

E T U D E P R O J E T

Principe de fonctionnement du microtunnelier de la Durance

Réf. : 171H-DEI-RQ-00-021-001
Pages : 10

Révision : 0
Annexe(s) : 0

RÉSUMÉ

Ce document détaille les principes de fonctionnement du microtunnelier prévu pour le franchissement de la Durance

DIFFUSION

Destinataires :

Copies pour information :

Classification : Accès Libre Accès Interne Accès Restreint Accès Réservé Classement :

SYNTHÈSE DES RÉVISIONS

Révision	Nature de la révision et chapitres concernés	Rédacteur(s)	Date d'application
0	Création	S Cozzolino	Juin 2021

APPROBATION

	Rédacteur(s)	Vérificateur(s)	Approbateur(s)
Nom	S. Cozzolino		M. Benet
Fonction	Ingénieur conseil confirmé		Directrice de projet
Date et signature			

Communicable à l'externe sous réserve d'un accord de confidentialité

SOMMAIRE

1.	DESCRIPTIF D'UN MICROTUNNELIER	3
1.1.	Le projet de franchissement de la Durance	3
1.2.	À quoi sert un microtunnelier	3
1.3.	Descriptif des éléments qui le composent	3
2.	TRAVAUX PRÉLIMINAIRES À LA RÉALISATION D'UN MICROTUNNELIER.....	5
2.1.	Terrassements.....	5
2.2.	Construction des puits	6
2.3.	Installation du microtunnelier et des auxiliaires	7
3.	FORAGE DU MICROTUNNELIER	8
3.1.	Gaines	8
3.2.	Guidage, précision, suivi volumique.....	8
3.3.	Fin du forage	8
4.	IMPACTS SUR L'EAU	9
4.1.	Lors du creusement des puits	9
4.2.	Lors du creusement du microtunnelier.....	9
5.	APRÈS RÉALISATION DU MICROTUNNELIER	10
5.1.	Enfilage de la pièce	10
5.2.	Remise en état.....	10
6.	DÉCHETS.....	10
6.1.	Déchets solides	10
6.2.	Déchets liquides.....	10
6.3.	Déblais et déchets banaux.....	10

1. DESCRIPTIF D'UN MICROTUNNELIER

1.1. Le projet de franchissement de la Durance

Du fait de désordres constatés dans le lit de la Durance, des travaux de sécurisation sont prévus sur le gazoduc DN 750 Cabriès – Manosque en le déviant sur la partie actuellement impactée par l'activité de la Durance (érosion, affouillement).

Les techniques de franchissement en sous-œuvre sont le forage en tarière, le forage dirigé et le microtunnelier

La technique de forage tarière est exclue du fait de la longueur de l'obstacle, la technique de forage dirigé est exclue du fait de la trop grande hétérogénéité des sols. De fait, la technique de franchissement choisie est le microtunnelier

Au préalable du projet des investigations géotechniques ont été réalisées afin de caractériser les sols traversés. Les travaux de terrassement des puits, la roue de coupe mise en œuvre, la profondeur du microtunnelier découlent de ces études

Une précision : microtunnelier désigne tantôt la machine qui fore, tantôt l'ouvrage

1.2. À quoi sert un microtunnelier

Un franchissement d'obstacle en microtunnelier est un système qui permet de franchir un obstacle en sous-œuvre, sans perturbation des terrains

Dans le cas présent, le franchissement de la Durance et de l'épi de Saint Blaise sont réalisés par deux microtunneliers de longueurs 739 m et 475 m de profondeur moyenne 18 m

Le principe de foration du microtunnelier est qu'il ne présente pas de risque de tassement des terrains. En particulier, le microtunnelier est utilisé pour le franchissement des voies ferrées, lesquelles sont très exigeantes en matière de stabilité

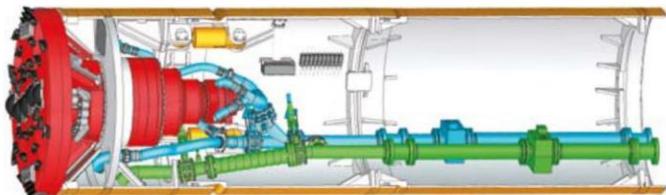
Les diamètres de franchissement des microtunneliers vont de DN 600 à DN 2500 : en dessous de ce diamètre, la surface est insuffisante pour implanter les auxiliaires, au-delà de ce diamètre, d'autres techniques que le microtunnelier sont utilisées

Les longueurs des microtunneliers n'ont pas de limite théorique, des vérins intermédiaires assurent la reprise des forces si le microtunnelier est très long. Dans la pratique, on peut atteindre des longueurs jusqu'à 700 – 800 m sans trop de difficultés

1.3. Descriptif des éléments qui le composent

Le microtunnelier proprement dit comprend :

- Une tête de microtunnelier, appelée roue de coupe, choisie selon la nature du sol,
- La roue de coupe est suivie par une chambre d'abattage, comprenant les conduites d'amenée et de retour des fluides : les déblais concassés par la roue de coupe sont réduits dans la chambre d'abattage, puis transportés à l'aide d'un fluide de marinage par la conduite de retour
- La chambre d'abattage est suivie par des vérins de guidage, qui guident la tête du microtunnelier de façon qu'elle conserve au mieux sa trajectoire,
- La chambre des pompes d'amenée et de rejet est généralement située après les vérins



Schéma

Les systèmes suivants sont installés à l'extérieur du microtunnelier

- Le circuit de marouflage : les déblais extraits passent par un circuit de retraitement des boues : la boue chargée des déblais est dessablée, décantée et suivant la nature des déblais passe par une centrifugeuse, voire un filtre-pressé.
 - o La boue de marouflage est recyclée et fait plusieurs passages dans le circuit de marouflage jusqu'au moment où elle est trop chargée. Elle est alors retirée du circuit
 - o Les déblais 'secs' sont extraits, analysés et évacués en décharge adéquate après les résultats de l'analyse
- Le circuit de lubrification : il est indépendant du circuit de marouflage. Le principe consiste à injecter de la bentonite dans l'espace annulaire compris entre le microtunnelier et la surcoupe. Cette bentonite joue de rôle de lubrifiant et permet de diminuer les forces de poussée
- Les bassins de récupération : les bassins de récupération de la boue chargée, sont réalisés en feutre indéchirable
- Un groupe électrogène pour assurer l'alimentation en énergie du microtunnelier

La bentonite est une argile aux qualités rhéologiques particulières, utilisée comme fluide de marouflage pour les microtunneliers et également les forages dirigés

La surcoupe correspond au diamètre de coupe de la roue du microtunnelier, légèrement supérieur à celui des gaines, pour permettre leur glissement

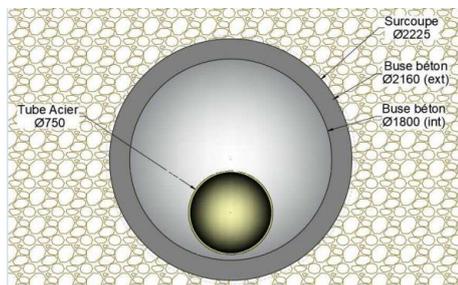


Schéma de coupe de l'ouvrage

2.2. Construction des puits

Le microtunnelier est réalisé à une profondeur de – 18 m par rapport au terrain naturel

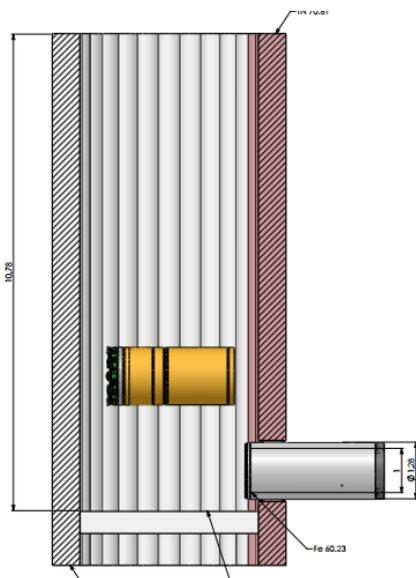
Après la construction des plate-formes, réception des DICT et marquage piquetage, les travaux de construction des puits peuvent commencer

Compte tenu de la nature des sols, les puits seront construits en pieux sécants : Il s'agit de deux rangées de pieux, non armés puis armés, forés de forme circulaire, totalement étanches

Les étapes de réalisation sont les suivantes :

- Mise en place de murettes-guide, qui permettent de situer exactement l'emplacement des pieux et de les orienter pour un forage parfaitement vertical
- Installation de l'atelier de forage
- Forage des pieux non armés
- Forage des pieux armés, forés en partie dans les pieux non armés

Ci-joint un schéma de puits de sortie en pieux sécants visualisant la sortie du microtunnelier



Lorsque les pieux ont été forés et après attente du séchage, l'intérieur du puits est terrassé, d'abord avec une pelle puis par havage, jusqu'à atteindre la profondeur nécessaire

Cette phase est la seule étape où le puits n'est pas étanche

Une fois le fond du puits atteint, un radier de fond de fouille est coulé, des pompes d'exhaure sont mises en place, et le puits est quasiment étanche (quasiment car présence d'eaux d'infiltration <5m³/h estimé et présence d'eaux pluviales)

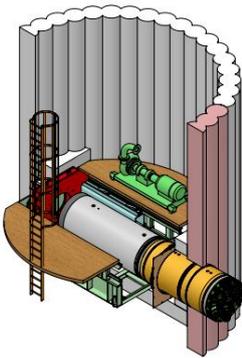
2.3. Installation du microtunnelier et des auxiliaires

Les équipements de sécurité sont mis en place, (échelle à crinoline, plate-forme intermédiaire) puis un bâti de poussée est coulé : une structure de béton sur lequel s'appuiera le microtunnelier

Le tympan d'entrée est pré découpé, le microtunnelier peut descendre dans le puits

Tous les circuits auxiliaires nécessaires à son fonctionnement peuvent être installés, le microtunnelier est prêt à démarrer

ci-joint un schéma de microtunnelier installé dans le puits



3. FORAGE DU MICROTUNNELIER

3.1. Gaines

Une gaine béton est installée derrière le microtunnelier, celui-ci est poussé à l'aide de vérins hydrauliques et guidé à l'aide des vérins internes. La tête du microtunnelier broie les sols et le circuit de marinage les évacue

Lorsque la gaine est entièrement poussée, les vérins de poussée sont rétractés, les différents circuits sont déconnectés et une nouvelle gaine est descendue dans le puits. Les différents circuits sont reconnectés et le processus continue

3.2. Guidage, précision, suivi volumique

Les vérins de guidage dans le microtunnelier permettent de l'orienter à mesure de son avancement. Une visée laser donne la trajectoire théorique, le pilote du microtunnelier s'assure que la trajectoire est bien celle prévue

Dans la pratique, la précision d'un microtunnelier à la sortie est inférieure à 10 cm

Un suivi volumique est prévu : comparaison entre le volume excavé et le volume théorique, afin de s'assurer que le microtunnelier ne crée pas de fontis

3.3. Fin du forage

Lorsque le microtunnelier arrive au puits de sortie, un tympan est découpé dans le puits de sortie, le microtunnelier sort dans le puits de sortie et est récupéré par un engin de levage

Les circuits auxiliaires sont ensuite retirés, les gaines sont contrôlées et lissées pour l'enfilage

Le microtunnelier est prêt pour l'enfilage

4. IMPACTS SUR L'EAU

Il n'y a aucun rejet direct d'eau dans la Durance

4.1. Lors du creusement des puits

Le seul impact lors de l'installation est la réalisation du radier de fond de fouille : des pompes d'exhaure assurent l'étanchéité pendant la pose du béton

4.2. Lors du creusement du microtunnelier

Le microtunnelier nécessite de l'eau pour fonctionner, l'ordre de grandeur est une centaine de m³ par jour

Les déblais excavés au fur et à mesure de l'avancement du microtunnelier sont mis sous forme de boue par le biais d'un mélange avec de l'eau. On parle de fluide de marinage qui permet d'assurer l'évacuation des déblais par voie hydraulique mais également de lubrifier et refroidir les outils de forage

Les déblais de sols extraits par la roue de coupe et mis en suspension avec le fluide de marinage sont aspirés et envoyés en surface dans une installation de traitement (station de marinage)

L'eau est ensuite rejetée dans les champs après décantation et filtration

5. APRÈS RÉALISATION DU MICROTUNNELIER

5.1. Enfilage de la pièce

Les tubes de gaz, préalablement soudés, contrôlés et éprouvés, sont enfilés dans le microtunnelier, puis les gaines sont remplies de sable

5.2. Remise en état

Les puits sont recépés à -2 m, percés au fond pour ne plus être étanches, puis remblayés. Le dernier mètre est remblayé en terre végétale

6. DÉCHETS

Outre les déchets banaux, les déchets du microtunnelier sont de deux sortes : 'solides' et 'liquides', (en fait pâteux)

6.1. Déchets solides

Les déchets solides sont les déblais creusés par le microtunnelier. Le volume estimé des excavations lié au creusement du micro tunnelier est de 4150m³.

Ils sont analysés suivant l'annexe II de l'arrêté du 12/12/2014 portant sur les conditions d'admission des déchets inertes, puis évacués dans la décharge adéquate selon le résultat des analyses

6.2. Déchets liquides

Les déchets liquides sont la bentonite chargée des déblais

Après analyse, le principe le plus couramment retenu est sa solidification à l'aide d'additifs, puis évacuation en décharge adéquate

6.3. Déblais et déchets banaux

Les déchets banaux sont évacués en décharge adéquate, les déblais peuvent être, après analyse, être donnés au propriétaire sous réserve d'une utilisation ne nuisant pas à l'environnement