

OPÉRATEUR TUNNELIER

Fiche FAST n° **26-07-14** | (15/01/2015)

Les informations fournies par cette fiche sont indicatives, sans valeur légale et sans caractère obligatoire.

Description de l'activité

Réalisée en collaboration avec Monsieur DUFOUR délégué Eiffage chantier infrastructure linéaire et Monsieur LECHANTRE délégué Eiffage TP Direction travaux souterrains.

Le tunnelier est un engin de génie civil construit spécialement pour creuser des tunnels, adaptés aux caractéristiques et aux contraintes du sol à attaquer (le choix dépend aussi du type de tunnel à construire: routier, ferroviaire, galerie hydraulique...). Il peut être utilisé pour des tunnels droits, ou avec une courbure allant jusqu'à 200 mètres de rayon. Pour des galeries de petite section, type émissaires, on utilise des tunneliers à attaque ponctuelle.

Le tunnelier est monté en usine, puis démonté, transporté et remonté sur le chantier, qui doit être prêt pour le réceptionner. Un ouvrage de génie civil (soit à flanc de colline soit en puits) doit être réalisé pour recevoir le tunnelier, qui sera monté, nécessitant des opérations de levage (grue, portique) importantes.

Dans le cas d'un puits, celui-ci sera équipé d'un ascenseur ou d'une tour d'escalier, afin de permettre la descente et la remontée du personnel et du matériel.

C'est une véritable usine souterraine mobile de 70 à plus de 200 mètres de long, pour un diamètre allant de 3 à plus de 15 mètres, selon le type de tunnelier, pesant plusieurs milliers de tonnes.

Il assure, de manière continue et en pleine section, le creusement, le soutènement et la pose du revêtement définitif d'un tunnel (voussoirs préfabriqués, béton projeté...).

Le travail en tunnelier s'apparente à une chaîne de production : si un problème survient sur un des maillons, toute l'activité s'arrête.

Un tunnelier est composé de :

1) une roue de coupe qui porte des outils ; elle doit assurer les fonctions d'abattage du terrain et de récupération des déblais, elle est à la fois poussée contre le terrain grâce aux vérins longitudinaux, et animée d'un mouvement de rotation par des moteurs d'entraînement hydrauliques ou électriques (roue de coupe comportant des dizaines de mollettes et de pics en acier durcis au carbure de tungstène) tournant de 1 à 6 tours/minute selon la nature du terrain; les mollettes pénètrent dans la roche et la brisent sous l'action de la rotation de la roue; les déblais sont récupérés lors de la rotation vers les ouvertures périphériques (terrain rocheux) ou frontales

(terrain meuble) puis extraits à l'aide d'une vis sans fin, pompes d'extraction ou convoyeurs.

Cette opération constitue **le marinage**.

2) A l'arrière de la roue se trouve une chambre de marinage. Il existe deux grandes familles de tunnelier.

a) A confinement : dans ce cas, la chambre est étanche à une pression jusqu'à plus de 10 Bars.

b) « Ouverts » : dans ce cas, la chambre est directement en communication avec le convoyeur de marinage.

Il existe plusieurs types de tunneliers selon la nature du sol :

- Pour les terrains durs (rochers) avec peu de venues d'eau, on utilise une machine à bouclier simple, à front ouvert.
- Pour les terrains instables et meubles, les zones les plus aquifères, ou sous les édifices, une machine à pression de boue ou à pression de terre à front confiné.
- Pour les terrains variés, une machine à confinement mixte capable de forer aussi bien en terrain dur qu'en terrain meuble.

On distingue 3 sortes de confinement :

- Confinement par air comprimé, très peu utilisé du fait d'une diffusion dans les terrains, utilisé essentiellement en cas de maintenance de la roue de coupe afin que le personnel y accède par un sas de pressurisation.
- Confinement hydraulique avec de la boue argileuse (bentonite) injectée sous pression dans la chambre étanche à l'avant de la roue de coupe afin de colmater le terrain, d'assurer sa stabilité et de transporter le matériau.
- Confinement de terre qui consiste à rendre le terrain pâteux pour en assurer la stabilité et l'extraire à l'aide d'une vis sans fin.

On consultera la fiche tubiste (12.07.14) pour les travaux en milieu pressurisé.

3) un bouclier : (structure rigide de protection) progressant au fur et à mesure du creusement, et soutenant la paroi du tunnel entre le front et la zone de revêtement.

4) La jupe du tunnelier :

C'est un espace tubulaire permettant la pose de l'anneau (constitué de six ou sept voussoirs et d'un voussoir-clé).

Le tunnelier s'arrête, rétracte les vérins de poussée; une fois l'anneau mis en place, la machine reprend appui sur les voussoirs pour avancer grâce à ses vérins dont la force de poussée peut atteindre plusieurs milliers de tonnes).

La pose des voussoirs (dont la masse varie de quelques centaines de kilos à 10 tonnes selon le diamètre du tunnel) doit se faire avec précaution et précision; les voussoirs sont approvisionnés par

wagons, les trains de berlines comportent des wagons spéciaux qui portent l'ensemble des pièces et accessoires nécessaires à la construction d'un anneau complet, ainsi que le mortier nécessaire à l'injection de remplissage de l'extrados (vide annulaire résiduel); les voussoirs sont déchargés par un portique porté par le train suiveur, ils sont déposés sur un transporteur à tapis ou à rouleaux qui les amène jusqu'à l'avant du tunnelier où ils sont repris à l'aide d'un érecteur muni de ventouses, qui amène le voussoir à sa position définitive dans l'anneau.

Dans le cas d'un tunnelier « rochers », l'appui pour l'avancement se fera directement sur le rocher, sans jupe.

Le revêtement est posé de manière indépendante du creusement.

5) Un train suiveur ou « back up » :

Assurant les fonctions logistiques, qui est composé de plusieurs plateformes roulantes pouvant s'étirer sur 100 à 200 mètres; dans le cas d'un tunnelier à confinement pâteux, le train suiveur est constitué de plusieurs remorques comportant:

- Poste de pilotage, les armoires de puissance électrique, les pompes d'exhaure.
- Pompes hydrauliques alimentant les principaux organes du tunnelier (vérins, érecteurs, vis...) et les pompes de graissage.
- Dispositif d'injection du produit de bourrage portant la centrale d'injection.
- Dispositif d'injection de boue lourde dans la chambre avant si nécessaire.
- Réfectoire pour le personnel du front de taille ainsi que la centrale d'air comprimé.
- Transformateurs électriques (MT/BT) et la cellule BT.
- Ventilation secondaire du front, les enrouleurs de tuyauteries d'alimentation et d'exhaure, de l'installation de rejet du convoyeur à bande pour assurer le chargement des trains de berlines.

Toutes ces remorques en forme de portiques roulent sur une voie d'un écartement suffisant pour que les trains d'approvisionnement et d'évacuation des déblais et des matériels puissent progresser jusqu'au point de chargement et de déchargement.

Une ventilation efficace doit être mise en place par captage des poussières aux différents points d'émission, surtout sur les tunneliers « rochers » (front de taille, point de déversement des déblais...) et rejet à l'extérieur par l'introduction d'air neuf amené par canalisation de soufflage (canars).

Les opérateurs se relaient, parfois 24h/24h et 7 jours sur 7. L'équipe constituée de 10 à 15 personnes (voire plus) comprend plusieurs opérateurs chacun ayant des tâches bien définies :

Chef de poste : responsable de l'ensemble des opérateurs travaillant sur la chaîne de production du tunnel depuis l'extérieur jusqu'au tunnelier.

Pilote de tunnelier : c'est un poste clé du chantier; il est garant de la trajectoire du tunnelier et de l'avancement du tunnel; dans sa cabine de pilotage.

L'ergonomie globale du poste de pilotage devra être prévue car c'est un poste de commandement. Il a une vision sur l'ensemble des opérations et des opérateurs (du tunnelier et de l'extérieur).

- Face à ses écrans, il effectue un contrôle permanent de la progression du travail, il doit savoir cerner les incidents et pannes; il est au centre de la communication du tunnelier, il doit savoir recevoir et transmettre les bonnes informations au bon intervenant; il travaille conjointement avec l'ensemble des opérateurs.
- Le guidage du tunnelier comporte 2 opérations distinctes:

⇒ la navigation, qui consiste à connaître la position et la direction.

⇒ le pilotage: actions à entreprendre sur les vérins de poussée pendant la phase de forage pour maintenir ou ramener le bouclier sur sa trajectoire théorique; la commande des vérins de poussée peut être automatisée.

Conducteur d'érecteur ou érectoriste : son poste se trouve à l'avant du tunnelier, il est en relation constante avec le pilote du tunnelier; il bâtit l'anneau constitué de voussoirs en béton; la pose de ce dernier se fait à l'aide d'un érecteur (bras articulé avec des ventouses) dont la manipulation est assurée par un boîtier semblable à un joystick; il doit être très attentif à la sécurité lors de la manipulation des voussoirs, il doit également vérifier la bonne pose du voussoir afin que le tunnel suive la trajectoire définie.

Opérateur tapis (de 2 à 5 personnes par équipe) : assure la surveillance et l'entretien des convoyeurs à bandes servant à évacuer les déblais que génère le tunnelier lors du creusement; il doit anticiper les incidents mécaniques (ex: déchirement du tapis), il veille aussi au bon fonctionnement du déchargement en surface. Il effectue les opérations de rallongement des convoyeurs. Il travaille en étroite collaboration avec les électriciens et mécaniciens hydrauliciens.

Electricien automatique (de 1 à 3 opérateurs par équipe) : il s'occupe de la maintenance préventive et du dépannage des matériels électriques et des automates; il travaille en collaboration avec les mécaniciens et les équipes extérieures conceptrices du tunnelier. Il assure les opérations de montage et démontage du tunnelier.

Mécanicien hydraulicien (de 1 à 4 personnes par équipe) : assure en surface l'entretien et le dépannage des éléments mécaniques et hydrauliques de l'ensemble du matériel du chantier: tunnelier, engins de chantier, portique, centrales à béton, trains sur pneus...

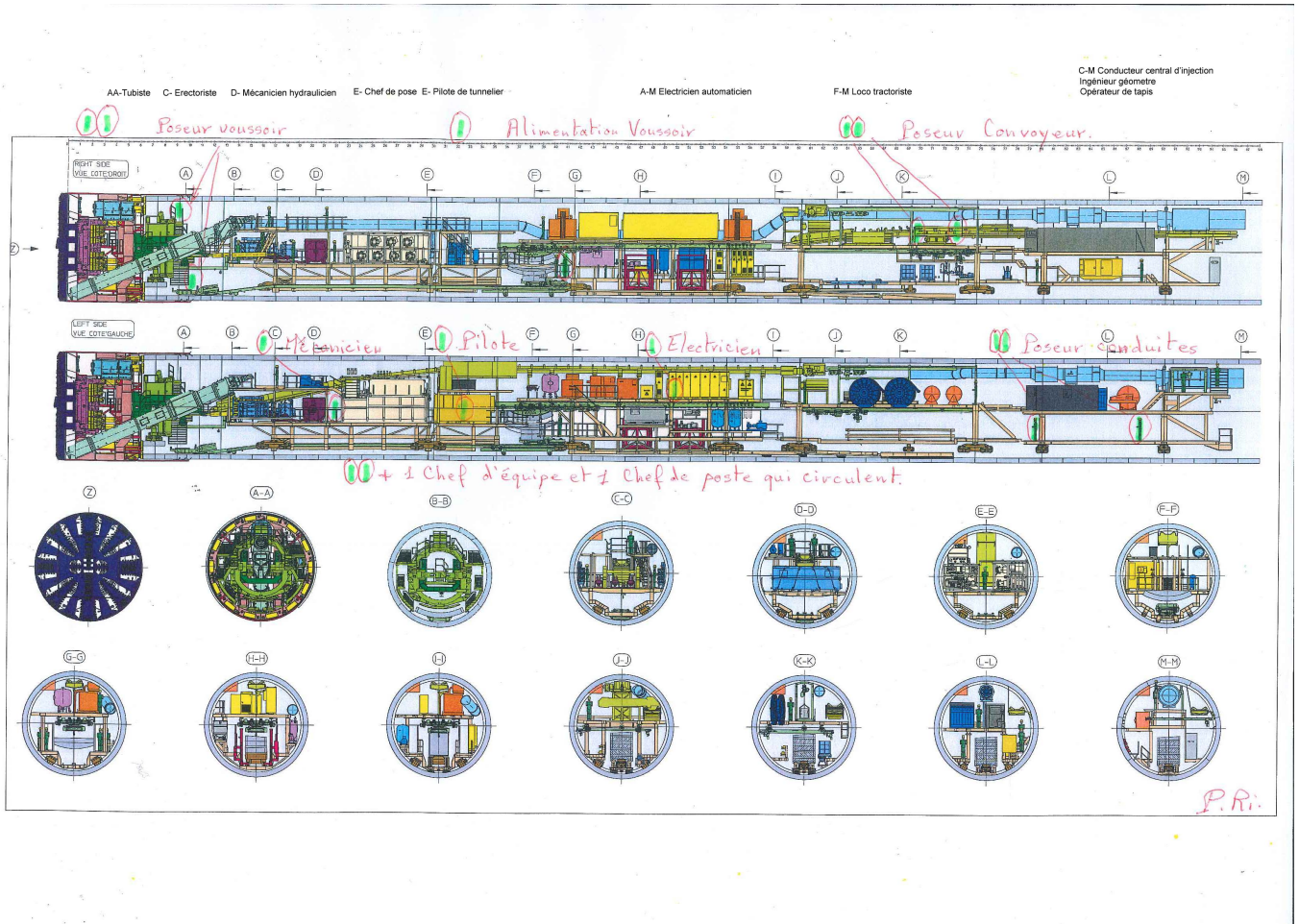
Ingénieur géomètre (de 1 à 2 personnes pour le chantier) : effectuent les opérations de repérage topographique (relevés avec laser, mires), dans des conditions difficiles, travaillant dans un espace restreint souvent le long des parois du tunnel. Les points de repère nécessaires sont installés dans le tunnel tous les 100 à 250 m en utilisant les moyens topographiques classiques de triangulation; au moyen d'un rayon laser rattaché à ces bases et de cibles installées à l'arrière et vers la partie médiane du bouclier, on peut ainsi connaître en permanence la position et la direction. Ce travail va permettre de donner au pilote du tunnelier les consignes de trajectoires ou d'ajustement.

Conducteur centrale d'injection (de 1 à 2 personnes par équipe) : (cf. fiche 10-07-14)

conduit et effectue l'entretien courant de la machine (pompes, circuits d'injection) qui fabrique des mortiers ou coulis sous pression pour renforcer le terrain.

Loco tractoriste (de 1 à 3 personnes par équipe) : conduit les trains d'approvisionnement et d'évacuation des déblais, transport des matériaux, matériels ainsi que du personnel.

→ pour en savoir plus



Exigences

- Attention/ Vigilance
- Capacité Réflexion /Analyse
- Travail en coactivité
- Contrainte posturale : Position Assise Prolongée ; Position Debout Prolongée ; Position Accroupie ; Position Agenouillée ; Bras en Élévation ; Cou Extension Prolongée ; Toute Posture ; Penché en Avant : Contrainte posturale: toutes positions
- Contrainte Physique : Forte ; Moyenne : Contrainte physique: moyenne
- Esprit Sécurité
- Charge mentale

- Sens Responsabilités
- Grand Déplacement : Découché
- Déplacement à l'étranger
- Horaire de travail : travail posté ; 3x8h, 2x8h ; travail de Nuit > 270 h/an ; Astreinte ; Heure Supplémentaire ; Dépassement Horaire : Horaire de travail: travail posté 3x8 heures, travail de nuit > 270h/an
- Port EPI indispensable
- Travail en Equipe
- Travail Espace Restreint : Travail en espace restreint (tunnelier, chambre sous pression, sas...)
- Travail Galerie/Tunnel
- Vision adaptée au poste : vision en pénombre, champ visuel.
- Conduite : VUL ; PL ; Engins ; PEMP

Accident du travail

- Chute Objet : Chute d'objet (voussoirs, matériels, opérations de levage...)
- Chute Hauteur : Chute de hauteur: passerelle, plateforme, échafaudage
- Chute de plain-pied, surface glissante : Chute de plain-pied: dénivellation, encombrement, surface glissante, escaliers...
- Contact conducteur sous tension : Contact avec conducteur sous tension (électrisation/électrocution, travail zone humide)
- Déplacement en ouvrage étroit : coursives de circulation, passerelles étroites dans tunnelier de faible diamètre: heurts, pincements.
- Emploi d'outil à main/matériau tranchant/contondant (en manipulant les équipements) : Emploi d'outil à main
- Emploi de machine dangereuse : fixe ou portative
- Projection particulaire : poussières, éclats.
- Travaux rayonnement non ionisant : soudage, UV (coup d'arc), laser.
- Travaux rayonnement ionisant : gammadensitométrie
- Renversement par engin/véhicule : Renversement par engin ou véhicule: la circulation du train qui achemine et évacue hommes et matériels.
- Port manuel de charge : outils, éléments de roue de coupe...
- Travail en milieu hyperbare : pour tunnelier à front confiné
- Risque routier : Déplacements sur différents sites : Risque routier : grand déplacement.
- Travail Espace Confiné : (en cas de dysfonctionnement des systèmes de ventilation) : intoxication
- Emploi d'appareil sous pression : Emploi d'appareil haute pression: air comprimé: fouettement, rupture flexible.
- Explosion
- Incendie: feu de véhicule : Incendie : hydrocarbures, graisses, train.....

Nuisances

- Bruit - Voir la fiche
- Hypersollicitation des membres : Hyper sollicitation des membres: TMS
- Manutention manuelle charge
- Rayonnement non ionisant ultraviolet : Rayonnement non ionisant: laser, rayonnement optique artificiel. - Voir la fiche
- Rayonnements ionisants - Voir la fiche
- Vibrations main-bras - Voir la fiche
- Vibrations corps entier : Vibrations : corps entier surtout (tunnelier) - Voir la fiche
- FUMEES DE DIESEL : Gaz combustion/échappement: particules diesel, NO2, CO. - Voir la fiche
- Gaz et fumées d'échappement en milieu mal ventilé : Gaz (H2S, méthane)
- hyperbare (Milieu hyperbare) : Milieu hyperbare mention D (personnel intervenant en milieu hyperbare sans immersion) - Voir la fiche
- Fumées de soudage : , mécanicien. - Voir la fiche
- Silice : cristalline : selon nature du terrain ; opérateur à proximité du tapis roulant, intervention sur front de taille. - Voir la fiche
- Radon : selon nature du terrain

Maladies professionnelles

- Affections chroniques du rachis lombaire provoquées par la manutention manuelle de charges lourdes [98] "Tableau MP INRS
- Affections péri articulaires provoquées par certains gestes et postures de travail [57] "Tableau MP INRS
- Affections provoquées par les vibrations et chocs transmis par certaines machines-outils, outils et objets et par les chocs itératifs du talon de la main sur des éléments fixes [69] "Tableau MP INRS
- Atteinte auditive provoquée par les bruits lésionnels [42] "Tableau MP INRS
- Lésions chroniques du ménisque à caractère dégénératif [79] "Tableau MP INRS
- Lésions provoquées par des travaux effectués dans des milieux où la pression est supérieure à la pression atmosphérique [29] "Tableau MP INRS
- Affections consécutives à l'inhalation de poussières minérales renfermant de la silice cristalline, des silicates cristallins, du graphite ou de la houille [25] "Tableau MP INRS

Surveillance médicoprofessionnelle

Surveillance médico-professionnelle : se reporter aux nuisances et à leurs fiches FAN éventuelles

Pour aller plus loin

Guide La sécurité dans les travaux souterrains – OPPBTP – Juin 2017

<https://www.preventionbtp.fr/Documentation/Explorer-par-produit/Information/Ouvrages/La-securite-dans-les-travaux-souterrains>