

D

ligne tram

Bordeaux Métropole, le sens de la ville



1^{re} soudure de rail

• BORDEAUX • LE BOUSCAT • BRUGES • EYSINES

Un chantier « soudé » dans ses moindres détails

La 3^e phase du tramway, initiée par Bordeaux Métropole en mars 2011, se poursuit avec la création de la ligne D du tramway. Après l'étape indispensable des déviations de réseaux (électricité, gaz, téléphonie, etc.) et celle des travaux d'infrastructure liés à l'aménagement de l'espace public (voies de circulation, trottoirs, pistes cyclables, stationnement, etc.), les travaux de voie ferrée débutent avec, notamment, le réglage et la soudure des rails.

Cette mission très technique illustre le savoir-faire déployé sur ce chantier qui conduira la métropole à bénéficier, fin 2019, de 9,8 kilomètres supplémentaires de voies, s'ajoutant aux 66 kilomètres existants.

À travers l'explication du dispositif mis en place pour souder les rails du tramway, vous mesurerez le degré d'exigence qui prévaut sur le chantier du tramway dans ses moindres détails pour assurer des déplacements sûrs et pérennes.

| Lignes | DUP | Début des travaux | Mise en service |
|---|------------------|-------------------|-------------------------------|
| A - Mérignac (Mérignac centre > Magudas) | décembre 2010 | avril 2011 | 24 janvier 2015 |
| B - Pessac (Bougnard > Alouette) | | avril 2011 | 22 juin 2015 |
| B - Claveau | | mars 2011 | 20 juin 2014 |
| B - Berges du lac (mise en service anticipée de la station) | | | 2 février 2014 |
| C - Parc des expositions (Aubiers > Parc des expositions) | | avril 2011 | 24 janvier 2015 |
| C - Bègles (Terre Neuve > Terre Sud) | | avril 2011 | 16 mars 2015 |
| C - Blanquefort (Cracovie > Blanquefort) | 23 mars 2012 | septembre 2012 | 17 décembre 2016 |
| C - Villenave-d'Ornon (Bègles Terre Sud > Villenave-d'Ornon Pontac) | mars 2014 | 2017 | fin 2018 |
| C - Allongement des quais | | début 2018 | fin 2018 |
| Terminus partiels (lignes A, B et C) | décembre 2010 | août 2013 | 1 ^{er} semestre 2015 |
| D - Cantinolle (Bordeaux Quinconces > Le Bouscat / Bruges > Eysines Cantinolle) | 30 novembre 2011 | 2017 | octobre 2019 |

Soudure des rails du tram « Légèreté, Mobilité, Rapidité, Fiabilité »

Fabrice Nechedi, représentant le groupement de maîtrise d'œuvre TISYA¹, en charge du suivi et contrôle des travaux de voie ferrée, nous explique les particularités des premières soudures de rails actuellement réalisées dans le cadre de la construction de la ligne D du tramway. Il met également en évidence les atouts de la technologie utilisée.

Il a été prévu, dans le cadre du chantier du tramway, une soudure dite « aluminothermique ».

En quoi consiste-t-elle et quelle est son intérêt majeur ?

La soudure par aluminothermie repose sur le dégagement de chaleur (température de l'ordre de 2 000°C), résultant de la réduction fortement exothermique d'un oxyde de fer par l'aluminium².

Ce mode de soudure simple est adapté au chantier du tramway car il répond parfaitement aux contraintes des travaux de voie en termes de légèreté et de mobilité de ses équipements (outillage et charge de soudure sous forme de kit), mais aussi de rapidité (5 à 8 soudures par jour) et de qualité d'exécution. Cette technologie est préférable à la soudure électrique qui nécessite de gros apports en énergie, ce deuxième procédé n'étant pas adapté aux travaux en zones urbaines.

Quelles sont les étapes de soudure les plus délicates ?

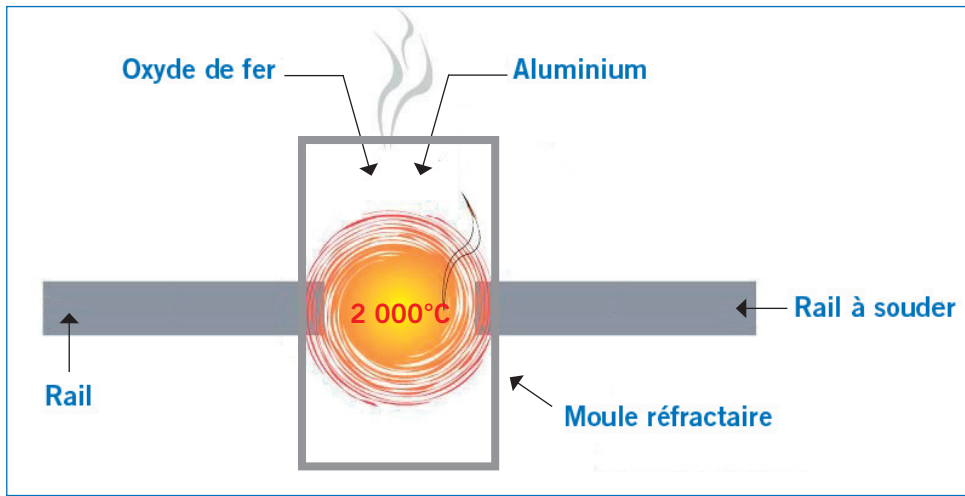
Le réglage du rail est la phase la plus délicate. Elle implique de vérifier le bon alignement des rails, d'effectuer minutieusement le réglage du joint entre les rails et de s'assurer que le rail ne bouge pas pendant la mise en place du carcan et le réglage. Le meulage est également très important car c'est une phase de finition. Cette dernière phase déterminera les conditions de confort pendant l'exploitation. Les soudures sont effectuées par des personnes qualifiées qui travaillent dans les règles de l'art. Une soudure bien faite est un gage de qualité pour l'ensemble de l'infrastructure voie ferrée, ainsi que pour la sécurité et le confort des utilisateurs. Rappelons que les rails doivent supporter la masse d'une rame, avec une charge de 12 tonnes à l'essieu.

Qui assure le contrôle qualité du travail effectué ?

Les soudures sont tout d'abord vérifiées par le soudeur lors du meulage avant un contrôle interne assuré par l'entreprise prestataire par ressage (bombe révélatrice des défauts de surface). Tisya, en tant que maître d'œuvre, effectue un sondage sur les caractéristiques à raison d'une soudure sur vingt. Bordeaux Métropole a par ailleurs toujours la possibilité de demander un contrôle encore plus poussé, par radiographie. Contractuellement, les soudures sont garanties deux ans à partir de la réception. Si la soudure est bien faite, elle peut durer le temps de la vie du rail, entre 20 et 30 ans environ.

¹ Systra - Artélia - BLP - Verdi - Ingerop - Signes paysage.

² La réaction chimique résultante est la suivante : Oxydes de Fer + Aluminium + Alliages Ferreux → Acier + Oxyde d'Aluminium + Chaleur



Soudure des rails du tram : Mode d'emploi en 6 étapes

- 1** Le mélange³, contenu sous forme de poudre dans un creuset résistant à des températures élevées, est mis à feu.
- 2** Quelques secondes après la réaction exothermique, un métal en fusion et de l'oxyde fluide d'aluminium (corindon) sont produits. Du fait de leur grande différence de densité, l'acier tombe au fond du creuset, tandis que le corindon reste en surface.
- 3** L'acier ainsi obtenu va couler automatiquement à une température d'environ 2000 °C dans le moule réfractaire qui enveloppe les bouts (extrémités) de rails, afin de les souder par fusion et apport de matière.

- 4** Ces bouts, préalablement chauffés, vont ainsi fondre et se trouver réunis par un métal de caractéristiques voisines de celles du rail.
- 5** Après quelques minutes nécessaires à la solidification du métal, on procède au démoulage puis on tranche à chaud le métal excédentaire.
- 6** La soudure est ensuite meulée afin d'assurer la continuité géométrique de rail et, ainsi, garantir un confort de roulement optimum. Cette dernière opération s'effectue 24 h après l'opération de soudure.

³ Les soudeurs travaillent à partir d'un kit baptisé « SRG préchauffage air-essence avec creuset jetable » fourni par la société Railtech. Cette dernière stipule un certain nombre de recommandations, dont celle d'effectuer les soudures à une température supérieure à -5°c.



Un site d'intervention pour les premières soudures

Les premières soudures des rails du tramway ont débuté le 26 septembre 2017, cours de Tournon à Bordeaux. Voici, pour la ligne D, les chiffres clés en matière de kilomètres de rails, de linéaire de pose de voie simple, de nombre de soudures et de poids total de rail posé.

Ligne **D**

Linéaire de l'extension : **9,8 km**
 Pose en voie simple : **2,4 km**
 Pose en voie double : **7,4 km**
 Nombre de soudures : **2 350 unités**
 Longueur totale de rails posés : **34,4 km**
 Poids de rail posé : **1 900 tonnes**

À NOTER

Il y a 10 soudures par appareil de voie de type branchement (aiguillage). Le rendement approximatif est entre 5 et 8 soudures par jour. Un rail non soudé a une longueur unitaire de 18 m.

Les financements

Ligne **D** Bordeaux - Eysines : **250 M€**

Coût total des extensions de la 3^e phase du tramway : **980,2 M€** financés à hauteur de **901 M€** par Bordeaux Métropole.

Les subventions de l'État au titre du Grenelle de l'environnement 1 et 2 s'élèvent à **79,2 M€**.

Pour en savoir plus
tramway.bordeaux-metropole.fr

