D'OUVRAGE : SemPariSeine
GROUPEMENT MAÎTRISE D'ŒUVRE : Ginger Sechaud Bossuyt

GROUPEMENT D'ENTREPRISES

- **Génie Civil : Gtm TP IDF (Mandataire) ; Sogea TPI ; Chantiers Modernes Construction**
- **Équipementier : Sdel ; Cegelec**
- **VRD : Eurovia**

PRINCIPAUX SOUS-TRAITANTS DU GROUPEMENT GC :

- **Entreprise sous-traitante études d'exécution structures et méthodes génie civil : ISC (Vinci Construction France)**
- **Entreprise sous-traitante Protection Feu : Groupement Freyssinet / POA / IFS (Vinci Construction France)**
- **Entreprise sous-traitante Démolition : Delair CFD (Vinci Construction France)**
- **Entreprise sous-traitante Serrurerie : Idf Métallerie / Saml / Gesop**
- **Entreprise sous-traitante Plomberie : Airess**
- **Entreprise sous-traitante Signalisation : Signature (Vinci Construction France)**
- **Entreprise sous-traitante Désamiantage : Cms (Vinci Construction France)**
- **Entreprise sous-traitante Corps d'État Secondaire : Nvm Bat**

ABSTRACT

RENOVATION OF THE UNDERGROUND ROADS OF LES HALLES IN PARIS

VINCI : E. CHEVALLIER, W. TSOPNANG, G. SMITH, P. LABORIE

Structural re-engineering of the underground roads of Les Halles *is a complex renovation project in a constrained environment: the site of Les Halles, in the heart of the French capital. This is a project carried out in the dark, unknown, relatively invisible but essential for satisfactory functioning of the facility in complete safety. The technical exploits required and interfacing between all those involved in the work on site make this an extraordinary project. After the execution phase, project adjustments and fine tuning are a reality requiring that designers and contractors be capable of reaction, adaptation and a spirit of enterprise. A knowledge of the existing structure, which is more than 30 years old, is a mandatory requirement for the success of this project.* □

LA REORDENACIÓN DE LAS VÍAS DE CIRCULACIÓN SUBTERRÁNEAS DEL BARRIO DE LES HALLES EN PARÍS

VINCI : E. CHEVALLIER, W. TSOPNANG, G. SMITH, P. LABORIE

La obra de reestructuración de las vías de circulación subterráneas del barrio de Les Halles *es una importante obra de rehabilitación en un entorno difícil: el barrio de Les Halles, en el centro de la capital francesa. Es la obra de la sombra, desconocida, poco visible pero indispensable para el buen funcionamiento del lugar, de forma completamente segura. Las proezas técnicas que se deben realizar, así como las interfaces entre todos los participantes en las obras hacen que se trate de un proyecto atípico. A pesar de la fase ejecución, los ajustes y la puesta a punto del proyecto son una realidad que moviliza a los diseñadores y a las empresas sobre su capacidad para reaccionar, adaptarse y emprender. El conocimiento de la estructura existente, con más de 30 años de antigüedad, es una obligación para el éxito de este proyecto.* □