

Lundi 15 décembre 2014

Service de presse

Ville de Rennes/Rennes Métropole

Tél. 02 23 62 22 34

> Ligne b de métro de Rennes Métropole

Le tunnelier "Elaine" baptisé

Vendredi 19 décembre 2014



Interlocuteur

Emmanuel Couet,

Président de Rennes Métropole

Président de la Semtcar

Sommaire

- > Communiqué de presse
- > Le tunnelier
- > Une ligne de métro au service de l'agglomération
- > Un projet porteur d'emplois pour Rennes Métropole et la Bretagne
- > Le groupement des entreprises du Lot 1 : tunnel foré au tunnelier, stations et puits associés
- > Le groupement de maîtrise d'œuvre
- > Le mandataire délégué du projet : la Semtcar
- > Les dates et chiffres clés du projet
- > Visuels disponibles



Chantier de réalisation de la station Saint-Germain – été 2014

Service de presse

Ville de Rennes/Rennes Métropole

Tél. 02 23 62 22 34

Lundi 15 décembre 2014

> Ligne b de métro de Rennes Métropole

Le tunnelier "Élaine" baptisé vendredi 19 décembre 2014

Vendredi 19 décembre 2014, pour honorer une tradition de la corporation des Mines, les partenaires du projet de la ligne b de métro de Rennes Métropole vont se retrouver sur le chantier de la base-vie, pour la cérémonie de baptême du tunnelier qui annonce les derniers préparatifs avant la phase de creusement des huit kilomètres de galerie, à plus de 20 mètres sous terre.

Sur le site de La Courrouze, entre les Villes de Rennes et de Saint-Jacques-de-la-Lande, la minutieuse reconstruction de l'impressionnant engin de **82 mètres de long et de 1450 tonnes** est désormais achevée. Il donnera ses premiers tours de roue au tout début de l'année 2015. Le tunnelier progressera ensuite d'environ **300 mètres par mois** et devrait parvenir en 2017 à son point de sortie, entre les futures stations Les Gayeulles et Joliot-Curie. Fin 2019, la seconde ligne de métro automatique de Rennes Métropole reliera le Sud-Ouest et le Nord-Est de la métropole, et desservira 15 stations, actuellement en chantier.

Un chantier d'une ampleur exceptionnelle

Le chantier de la deuxième ligne de métro de Rennes est actuellement **le plus gros chantier de travaux publics en France pour un collectivité territoriale**, avec un coût d'**1,194 milliard d'euros HT** (valeur janvier 2010). D'après la Fédération du bâtiment et des travaux publics d'Ille-et-Vilaine, **5500 emplois** seront nécessaires à la réalisation de la ligne (directs et indirects). Les études et travaux de réalisation de la ligne b, sont cofinancés par l'Union européenne, l'État, la région Bretagne et le département d'Ille-et-Vilaine. Il bénéficiera d'un prêt exceptionnel par son montant de la Banque européenne d'investissement (BEI) de 300 millions d'euros.

La mutation d'une Métropole

Plusieurs projets structurants vont aboutir entre 2016 et 2019, d'autres seront bien avancés : une cité internationale, un centre des congrès, la mise en service de la ligne à grande vitesse, un pôle d'échanges multimodal de la gare de Rennes, une seconde ligne de métro, de nouveaux quartiers, accueillant logements et activités. Ces grands projets vont contribuer à identifier Rennes comme une Métropole de plein exercice, confortant son attractivité et son dynamisme.

"Les grues ne se voient que sur les territoires qui se développent." insiste Emmanuel Couet, Président de Rennes Métropole. *"Tous ces projets contribuent aussi à conserver les emplois sur le territoire et en attirer de nouveaux."*

2019, une année majeure pour les transports

Le projet de ligne b du métro répond à la dynamique urbaine de l'agglomération qui est l'une des plus fortes de France. De 33 millions de voyages assurés au cours de l'an 2000, le réseau STAR est passé à 74,7 millions de voyages enregistrés en 2013. Avec la création de la ligne b, les prévisions de trafic sont de 120 millions de voyages en 2020. Elle desservira les écoquartiers La Courrouze, au sud, et ViaSilva, à l'est, qui répondent aux enjeux de croissance de la démographie de la Métropole en évitant l'étalement urbain. Cette seconde ligne permettra d'accompagner le développement de la métropole de demain en tissant un réseau alliant utilités sociale, économique et environnementale.

***NB :** Des journées portes ouvertes à destination du grand public seront organisées les 21 et 22 décembre prochains sur le site de la base vie du tunnelier.*

Le Tunnelier

Le tunnelier de la ligne b est trois fois plus puissant que celui utilisé fin des années 90 pour réaliser la ligne a.

Fiche d'identité :

Longueur totale : 82 m (bouclier + 3 remorques)

Diamètre : 9,45 m

Masse : 1450 tonnes

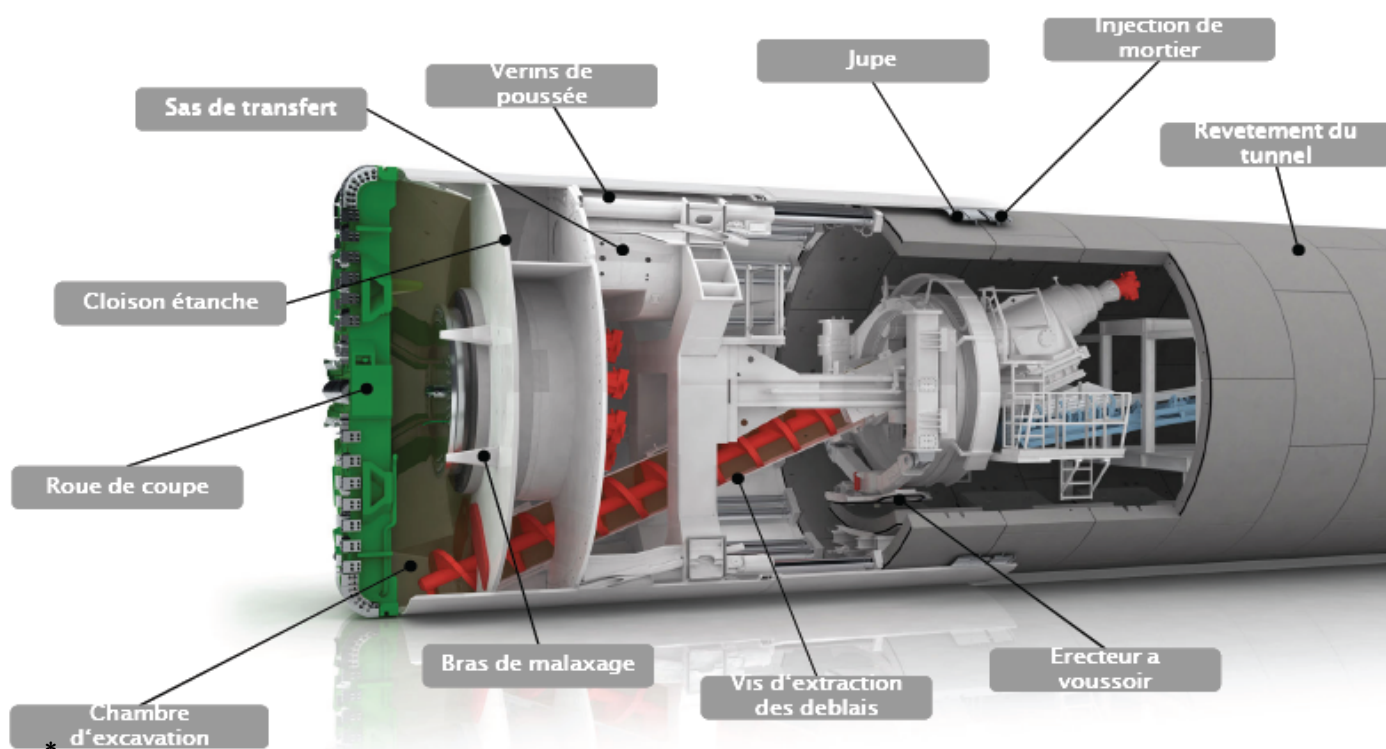
Vitesse de creusement maximum : 2 m par heure

Nombre de voussoirs : 31 000 (pièces de béton préfabriquées constituant le revêtement du tunnel)

Profondeur moyenne de creusement : - 25 m

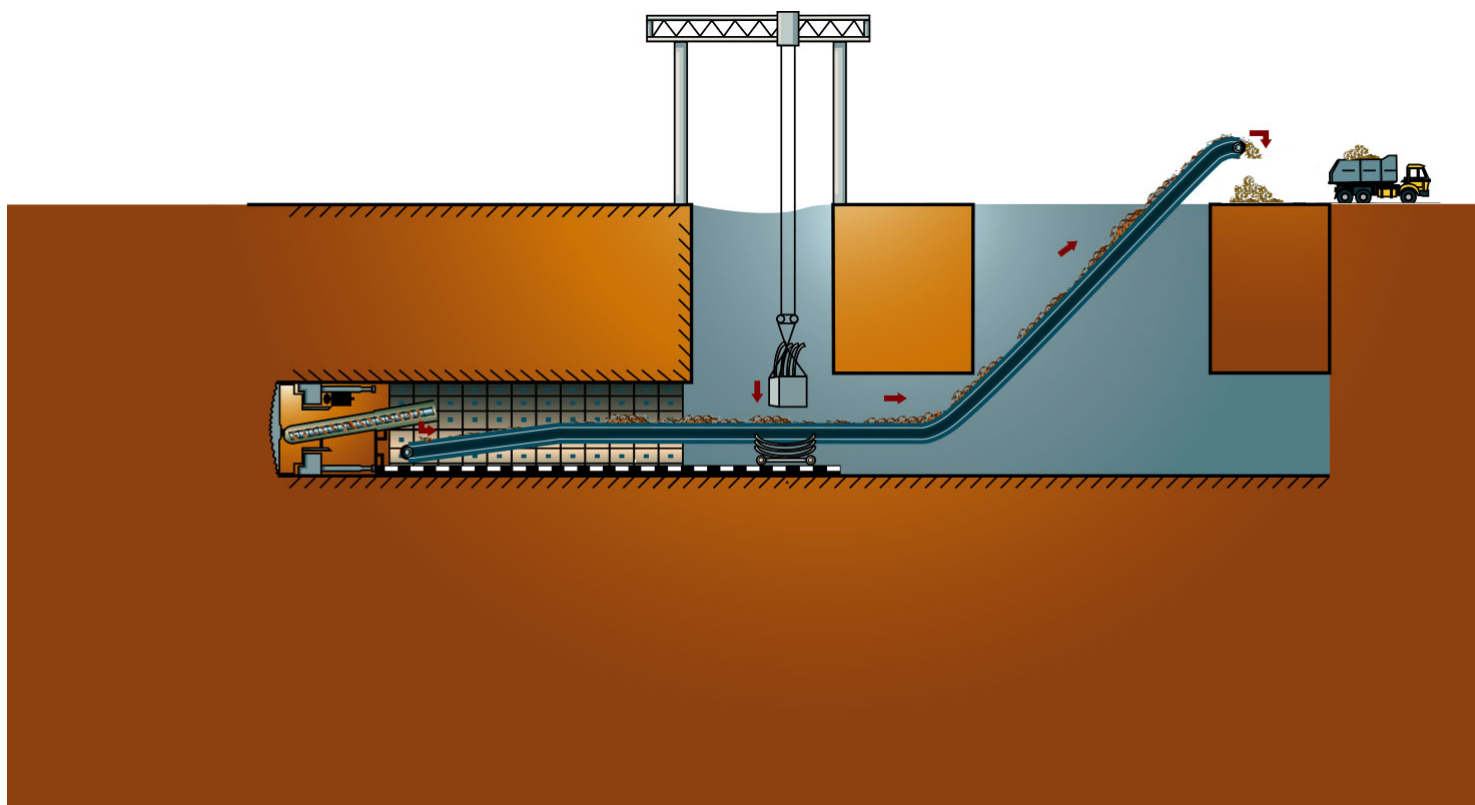
Volume de terrain à extraire : 572 000 m³

Puissance : 3,2 MW (1,28 pour la ligne a)



La partie avant du tunnelier : le bouclier avec sa roue de coupe
Visuel : Herrenknecht AG. Document non contractuel

Long de plus de 8 km, le tunnel profond de la ligne b est creusé à partir de l'écoquartier La Courrouze avec un tunnelier de 9 m de diamètre.



Principe de creusement avec un tunnelier

Comme une grosse râpe, le tunnelier va grignoter le sous-sol rennais à une profondeur d'environ - 25 m, 24h/24, 7 jours/7.

Introduit dans un puits à La Courrouze fin 2014, il ressortira de terre mi-2017 boulevard de Vitré, après avoir creusé plus de 8 kilomètres et relié 9 stations.

Au fil de sa progression, il pose les anneaux de béton (appelés voussoirs) qui constituent la paroi du tunnel. Tous les voussoirs sont approvisionnés depuis La Courrouze par des wagonnets circulant dans le tunnel. Dans l'autre sens, tous les déblais extraits par le tunnelier sont évacués jusqu'au site de La Courrouze sur un tapis roulant qui s'allonge dans le tunnel au fur et à mesure du creusement.

Une ligne de métro au service de la Métropole



Perspective de la future station de La Courrouze – Visuel : Artefacto

La réflexion menée pour réaliser la ligne b et ses 15 stations se concrétise dans des principes d'aménagement urbain : la desserte des lieux stratégiques, l'élaboration d'un réseau dense de transports en commun ou encore le renouvellement urbain.

Sur 14 km, la ligne **b** reliera du sud-ouest au nord-est trois communes de Rennes Métropole : Saint-Jacques-de-la-Lande, Rennes et Cesson-Sévigné. La ligne **b** accompagne le développement urbain et économique de Rennes Métropole. Elle dessert les sites stratégiques comme EuroRennes ou le Centre des congrès, les opérations de renouvellement de la ville (La Courrouze, Maurepas-Gayeulles) et les nouveaux quartiers, comme ViaSilva. Elle apporte l'opportunité de rendre accessibles des équipements majeurs, qu'ils soient culturels (futur Centre des congrès, Champs Libres, Opéra, etc.), de loisirs (Thabor, Gayeulles, Prévalaye) ou universitaires (facultés du centre-ville et campus de Beaulieu).

Interconnexion et intermodalité

Le projet est associé à une volonté forte d'intermodalité et d'interconnexion s'appuyant sur un réseau de transports en commun efficace. En centre-ville, deux stations (Gares et Sainte-Anne) permettront des correspondances entre les lignes **a** et **b**, opérant des jonctions cruciales pour atteindre aisément l'ensemble de l'agglomération.

73 % des habitants de Rennes vivront à moins de 600 m d'une station de métro (ligne **a** ou **b**) et les lignes desserviront des zones représentant 49 % des emplois de Rennes Métropole. 91 % des étudiants pourront rejoindre leur établissement de formation grâce au métro. L'attractivité de l'agglomération en sera accrue.

À la gare, l'intermodalité, clé de la mobilité durable, est mise en avant. Un vaste pôle d'échanges multimodal (128 000 voyages par jour en 2020) reliera les trains TGV et TER aux métros, bus, cars et stations VéloStar. La ligne **b** favorisera aussi les déplacements doux autour des stations, et trois parcs relais seront implantés au sud et au nord du tracé, totalisant 2 000 places qui s'ajouteront aux 1 600 places créées avec la ligne **a**.

La ligne **b** répondra aussi à la stratégie métropolitaine de développement durable et de réduction d'émission de gaz à effet de serre (entre 9 000 et 14 000 tonnes de CO₂ économisées).

Elle s'insère par ailleurs dans une stratégie de désenclavement des zones urbaines sensibles (Zus) initiée par la ligne **a**. Grâce aux deux lignes, les habitants des cinq Zus rennaises auront un accès rapide aux équipements, aux services et aux emplois. À Cleunay et à Maurepas, les futures stations de la ligne **b** s'intègrent aux opérations de rénovation urbaine.

Cette nouvelle ligne créera aussi l'opportunité de requalifier les espaces publics autour des stations. La station Cesson-ViaSilva incarne un autre principe : l'anticipation de l'avenir de la métropole. Elle est liée à un projet phare : l'écocité ViaSilva 2040 (40 000 habitants, 25 000 emplois d'ici à 2040). La ligne **b** desservira d'autres secteurs urbains en projet comme l'écoquartier La Courrouze, la Zac Maurepas-Gayeulles ou EuroRennes, nouveau quartier d'affaires autour de la gare.

Un projet porteur d'emplois pour Rennes Métropole et la Bretagne

La construction de la première ligne de métro avait permis de créer plus de 1000 emplois directs par an pendant cinq ans dans le bassin rennais. Près de 500 entreprises y avaient travaillé, dont 250 entreprises bretonnes. La deuxième ligne générera au moins le même impact, et vraisemblablement davantage si l'on compare les linéaires (12,8 km pour la ligne **b** contre 8,6 pour la ligne **a**) et les montants d'investissement. Sur l'intégralité du chantier de la ligne **b**, 230 000 heures d'insertion devraient être générées selon les prévisions de la Maison de l'Emploi, de l'Insertion et de la Formation Professionnelle du bassin de Rennes. D'après la Fédération du bâtiment et des travaux publics d'Ille-et-Vilaine, 5500 emplois seront nécessaires à la réalisation de la ligne (emplois directs et indirects).

Pour mémoire, selon les engagements pris par le groupement d'entreprises, le chantier du « lot 1 », mobilisera jusqu'à 500 personnes, dont environ 60 % recrutées localement par le biais des entreprises régionales du groupement, d'entreprises de travail temporaire et de dispositifs d'insertion (plus de 105 000 heures).

L'exemple de la fabrication des voussoirs

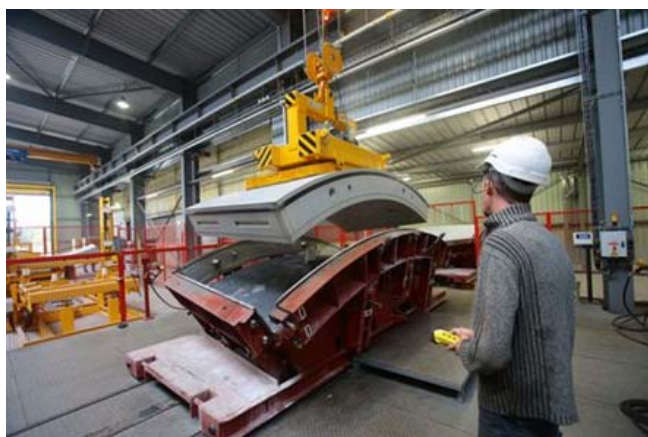
Implantée à Bruz depuis 1966, l'entreprise de béton Bonna Sabla a été sélectionnée pour construire les voussoirs qui vont former le tunnel de la ligne **b** du métro. Cinquante et un emplois sont concernés par ce chantier d'envergure.

Alors que le tunnelier va bientôt commencer à creuser la future ligne **b**, les entreprises partenaires ne chôment pas. À Bruz, l'entreprise Bonna Sabla a la charge de construire tous les voussoirs du tunnel. Ces pièces mises bout à bout formeront l'armature en béton qui constituera les parois du tunnel.

Ce contrat est une véritable aubaine. En difficulté financière à la fin de l'année 2013, le site de Bruz avait initié un plan social qui concernait 10 salariés, afin de réduire son activité. Le marché remporté pour la construction du métro a permis non seulement de sauver les 10 emplois menacés mais aussi de recruter 41 personnes supplémentaires, dont 14 via des programmes d'insertion professionnelle. En 1997 déjà, c'était la même entreprise qui avait fabriqué les voussoirs de la ligne **a**.

Pour répondre à ce marché, l'entreprise Bonna Sabla a investi 1 million d'euros dans une nouvelle unité dédiée au métro. Ce nouvel outil de production est sorti de terre en 6 mois, à côté de celui qui produit actuellement des pièces pour les réseaux de canalisation. Une partie de la nouvelle usine est dédiée au coulage du béton dans les moules et à l'étuvage.

Au total, Bonna Sabla va produire 94000 m³ de béton pour construire le tunnel et acheter 6000 tonnes d'acier pour renforcer les voussoirs.



Un voussoir, prêt à être stocké

Le groupement des entreprises du lot 1 : tunnel foré au tunnelier, stations et puits associés

C'est un groupement d'entreprises piloté par Dodin Campenon Bernard (VINCI Construction) et comprenant les entreprises GTM Ouest et Botte Fondations, toutes deux filiales de VINCI Construction France, Spie batignolles TPCI, Spie Fondations du groupe Spie batignolles et Legendre Génie Civil qui a été choisi par Rennes Métropole pour réaliser le tunnel, les 9 stations et les 4 puits associés au tunnel (lot 1) de la ligne b du métro de Rennes.



- **Dodin Campenon Bernard** réalise les Grands Projets de Travaux Souterrains et d'Ouvrages d'Art de VINCI Construction en France. Acteur majeur des Travaux Souterrains en France (en traditionnel ou au tunnelier), Dodin Campenon Bernard possède depuis plus de 50 ans de sérieuses références en matière de creusement de tunnels, notamment pour des lignes de métro : lignes Eole et Météor à Paris, ligne **a** du métro rennais, métro de Toulouse, métro de Marseille, métro de Lyon, Ligne 12 du métro parisien... Animées par une volonté d'excellence, les équipes de Dodin Campenon Bernard œuvrent au quotidien à la réussite de leurs projets afin de satisfaire leurs clients.
- **Spie Batignolles TPCI** s'impose comme un acteur de premier plan dans la réalisation des travaux souterrains, qu'ils soient ferroviaires, routiers ou hydrauliques, réalisés en méthode traditionnelle ou au tunnelier et quelle que soit la section excavée. Depuis plus de 150 ans, Spie batignolles TPCI possède d'importantes références dont les dernières démontrent une réelle démarche de maîtrise des coûts et des délais.
Le tunnel du Lioran, le tunnel de Chavanne, la réalisation de la ligne B du métro de Lyon, la conception-construction du tunnel de Saverne en Alsace et celui du tunnel de la Croix-Rousse à Lyon sont autant de chantiers emblématiques qui reflètent la compétence de ses équipes et leur engagement vis-à-vis des exigences de ses Clients.
- **Spie Fondations** est un des grands spécialistes des fondations spéciales. Présent en France et à l'international, Spie fondations possède son propre parc matériel et maîtrise l'ensemble des procédés et technologies des fondations complexes. Forte de ses 50 ans d'expertise, Spie fondations étudie et réalise des projets de fondations profondes, dans tous domaines y compris plusieurs lignes de métros à Paris, Lille, Toulouse, Marseille et Lyon.
- **GTM Ouest**, filiale de VINCI Construction France, réalise depuis de nombreuses années sur le territoire ouest de la France des chantiers de génie civil industriel, de bâtiment et de Travaux Publics.
- **Botte Fondations**, filiale de VINCI Construction France, est un des leaders nationaux des fondations spéciales. Elle intervient sur l'ensemble du territoire pour répondre aux problématiques de travaux dans le sol : pieux, micro-pieux, tirants, injection, jet grouting, parois moulées, soutènements, sondages.
- **Legendre Génie Civil**, filiale du Groupe LEGENDRE, est un des leaders régionaux dans les métiers du Génie Civil. Sa forte connaissance du bassin rennais, ainsi que sa participation à de nombreux projets d'envergure, dont la 1ère ligne du métro à Rennes, en font un acteur privilégié et reconnu sur les ouvrages à haute valeur ajoutée.

Dodin Campenon Bernard et Spie Batignolles TPCI n'en sont pas à leur première expérience commune en Travaux Souterrains. Les deux entreprises travaillent depuis une douzaine d'années ensemble et avec réussite (tunnel du Lioran, tunnel de Chavanne, tunnel du Bois de Peu, métro de Marseille, métro de Lyon, tunnel de la Croix-Rousse, tunnel de Saverne, aménagement hydroélectrique de Romanche-Gavet) et ont su s'imposer au fil des années comme parmi les leaders dans ce métier.

Ce Groupement possède toutes les ressources, les compétences techniques et l'expérience nécessaires à la réalisation de cette nouvelle ligne de métro. Le tunnel sera creusé à l'aide d'un tunnelier à pression de terre de 9,45 m de diamètre, dont le premier tour de roue est prévu pour début 2015 et qui sera équipé de CAP, système de guidage et de récupération de données techniques. Pour la réalisation des 9 stations et des 4 puits, de nombreuses techniques de soutènement seront mises en œuvre : pieux sécants, parois lutéciennes, parois cloutées, berlinoises, parois moulées, puits blindés, etc...

Le chantier du lot 1 de la ligne b mobilisera jusqu'à 500 personnes dont environ 60% seront originaires de la région rennaise par le biais de l'insertion, du recrutement direct, des entreprises locales du groupement et d'autres entreprises locales : fournisseurs et sous-traitants.



Roue de coupe en action lors de la réalisation du prolongement de la ligne B du métro de Lyon, à Oullins

Contact presse

Jean-François TANCONS

DODIN CAMPENON BERNARD

Directeur Qualité Environnement

Chargé Développement Durable et Communication

Portable : 06 03 00 86 08

Le groupement de Maitrise d'Œuvre



(mandataire)



(co-traitant)



(co-traitant)



(co-traitant)

La maîtrise d'œuvre, au sens de la loi MOP, est assurée par un Groupement avec EGIS Rail mandataire, ARCADIS, EGIS Bâtiment Centre Ouest et l'Architecte LHEUDE & LHEUDE.

EGIS

Egis est un groupe d'ingénierie, de montage de projets et d'exploitation. En ingénierie et conseil, il intervient dans les domaines des transports, de la ville, du bâtiment, de l'industrie, de l'eau, de l'environnement et de l'énergie. Dans les domaines routiers et aéroportuaires, son offre s'élargit au développement de projets, à l'investissement en capital, au clé en main d'équipements et à l'exploitation.

Avec 12 000 collaborateurs, dont 7 500 dans l'ingénierie et 881 M€ de chiffre d'affaires en 2013, le groupe est présent dans plus de 100 pays et dispose d'une quarantaine d'implantations en France.

Egis est une filiale à 75% de la Caisse des Dépôts et à 25% d'Iosis Partenaires (actionnariat des cadres partenaires et des salariés).

EGIS Rail

La filiale d'Egis chargée des transports urbains et ferroviaires : métros, tramways, ferroviaire lourd.

Porteur des ambitions du groupe, Egis Rail rassemble avec les filiales spécialisées d'Egis toutes les compétences dans les domaines des transports urbains guidés et des transports ferroviaires : systèmes, automatisme, matériels roulants, sécurité, équipements, génie civil, environnement....

Egis Rail a conduit avec succès de très nombreux projets en France et à l'international depuis les études amont de conception d'un réseau de transports publics jusqu'à la mise en service y compris toutes les opérations d'essais avec la remise à l'exploitant.

La reconnaissance et la fidélité de ses clients résultent de l'association de compétences techniques à haute valeur ajoutée et de la prise en compte des attentes des usagers, alliées à une culture d'entreprise basée sur des valeurs fortes d'engagement, de responsabilité et d'innovation, partagées par tous les collaborateurs d'Egis Rail.

Chiffres clés

- 45 ans d'expérience dans l'ingénierie des transports urbains et ferroviaires
- 117 millions d'euros de chiffre d'affaires en 2011
- 550 collaborateurs
- Plus de 2 000 km de lignes mises en service (dont 600 km de tramways, 600 km de métros, et 1000 km de lignes ferroviaires)

Arcadis, ingénieur des grandes infrastructures, est intervenu sur le prolongement de la ligne A à la Soie (Lyon), la ligne B du métro toulousain et sur la LGV Perpignan-Figueras. Arcadis connaît bien le sous-sol Rennais depuis les études géotechniques sur les lignes A et B du métro Rennais.

Iosis, spécialiste de l'ingénierie du bâtiment, est reconnu dans la réalisation de bâtiments complexes, de type industriel, et est intervenu sur la 1ère ligne du métro Rennais (P+R Kennedy, Station Charles de Gaulle), ainsi que sur les études de cadrage de la ligne B. Iosis vient de remporter le concours du Centre de Maintenance du tramway de Tours-Nord en association avec L'Heudé&L'Heudé.

L'Heudé & L'Heudé, architectes lauréats de nombreux concours publics ou privés, notamment dans le domaine du transport, saura s'appuyer sur son expérience acquise à l'occasion de la réalisation de projets comme le dépôt atelier du Tramway à Orléans Est (2ème ligne), la Gare Terminale d'Antarès pour la ligne du Tramway au Mans ou le Dépôt Atelier du Tramway à Orléans Sud (1ère ligne).

Prestations réalisées : ligne b du métro de Rennes Métropole

La prestation inclue l'ensemble des missions de maîtrise d'œuvre étude et travaux du génie civil, aménagement et équipements non liés au Système.

Le groupement de Maitrise d'œuvre mené par EGIS est également en charge du pilotage des interfaces avec l'industriel SIEMENS désigné pour concevoir et réaliser le système de transport, et est également en charge de l'intégration et de la synthèse avec les projets architecturaux des stations confiés à divers architectes, au travers de contrats distincts.

Sur ce projet, Egis a innové en concevant pour la première fois stations (génie civil et second-œuvre) sous maquette numérique (BIM) dès l'avant-projet.



Créée en avril 1992, la Société d'Économie Mixte des Transports Collectifs de l'Agglomération Rennaise est une société anonyme dont le capital est majoritairement détenu par Rennes Métropole.

Son savoir-faire concerne les domaines suivants : mandats de maîtrise d'ouvrage, études, conseils, montages d'opérations.

À ce titre, elle assume l'ensemble des fonctions nécessaires à la bonne réalisation des missions qui lui sont confiées : gestion de projet, maîtrise financière, garantie de bonne fin des opérations, gestion d'assurances, maîtrise de la communication, audit, contrôle, maîtrise des risques.

En 2006, la société s'est engagée dans une démarche qualité (certification ISO 9001) portant sur ses prestations de mandataire de maîtrise d'ouvrage.

Depuis sa création, la Semtcar a été chargée de réaliser, au nom et pour le compte de Rennes Métropole, l'ensemble des études et des travaux de la ligne **a** du métro, ainsi que les parcs relais qui lui sont associés.

Elle rassemble de nombreuses compétences dans des métiers variés : systèmes de transports automatiques, génie civil, géotechnique, topographie, voirie, réseaux, informatique, communication, coordination, architecture, urbanisme, marchés publics et privés...

Constituée d'une trentaine de personnes, la Semtcar est organisée pour exercer pleinement son métier de maître d'ouvrage pour tout type d'opération liée aux métiers du transport public.

Après avoir mené avec succès le chantier (études et travaux) de la première ligne de métro léger de l'agglomération rennaise, la Semtcar pilote aujourd'hui pour le compte de Rennes Métropole le projet de deuxième ligne, dans le cadre d'un mandat d'études et de travaux.

1 rue Geneviève de Gaulle-Anthonioz. CS 80827
35208 Rennes Cedex 2
T. 02 99 85 85 87
e-mail : thierry.courau@semtcar.fr
Site internet : www.semtcar.fr

Les dates et chiffres clés du projet

Les dates-clés

2001	: lancement des études d'opportunité
Juillet 2003	: choix du fuseau et du mode de transport
Fin 2007	: choix du tracé et mise en concurrence des industriels de matériel de transport
Novembre 2010	: choix de l'entreprise Siemens et de son nouveau matériel "Cityval"
2012	: approbation de l'avant-projet et Déclaration d'utilité publique de la ligne b
Début 2014	: début des travaux de génie civil
Décembre 2014	: baptême du tunnelier
Fin 2019	: mise en service de la ligne b

Les chiffres-clés

Longueur totale : 14 km

Longueur commerciale : 12,8 km

Insertion en tunnel profond : 8,6 km

Insertion en tranchée couverte : 2,4 km

Insertion en viaduc : 2,4 km

Insertion en surface et ouvrages de transition : 0,7 km

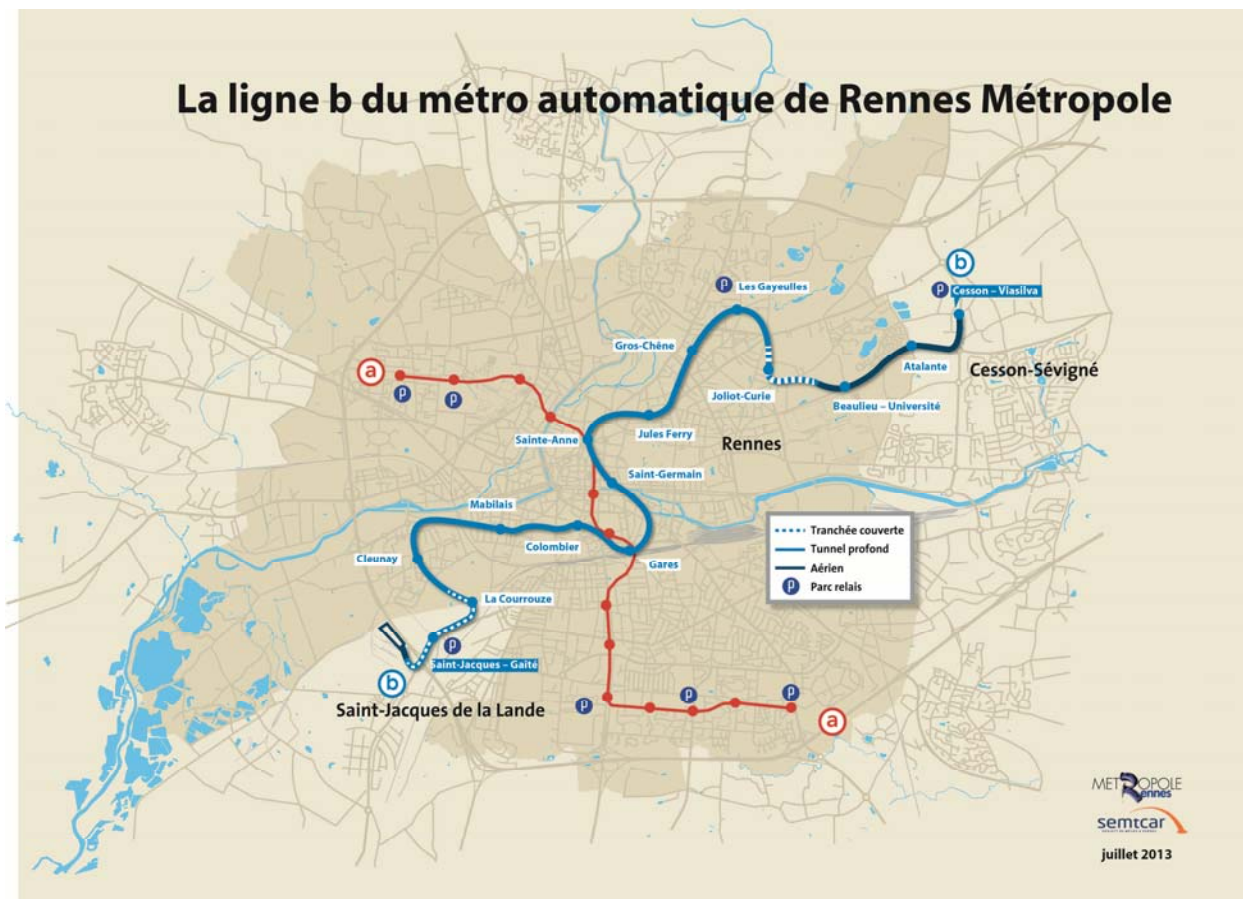
Nombre de stations : 15

Nombre de parcs relais : 3

Nombre de places de parcs relais : 2000

Coût prévisionnel (valeur 01/2010) : 1,194 milliard d'euros HT

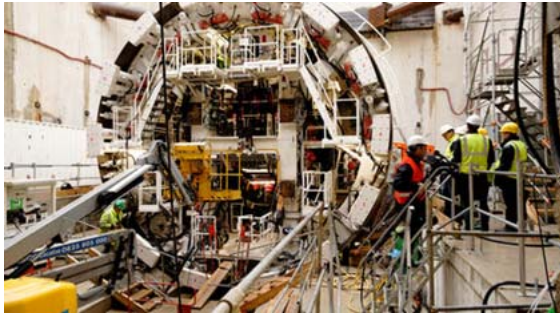
Financement : 20 % de subvention, 40 % d'autofinancement et 40 % d'emprunts.



Visuels disponibles



Le tunnelier assemblé chez son fabricant © SEMTCAR



Le tunnelier en cours d'assemblage © C. Simonato



Travaux de réalisation Puits d'introduction du tunnelier © D. Gouray



Travaux de réalisation de la station Mabilais © D. Gouray



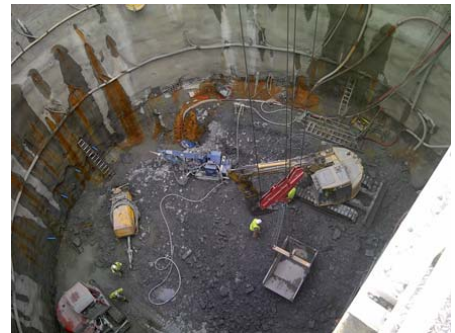
Station et parc-relais Cesson-ViaSilva © ANTHRACITE, AMA - image non contractuelle



Descente de la roue de coupe du tunnelier © C. Simonato



Travaux de réalisation Puits d'introduction du tunnelier © D. Gouray



Travaux de réalisation Puits de secours et de ventilation Voltaire © D. Gouray



Station Gares © ZÜNDEL et CRISTEA, ARCHITRAM - image non contractuelle