



Bouclage du superpériphérique parisien : **LE DUPLIX A86**

De Jérôme Darras,
Responsable
Grands Comptes
Travaux Souterrains

Superpériphérique parisien, l'autoroute A86 forme une boucle presque complète de 80 km autour de Paris. C'est la seconde des quatre voies de contournement de Paris avec le boulevard périphérique, la Francilienne et le grand contournement de Paris. Cet axe, très emprunté par les franciliens aux heures de pointe, leur permet de se déplacer de banlieue à banlieue et de contourner Paris en évitant le périphérique.

Pour le creusement du duplex A86, le choix s'est porté sur un tunnelier.

Un tunnelier, c'est quoi ?

Un tunnelier assure 3 fonctions : il assure le creusement et le soutien du terrain tout en construisant le tunnel.

UN TUNNELIER EST COMPOSÉ DE 3 PARTIES :

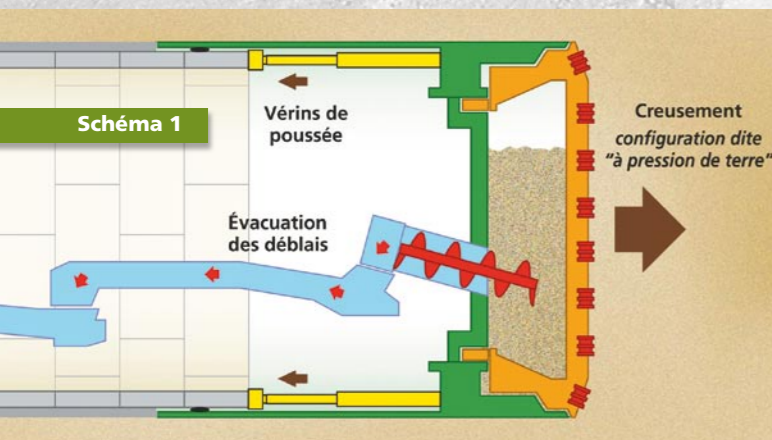
- La roue de coupe ou tête d'abattage qui assure le creusement par le double effet de la translation et de la poussée horizontale des vérins.
- Le bouclier anneau métallique qui fait fonction de soutènement et qui permet ainsi la protection des hommes et la pose des anneaux. Il se termine par la jupe.
- La dernière partie est appelée «train suiveur» : selon l'importance du tunnelier, le «train suiveur» est muni d'ateliers embarqués (soudures, mécanique, électrique...), de vousoirs et d'un emplacement réservé au stockage du mortier de bourrage.

Le tunnelier permet par conséquent d'automatiser les différentes tâches ; il existe une grande variété de tunneliers qui peuvent évoluer dans des terrains très divers pouvant aller de la roche dure jusqu'aux terres aquifères molles. Certains d'entre eux sont pressurisés pour passer sous des nappes phréatiques et pour compenser la pression exercée sur les parois de la machine.

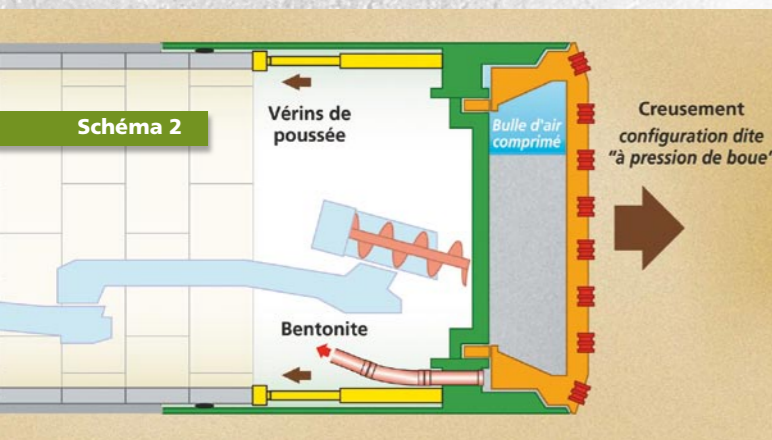


Pour la roche dure, on utilisera un tunnelier équipé de molettes qui écrasent et fissurent la roche ; le front est ouvert et l'évacuation des déblais est réalisée par concassage et évacuation sur convoyeur à bande.

Pour les roches tendres, le tunnelier, en plus des molettes, est équipé de dents qui agissent comme des couteaux qui cisailent la roche. Le front sera ouvert ou légèrement pressurisé s'il y a des venues d'eau. Le marinage sera effectué sur tapis à bandes ou à l'aide de berlines.



Pour les terrains pulvérulents ou fins, la roue d'abattage est équipée de dents qui ont la fonction d'entraîner le sol. Le front sera fermé et dit à « pression de terre » (Cf. Schéma 1) si le confinement est issu de la compression des déblais sur le front de taille. Si cette pression n'est pas suffisante pour assurer la stabilité du terrain, l'option du tunnelier à « pression de boue » (Cf. Schéma 2) est nécessaire. Le tunnelier creuse dans la chambre d'abattage remplie de bentonite (cake).



C'est en principe ce mode de creusement qui garantit la meilleure stabilité des sols notamment en présence de sable et dans le cas d'une faible couverture lors du passage du tunnelier.

Concernant le Duplex A 86 et compte tenu du profil géologique à traverser, l'option d'une machine mixte, c'est à dire utilisant le mode « pression de terre » et « pression de boue », pressurisée a été retenue dès le début du chantier par le groupement d'entreprises et Cofiroute.

Après la phase de creusement, le tunnelier positionne les anneaux, selon un plan de calepinage bien précis à l'aide d'un érecteur. En ce qui concerne le Duplex A 86, l'anneau (diamètre intérieur : 10.40 m) est composé de 8 voussoirs de 2 mètres de large. Pour effectuer le changement de direction, c'est la technique des « anneaux universels ». Pour suivre le tracé théorique du tunnel en long et en plan, la largeur longitudinale de l'anneau n'est pas constante, ce qui permet de tourner à gauche ou à droite, monter ou descendre selon l'agencement de l'anneau précédent.

Une fois l'anneau posé, on vient injecter au niveau du vide annulaire entre l'extrados et le terrain un mortier de bourrage pour finaliser le positionnement de l'anneau et ainsi éviter le désaffleurement entre les anneaux.

Le tunnelier « EMMA » : quelques DONNÉES TECHNIQUES

Caractéristiques du Duplex A86

- Longueur : 10115 m
- Diamètre intérieur : 10.40 m
- Diamètre extérieur : 11.24 m
- Largeur des voussoirs : 2m
- Nombre de voussoirs par anneau : 8
- Epaisseur des voussoirs : 42 cm
- Poids des voussoirs : 11 tonnes

Caractéristiques du Tunnelier «EMMA»

- Longueur totale bouclier + train suiveur : 197 m
- Poids total bouclier + train suiveur : 2400 tonnes
- Longueur du bouclier : 12 m
- Poids du bouclier : 1400 tonnes
- Diamètre extérieur du bouclier : 11.565 m
- Force de poussée totale des 42 vérins d'appui : 15120 tonnes
- Vitesse possible de creusement : 4.8 m par heure
- Vitesse variable de la roue de coupe : jusqu'à 2.4 tour/minute
- Puissance installée totale du tunnelier : 9000 kW
- Longueur de la vis d'extraction : 22.25 m
- Diamètre de la vis d'extraction : 1.25 m
- Débit de la vis d'extraction : 1000 m³ par heure
- Vitesse des convoyeurs à bandes : 2.5 à 4.75 m/s
- Débit de circuit de marinage en mode boue : 2000 m³ par heure

Les produits MAPEI utilisés sur le chantier :

En mode « pression de terre » (Cf. Schéma 1) pour optimiser le creusement et éviter le colmatage du sol sur les outils de coupe de la roue, on injecte une solution moussante : **Foamer 300** ou **Polyfoamer FP**.

Le **Foamer 300** est un agent moussant qui se caractérise par une très haute stabilité de la mousse même lors des pressions exercées ainsi que lors des frictions dues à l'abattage du sol. Par conséquent, le **Foamer 300** agit sur la réduction du couple, l'usure des outils de coupe et sur la vitesse d'avancement du tunnelier.

Le **Polyfoamer** est un produit « double action », c'est un agent moussant couplé à un « absorbant » d'eau. Le **Polyfoamer FP** est utilisé en présence d'une trop grande quantité d'eau. Il a l'avantage de faciliter la remontée du marinage sur la vis d'Archimède. Il évite le tassement du marinage et empêche ce dernier de se coller contre les parois des wagons prévus pour son évacuation. Le marinage se présente la plupart du temps sous forme de petites boulettes non collantes entre elles. Pour son évacuation, on utilise **Polyfoamer FP** qui agit par absorption de l'eau contenue dans le matériau.

Sur une partie des sections du Duplex A86 de SOCATOP, c'est le **Foamer 300** qui a été retenu.

Le tunnelier en mode «pression de boue » (Cf. Schéma 2) fait partie des dernières technologies employées avec les tunneliers. Le principe est de considérer que l'évolution d'un tunnelier dans un terrain correspond à un forage. La différence réside dans le fait que celui-ci évolue à l'horizontale et non à la verticale (l'élévation de température est moins importante). Par conséquent, les techniques et les boues de forage bénéficient de l'expérience acquise dans le domaine pétrolier.

Une boue de forage est principalement constituée d'eau et d'argile appelée plus communément « bentonite ».

L'eau de fabrication peut-être de l'eau douce, potable ou industrielle. La qualité de l'eau peut affecter les caractéristiques finales de la boue. Dans certains cas, il est obligatoire de traiter préalablement l'eau. Par exemple, une eau dure affectera le rendement de la plupart des argiles. Pour l'adoucir on ajoutera un peu de soude caustique ou de bicarbonate de soude.

La bentonite (argile) est employée pour donner de la viscosité et réduire le filtrat.

En gonflant, la bentonite absorbe une très grande quantité d'eau ; il en résulte une viscosité du mélange plus ou moins élevée suivant la qualité de la bentonite et de la composition électrolytique de l'eau. Par exemple, sur SOCATOP, le choix a été porté sur une bentonite de type sodique.

Lorsque les qualités initiales de la boue (mélange eau + bentonite) ne correspondent pas aux exigences du chantier, on introduit des additifs. L'emploi d'additifs peut également se justifier en fonction de la nature du terrain rencontré lors de l'avancement du chantier.

Parfois il faut faire varier la viscosité, dans ce cas précis on utilisera un **Viscofluid Jet 3000** ou **5000**. Si le chantier veut influencer sur la réduction du filtrat, on utilisera un des produits de la gamme **Mapepack LV**. En l'occurrence sur SOCATOP VL2, c'est le **Mapepack LV 60** qui a été retenu par François Delille responsable production et son équipe pour la dernière phase en mode « pression de boue » (département et direction des travaux C. AUBERT et responsable production X. De Nettancourt).

Sur les chantiers, on fait souvent appel aux « flocculants » **Mapedisp FLS** pour la gestion des boues. En fait, on cherche à créer un précipité c'est-à-dire à séparer l'eau et la boue pour les traiter de façon distincte et accélérer le processus de décantation. Les contraintes environnementales notamment en milieu urbain imposent que les boues et les eaux ne soient rejetées sans un minimum d'attention. La tendance actuelle des tunneliers est de réutiliser au maximum les boues pour limiter et diminuer le coût des rejets. C'est également ce dernier point qui entraîne l'emploi des additifs **Mapepack LV**, **Viscofluid Jet**, **Mapedisp FLS** (comparable à l'huile d'un moteur) qui permettent de réajuster les qualités physico-chimiques tout au long de la durée de vie de la boue. Un tunnelier « pression de boue » avec une mauvaise solution eau + bentonite + additifs peut s'apparenter à un moteur de Formule 1 avec une mauvaise huile de moteur.

Grâce aux nouvelles technologies de creusement de tunnels de grand diamètre, le bouclage du Duplex A86 a été rendu possible. En parallèle à ces grandes avancées technologiques, **MAPEI** offre une large gamme de produits spécifiques aux Travaux Souterrains. Nous répondons ainsi à une demande croissante du marché des infrastructures urbaines. ■

Pour de plus amples informations sur ce chantier : www.a86ouest.com



RÉSUMÉ TECHNIQUE

LE BOUCLAGE DE L'A86 AVEC LE DUPLEX A 86

Réalisation : Seconde section du Duplex A86 située entre Pont Colbert (commune de Jouy-en-Josas, au sud de Versailles) et l'échangeur A13 (communes du Chesnay et de Vaucresson)

Année d'intervention : juin 2005- août 2007

Superficie totale : 5,5 km

Maître d'ouvrage : Cofiroute.

Entreprises : Socatop, Vinci Construction/Grands Projets, Eurovia, Eiffage TP, Colas, GTM

Produits MAPEI : Foamer 300, Polyfoamer FP, Viscofluid Jet 3000 et Viscofluid Jet 5000, Mapepack LV 60, Mapedisp FLS

Coordination MAPEI : Jérôme Darras