

Petits ouvrages neufs sous et à proximité des voies réalisés par une méthode de travaux sans tranchée

Ce texte expose les techniques de mise en oeuvre par une méthode de travaux sans tranchée, des fourreaux ($\varnothing_{\text{extérieur}} \leq 2 \text{ m}$) sous ou à proximité des voies ferrées exploitées, les risques et précautions à prendre en compte pour l'établissement et la réalisation des projets de traversée sous voie.

IG91884
(EF 9 C 5)

Édition du 13 Janvier 2020

Version n° 01 du 13 Janvier 2020

Applicable à partir du 3 Février 2020

Référence article : IG91884 - 130120 - 011

Émetteur : DGII DTR Ouvrage d'Art (OA)



COPIE non tenue à jour du 28/01/2020

Sommaire

PREAMBULE / NOTE PEDAGOGIQUE.....	1
OBJET.....	2
DECLINAISONS.....	3
TEXTES CITES	3
ABREVIATIONS / DEFINITIONS	5
Abréviations	5
Définitions	6
1. GENERALITES SUR LES TRAVAUX SANS TRANCHEE.....	6
1.1. Présentation des techniques sans tranchée	6
1.2. Techniques de forage sous les voies.....	7
1.2.1. Fonçage à la tarière.....	7
1.2.2. Forage horizontal dirigé	11
1.2.3. Microtunnelage.....	16
1.2.4. Forage au marteau fond de trou.....	19
1.2.5. Battage de tube ou fonçage de tube ouvert.....	20
1.2.6. Pousse-tube.....	22
1.2.7. Fusée.....	23
1.2.8. Tableau récapitulatif des différentes méthodes	24
1.3. Incidence des travaux sous voies ferrées sur la sécurité et la régularité des circulations ferroviaires	25
1.3.1. Principaux risques ferroviaires	25
1.3.2. Risques à identifier par le MOE du projet.....	25
1.3.3. Analyse de risques liée aux travaux de traversée sous voies.....	26
1.3.4. Mesures de sécurité ferroviaire	27
2. MESURES DE PREVENTION ET DISPOSITIONS OBLIGATOIRES POUR TOUTE TRAVERSEE SOUS LIGNE EXPLOITEE.....	28
2.1. Dispositions à respecter en phase projet.....	28
2.1.1. Déclaration du franchissement d'une voie ferrée	28
2.1.2. Recommandations et textes à appliquer	29
2.1.3. Contenu d'un Dossier de Conception Spécifique (DCS) traversée sous voies.....	30
2.1.4. Élaboration de la notice de sécurité ferroviaire (NSF)	30
2.1.5. Étude géologique, géotechnique et hydrogéologique de type G2 PRO.....	30
2.1.6. Méthodes de mise en place de la canalisation	35
2.1.7. Définition des 4 zones de risque.....	37
2.1.8. Dispositions techniques particulières	40
2.1.9. Les travaux	45
2.2. Dispositions à respecter pendant la phase travaux	47
2.2.1. Vérifications à réaliser par le MOA et MOE.....	47
2.2.2. Surveillance de la géométrie des voies et de l'intégrité de la plateforme ferroviaire	47
2.2.3. Mesures de sécurité suivant le zonage.....	50
2.3. Dispositions à respecter après l'achèvement des travaux.....	50
2.3.1. Contrôle de l'intégrité de la plateforme ferroviaire.....	50
2.3.2. Suivi dégressif de la géométrie des voies.....	51

2.4. Dispositions à respecter en cas d'incident.....	51
2.5. Travaux réalisés par un tiers.....	52
2.5.1. Conditions à respecter par le MOA et le MOE.....	52
2.5.2. Qualification des entreprises par SNCF Réseau.....	53
2.6. Travaux réalisés sous maîtrise d'œuvre SNCF Réseau.....	53
ANNEXE 1 TRAVERSEES SANS TRANCHEE - MESURES A PRENDRE SUIVANT LE ZONAGE	55
ANNEXE 2 DOSSIER DE CONCEPTION SPECIFIQUE DE TRAVERSEE SOUS VOIES	61
ANNEXE 3 : DOMAINE D'APPLICATION, AVANTAGE ET LIMITE DES DIFFERENTES METHODES GEOPHYSIQUES	63
ANNEXE 4 CLASSEMENT DES ESSAIS DE LABORATOIRE EN FONCTION DU TYPE DE SOLS RENCONTRE	65
ANNEXE 5 ANALYSE DES RISQUES	67
ANNEXE 6 FICHE REX	69
ANNEXE 7 PLANCHE DE PHOTOS	73

Préambule / Note pédagogique

Origine de la création ou de la modification du texte :

L'IG091884 remplace l'IN01884 (édition du 13 juillet 2001). Elle fait suite :

- à la mise à jour et à l'évolution des techniques de travaux sans tranchées,
- aux évolutions réglementaires,
- aux retours d'expériences menés à l'issu d'incidents,
- à l'évolution des mesures de sécurité ferroviaire.

Objectif du texte :

L'objectif du texte est avant tout d'assurer la sécurité de l'exploitation ferroviaire lors des opérations de traversée sous voie ou réalisées aux abords des voies ferrées du RFN.

Utilisateurs du texte :

Ce document concerne :

- tous les acteurs des opérations de travaux neufs,
- les entreprises de génie civil devant travailler dans l'environnement ferroviaire.

Résumé des principales évolutions et des nouveautés :

Le présent texte constitue une nouvelle édition de l'IN01884 (EF 9 C 5). Elle remplace l'édition du 13 juillet 2001, ainsi que l'IN01252 (sous-articles 6.2 et 6.3 de la Notice générale EF 9 C5 n°1 du 1^{er} juin 1978).

Il n'est plus fait mention de la possibilité d'utilisation des raidisseurs de rails en renforcement des voies. Cette décision est motivée par des investigations ayant conclu à la faible efficacité de ce type de renforcement face à l'évolution de certaines instabilités de voie ayant pour origine l'exécution de traversées par les techniques sans tranchée.

Le présent texte tient compte de:

- clarifications sur certains articles de l'IN01884, demandées par les utilisateurs dans les entités régionales de SNCF Réseau, sur la base de leur expérience ;
- l'évolution :
 - réglementaire ;
 - des techniques de travaux sans tranchée (techniques abrogées, par exemple) ;
- de la LD2875 (lettre directive du 26 janvier 2001), relative à l'importance des reconnaissances géologiques avant les travaux, à la nécessité de réaliser une note de calcul pour les forages dirigés de diamètre < 250 mm et d'apporter une précision sur les forages réalisés sous Interruption Temporaire de Circulation (ITC) ;
- de la LD2752 (lettre directive du 22 février 2000), relative à la nécessité :

INTERNE SNCF RÉSEAU

- de réaliser
 - des essais de laboratoire afin d'adapter la boue de forage ;
 - sous ITC les forages dirigés sous les lignes LGV
- qu'un agent SNCF soit présent de façon permanente sur le chantier ;
- de la LD3600 (lettre directive du 19 octobre 2006), relative au renforcement de la vigilance et à l'introduction d'exigences complémentaires lors du recensement des règles particulières de sécurité ferroviaire ;
- la modification de la hauteur de couverture dans le cas de forage horizontal dirigé ;
- la prise en compte du suivi dégressif ou géométrique de la voie après réalisation de la traversée ;
- l'augmentation du diamètre de foration de validité de cette IG (jusqu'à 2 m).

Accompagnement du texte :

Ce texte destiné aux dirigeants ne nécessite pas d'accompagnement particulier.

Ils doivent cependant vérifier la conformité de leurs documents d'application avec le présent document.

Une action de communication par le biais de formation auprès des services techniques régionaux compétents de SNCF permettra une prise en compte des dispositions décrites.

Objet

Le présent texte concerne :

- la réalisation des petits ouvrages neufs sous voies ou à proximité des voies sur lignes classiques par une méthode de travaux sans tranchée. Les travaux de réhabilitation d'ovoïde ou de réalisation de traversée en tranchée ouverte ne font pas l'objet de ce présent document.
- la mise en place de fourreaux dont le diamètre maximal de foration n'excède pas 2000 mm. Cette mise en place s'effectue sous la plateforme ferroviaire avec l'utilisation de techniques sans tranchée.

Les forages sous voies de diamètre supérieur à 2000 mm doivent être considérés comme des ouvrages d'art à part entière, leur conception obéissant aux mêmes règles que ceux-ci (ponts-rails, micro-tunnels, etc.).

L'application de ce document implique que certains choix doivent être faits dès la conception par le Maître d'Ouvrage et son Maître d'Œuvre (par exemple, le classement en 1ère ou 2ème catégorie, la vitesse de circulation des trains, le respect de gabarits, la vitesse d'ébranlement particulière, etc.). Ce Maître d'Œuvre doit être reconnu apte à assurer ses missions, en tenant compte des particularités de l'environnement ferroviaire, à la fois au niveau de la conception et au niveau de la réalisation.

Des mesures spécifiques aux Lignes à Grande Vitesse sont préconisées dans le présent texte pour tenir compte des conditions de réalisation technique et d'exploitation particulières inhérentes à ce type de ligne.

Les travaux de traversée sous Long Rail Soudé (LRS) en période chaude sont autorisés, moyennant certaines dispositions particulières.

INTERNE SNCF RÉSEAU

Tout dossier de traversée sous voies doit faire l'objet d'un Dossier de Conception Spécifique (DCS), instruit par SNCF RÉSEAU et représenté par :

- l'Infrapôle assisté du Pôle Régional d'Ingénierie (PRI),
- le guichet MSF pour l'Île de France.

Les traversées sous voies complexes ou de diamètre de foration supérieur à 1000 mm sont instruites préalablement par le service technique régional compétent de SNCF Réseau, puis soumises à l'approbation du Département des Ouvrages d'Art de la Direction Générale Industrielle et Ingénierie (DGII DTR OA TuG).

Les prescriptions reprises dans ce document concernent la mise en place de canalisations :

- traversant la plateforme ferroviaire ;
- longeant¹ la :
 - plateforme ferroviaire à moins de 4 m du bord extérieur du rail ;
 - plateforme ferroviaire à quelque distance que ce soit, si elles engagent le plan de stabilité P1 défini par l'IG90033.

Le texte décrit les moyens à mettre en œuvre pour assurer cette sécurité. La sécurité d'un chantier, au sens large, peut se décomposer ainsi :

- sécurité des tiers extérieurs au chantier compte tenu de la présence de celui-ci, incluant la sécurité de l'exploitation ferroviaire.
- sécurité du personnel utilisé sur le chantier vis-à-vis des risques du chantier,
- sécurité du personnel utilisé sur le chantier vis-à-vis des risques extérieurs au chantier.

Déclinaisons

Le présent document ne nécessite pas de déclinaison.

Textes cités

Les documents ci-après, cités dans le présent texte, sont indispensables à sa bonne application.

Les versions des textes cités sont celles applicables à la date d'approbation du présent texte.

¹ Distance prise à partir de la génératrice extérieure du fourreau.

Digidoc :

- Règles de conception, réalisation et contrôle concernant les ouvrages provisoires et les opérations de construction, *Règle*, IG90033 (D).
- MOA tiers - Directives Sécurité Ferroviaire (DSF), *Règle*, IG94589.
- Exécution des ouvrages en béton armé et en béton précontraint, *Document d'application*, IN00034 (D).
- Fiches méthodes à respecter sur les chantiers de travaux de voie ou liés à la voie, sur lignes classiques et lignes à grande vitesse, *Organisation et méthode*, MT00271.
- Surveillance et maintenance de la voie. Stabilité de la voie. Mesures à prendre en cas de diminution inopinée ou de risque de diminution de stabilité de la voie, *Procédure*, IN00319.
- Protection des infrastructures ferroviaires lors de travaux à l'explosif ou avec engins mécaniques puissants, *Procédure*, IN01226 (Annexe D).
- Normes de maintenance de la géométrie et d'écartement pour lignes classiques, LGV parcourues à $V \leq 220$ km/h et voies de service avec circulations de matières dangereuses ou situées dans un environnement particulier, *Procédure*, IN01895.
- Travaux réalisés dans un établissement par une entreprise extérieure, *Document d'application*, IN02444.
- Normes de maintenance de la géométrie et de l'écartement pour les voies parcourues à $V \leq 220$ km/h, *Procédure*, IN02640.
- Conditions techniques à respecter pour l'entretien des LRS et des appareils incorporés sur Lignes Classiques et Lignes à Grande Vitesse, *Procédure*, IN03002.
- Guide d'analyse des risques de tassement du sol liés au vibrofonçage, *Préconisation*, IN03727.
- Conception et calcul des ouvrages d'art du Réseau Ferré National aux Eurocodes, *Procédure*, IN04470.
- Règles à respecter sur les chantiers de travaux de voie ou liés à la voie, sur lignes classiques et lignes à grande vitesse, *Règle*, MT03003.
- Qualification et suivi des entreprises et des bureaux d'études d'ingénierie dans le domaine des travaux d'infrastructure, *Procédure*, GF1110.

Hors Digidoc :

- LD2752, lettre directive du 22 février 2000.
- LD2875, Lettre directive du 26 janvier 2001.
- LD3600, Lettre directive du 19 octobre 2006.

Abréviations / Définitions

Abréviations

Tableau 1

Abréviations	Définition du terme
DCS	Dossier de Conception Spécifique
DN	Diamètre Nominal
FSTT :	France Sans Tranchées Technologies
ITC	Interruption Temporaire de Circulation
LRS	Long Rail Soudé
LTV	Limitation Temporaire de Vitesse
MOA	Maître d'Ouvrage
MOE	Maitre d'Œuvre
NIT	Niveau Inférieur des Traverses
NSF	Notice de Sécurité Ferroviaire
OA	Ouvrage d'Art
PE HD :	Polyéthylène Haute Densité
PRI	Pôle Régional Ingénierie
PRV	Polyester Renforcé de fibres de Verre
Rc :	Résistance à la compression
REX	Retour d'Expérience
RFN	Réseau Ferré National
TSV	Traversée Sous Voies

Définitions

Tableau 2

Terme	Définition du terme
Cutting	Déblai de forage
Décousu	Longueur de terrain proche du front de taille non soutenue
Marinage	Évacuation des déblais issus de l'excavation
Rotopercussion	Rotation et battage
Support S4	Raidisseur de la voie

1. Généralités sur les travaux sans tranchée

1.1. Présentation des techniques sans tranchée

Les techniques de pose de canalisations se sont diversifiées à partir des années 1990 avec l'introduction en France des "techniques sans tranchée". Le programme de recherche piloté par la FSTT (Association France Sans Tranchées Technologie) a permis de fiabiliser les méthodes et matériels, d'apprécier leur champ d'application et d'affiner la conduite des chantiers.

Ces techniques :

- regroupent de nombreuses solutions permettant la pose de canalisations et de câbles, sans excavation à ciel ouvert ;
- permettent l'acheminement de tous types de fluides ou de câbles et sont très utilisées par les maîtres d'ouvrages des secteurs public et privé.

La technique adaptée à chaque projet varie en fonction de (liste non exhaustive) :

- la nature des terrains traversés (caractéristiques géologiques et géotechniques),
- la présence ou non de la nappe,
- la canalisation ou du fourreau à poser (diamètre et matériaux),
- la précision recherchée dans la pose (pente pour l'assainissement),
- l'emprise en surface et dans le sous-sol.

L'utilisation de méthodes autres que celles listées aux § 1.2 et 2.1.6 doit être préalablement validée par le Département des Ouvrages d'Art de la Direction Générale Industrielle et Ingénierie (DGII DTR OA TuG). Dans le cas d'un avis favorable, les mesures de sécurité tiennent compte d'une analyse de risques particulière. Celle-ci est effectuée en dehors des zones ferroviaires exploitées, à l'issue d'un essai préalable (réalisé 1 mois au moins avant les travaux envisagés),

1.2. Techniques de forage sous les voies

Plusieurs méthodes de pose sans tranchée peuvent être utilisées :

- fonçage à la tarière,
- forage horizontal dirigé,
- forage au microtunnelier,
- forage au marteau fond de trou,
- battage de tubes ou fonçage de tube ouvert,
- pousse tube.

La méthodologie par fusée est décrite dans le présent texte, bien qu'elle soit proscrite pour la réalisation de traversées sous les voies. Cette méthode est uniquement autorisée dans le cadre d'une réhabilitation de Réseaux.

Les mesures de sécurité ferroviaire à prendre en compte sont répertoriées dans l'0. Elles sont fonction du type de ligne, de la période de réalisation des travaux, de la hauteur de couverture et du type de sol rencontré au droit de la traversée. Elles doivent être appliquées, quelle que soit la technique de forage proposée (maintien des terres ou non).

1.2.1. Fonçage à la tarière

1.2.1.1. Description de la méthode

Ce procédé peut être utilisé pour la mise en place de canalisations en acier de diamètre inférieur à 800 mm sur une distance de 20 à 80 m environ et dans des terrains présentant une bonne cohésion, à l'exclusion de terrains rocheux. Pour les terrains meubles contenant des blocs, le diamètre des fourreaux et de la tarière doit être compatible avec le diamètre des blocs présents dans le terrain.

Cette méthode de fonçage :

- doit impérativement être réalisé hors nappes phréatiques. En cas de faible venue d'eau lors d'un fonçage à la tarière simple, une étude hydrogéologique est nécessaire et doit préconiser la création d'un bouchon à l'intérieur des fourreaux. Ce bouchon est situé en tête du fonçage, assurant ainsi une étanchéité.
- nécessite la réalisation de 2 puits : un pour le départ et l'autre pour l'arrivée de l'outil de forage.
- permet de réaliser des tirs rectilignes.

Les fourreaux en acier sont poussés dans le sol, à l'abri d'une trousse coupante ou outil de coupe (voir Figure 2) équipée d'une tarière ou outil d'excavation (voir Figure 3) et d'une vis sans fin, au moyen de vérins positionnés sur le bâti de poussée.

La force de poussée du bâti (voir Figure 1) doit être adaptée en fonction du diamètre, du linéaire du fourreau à mettre en place et des caractéristiques mécaniques des terrains.



Figure 1 : Photographie d'un bâti de tarière



Figure 2 : Photographie d'une trousse coupante



Figure 3 : Photographie d'un tuyau équipé d'une tarière et d'une trousse coupante.

Lorsque le premier tuyau a pénétré entièrement dans le terrain, le second tuyau est descendu dans le puits. Il est assemblé avec le précédent par soudure autogène. L'intervalle de temps entre chaque phase doit être le plus court possible. Le travail de poussée et d'excavation peut ensuite être repris. Ces opérations sont répétées jusqu'à la fin du fonçage.

Le terrassement s'effectue au front de taille sous la protection d'une trousse coupante ou d'un bouclier. Le marinage se fait vers l'arrière en direction du puits d'attaque par l'intermédiaire de la vis sans fin.

Le maintien des terres n'est assuré intégralement qu'à condition :

- de mettre en place le tuyau à l'arrière d'une trousse coupante et
- que la tarière présente un décousu de 0.5 m en permanence, en retrait de cette trousse coupante (voir tableau du § 1.2.8).

Points à contrôler lors d'un fonçage à la tarière :

- Le volume extrait est en rapport avec le volume théorique.
- Cette méthode de fonçage est proscrite dans les terrains sous nappe.
- L'entrepreneur doit veiller à ne jamais excaver au-delà de la trousse coupante.
- Les paramètres et cadences d'avancement, l'effort de poussée, la position de la tête de forage, et la vitesse de rotation.
- En cas d'utilisation dans des terrains bouillants ou dont la stabilité est douteuse, la trousse coupante ou le bouclier doivent être équipés d'un diaphragme permettant de stabiliser très rapidement le front de taille.

Les relevés doivent être transmis quotidiennement lors du fonçage au représentant SNCF Réseau (PRI, Infrapôle, etc.).

1.2.1.2. Types de tuyaux mis en place

Cette méthode permet la mise en place de tuyaux en béton à âme en tôle ou en acier d'un diamètre intérieur compris entre 250 et 800 mm.

Une attention particulière doit être apportée lors de la mise en œuvre de tuyaux aciers de faible diamètre (DN < 300 mm) ou de grande longueur (supérieure à 75-100 m) du fait des risques de flambement et de déviation de trajectoire.

D'autre part, une épaisseur sacrificielle de corrosion de 2 mm doit être ajoutée à l'épaisseur initiale du tuyau en cas d'utilisation d'un tuyau en acier. Par retour d'expérience, un tuyau DN :

- < 600 mm doit posséder au minimum une épaisseur de 6 mm,
- de 600 mm doit posséder au minimum une épaisseur de 8 mm,
- de 800 mm doit posséder au minimum une épaisseur de 10 mm.

1.2.1.3. Tarière simple

La tarière simple sans trousse coupante reste peu précise. L'orientation est donnée au lancement sans possibilité de correction ultérieure (pas de garantie de trajectoire précise).

Ce dispositif peut être complété par un système de pré-guidage à l'avant de la tarière. Il est basé sur la réalisation préalable d'un « forage pilote » de 80 mm de diamètre.

Pour information, les déviations sont fonction de la nature du terrain, du diamètre de l'ouvrage et de la longueur du forage.

Pour un fonçage de 20 à 80 m, on peut adopter les valeurs du Tableau 3, tant en plan qu'en élévation :

Tableau 3

Type de terrain	Déviations en %
En terrain sec	0,1 à 0.5%
En terrain humide, vaseux ou argileux	0,3 à 0.8%

1.2.1.4. Tarière guidée avec trousse coupante

L'ajout d'une trousse coupante hydraulique orientable en tête permet de guider verticalement le forage (tolérance +/- 2 mm/ml) via deux sondes inclinométriques. Un changement d'orientation horizontale n'est pas possible. La trousse coupante (voir Figure 4 et Figure 5) est un sabot tranchant cylindrique qui est muni de vérins hydrauliques et est soudé devant le 1er fourreau.



Figure 4 : Vue de profil d'une trousse coupante hydraulique orientable



Figure 5 : Vue de face d'une trousse coupante hydraulique orientable

L'ajout d'une trousse coupante hydraulique bi-orientable (voir Figure 6) permet de réaliser des fonçages avec une orientation verticale et horizontale prédéfinie (tolérance +/- 2.5 mm/ml). Il s'agit d'un sabot tranchant cylindrique muni de coussins hydrauliques soudé devant le 1er fourreau. Elle est commandée via des flexibles hydrauliques.

Ces trusses coupantes ne sont pas étanches.



Figure 6 : Photographie d'une trousse coupante hydraulique bi-orientable (Source Langer Forages horizontaux)

Une trousse coupante à molettes (voir Figure 7) peut également être mise en place en présence de matériaux rocheux.



Figure 7 : Vue de face d'une trousse coupante à molettes.

1.2.1.5. Puits

Le puits de départ reçoit un bâti de poussée dont la face opposée au plan de travail vient buter sur un dispositif d'appui. Ce dispositif d'appui est capable de recevoir et de transmettre au terrain les efforts de poussée très élevée nécessaire à l'avancée des tuyaux dans le terrain. Cette poussée est, en général, exercée par deux ou plusieurs vérins.

Un puits d'arrivée doit également être réalisé afin de réceptionner l'outil de forage.

Un portique de levage, ou tout autre dispositif analogue disposé au-dessus du puits, permet l'amenée et la mise en position des tronçons du tuyau, ainsi que l'enlèvement des terres.

1.2.2. Forage horizontal dirigé

Cette méthode :

- permet la mise en place de fourreaux PE HD ou acier sur une distance de 10 à 300 m environ.
- présente un tir non rectiligne. Le forage réalisé possède 2 parties courbes et une partie plane.
- ne nécessite pas de puits de départ et d'arrivée. Des fouilles de petites dimensions sont seulement nécessaires.

1.2.2.1. Description de la méthode

La technique de forage horizontal dirigé se déroule suivant la procédure :

1. réalisation d'un trou pilote,
2. suivi et correction de la trajectoire depuis la surface,
3. alésage du trou foré en 1 ou plusieurs fois,
4. alésage à blanc pour les diamètres de forage supérieurs à 400-500mm,
5. tirage des fourreaux dans le forage réalisé.

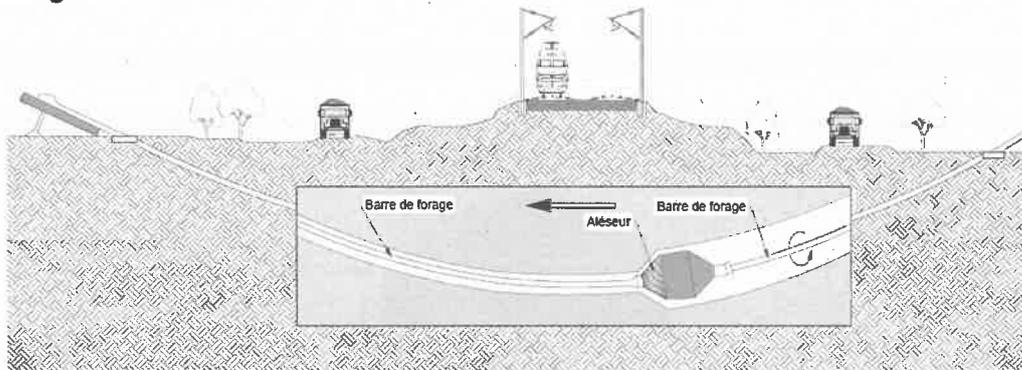


Figure 8 : Représentation des phases 1 à 3 d'un forage dirigé

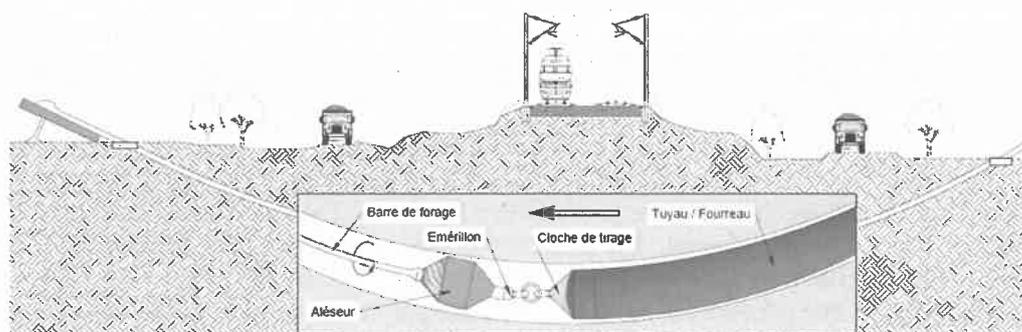


Figure 9 : Représentation de la phase 5 d'un forage dirigé

Le diamètre final du forage est souvent réalisé après plusieurs alésages successifs, dont la séquence est progressive et régulière (par exemple 160/220/325/375/475).

Le dernier diamètre d'alésage ne doit pas être supérieur à 500 mm. Au-delà de ce diamètre, le forage est considéré comme complexe et un dossier spécifique doit être établi.

Le diamètre de forage est généralement 1.2 à 1.5 fois plus grand que le fourreau (ou le diamètre du cercle circonscrit du fagot) à mettre en place.

Le creusement d'un trou pilote se fait à l'aide d'une tête biseautée équipée d'un capteur et poussée dans le terrain par un train de tige. Après réalisation d'un trou pilote de 80 à 160 mm de diamètre, le trou est agrandi par un alésateur équipé d'injecteurs de bentonite (voir § 2.1.8.7) et tiré par le train de tiges.

L'injection de bentonite au niveau de la tête de l'outil ou de l'alésateur permet de lubrifier et refroidir l'outil de forage, évacuer les cuttings vers l'extérieur et maintenir les parois du

forage. Dans le cas d'un fagot de fourreaux ou d'un fourreau de gros diamètre, une canule d'injection de coulis doit être prévue en complément.

Lorsque le diamètre définitif est atteint après réalésages successifs, les fourreaux sont mis en place au niveau du point de sortie et sont tirés vers le point de départ. La phase de tirage est distincte des phases d'alésage.

Toutefois, il est toléré pour des petits forages de diamètre maximal 250 mm, que le tirage des fourreaux et l'alésage s'effectuent dans la même phase.

Les tuyaux doivent être soudés entre eux avant que la phase de tirage démarre. Les tuyaux de petits diamètres (DN160 à 250) sont livrés sur touret.

L'emprise de chantier en surface doit être suffisante pour pouvoir stocker le linéaire de tuyau soudé à mettre en place ou bien les tourets.

Une fois la phase de tirage terminée, le vide annulaire présent entre le terrain et la génératrice extérieure des fourreaux doit être comblé par un coulis autodurcissant à base de ciment (voir § 2.1.8.9).

La force de traction de la machine doit être adaptée en fonction du diamètre et du linéaire du fourreau à mettre en place.

Le forage horizontal dirigé présente un risque de remontée de bentonite en surface, quelle que soit la profondeur du tir. En cas de pression mal maîtrisée (non adaptée aux caractéristiques mécaniques du terrain), le risque de soulèvement de la plateforme ferroviaire est important.

Cette méthode n'assure pas le maintien des terres pendant la phase chantier (voir tableau du § 1.2.8).

Points à contrôler lors d'un forage dirigé (liste non exhaustive) :

- paramètres de forage (avancement, position, direction, et correction apportées par le pilote) ;
- pressions et quantités de lubrifiant injectées ;
- effort de poussée et de traction de la foreuse ;
- mesures du déplacement des terrains induits en surface ;
- retour de boue.

Ces relevés doivent être transmis quotidiennement lors du forage au représentant SNCF Réseau (PRI, Infrapôle, etc.).

1.2.2.2. Guidage de la trajectoire

Le guidage s'effectue lors du tir pilote. Il est assuré par l'orientation d'un méplat situé sur la tête. La rotation de la tête et la poussée simultanée créent une trajectoire rectiligne, tandis que la poussée sans rotation crée une déviation.

Deux systèmes de guidage peuvent être utilisés (voir Tableau 4) :

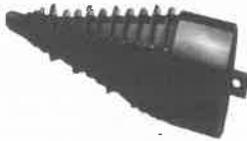
Tableau 4.

Type de système	Description
<p>Système avec récepteur en surface</p>	<p>Cette technique :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ est relativement simple à mettre en œuvre et peu coûteuse. ■ présente les inconvénients suivants : <ul style="list-style-type: none"> - diminution de la précision des mesures avec la profondeur du forage, - autonomie dépendant de la durée de vie des piles de la sonde, - sensibilité aux champs magnétiques souterrains parasites, <p>est effectuée en dehors des voies sur les voies. Le suivi du creusement est assuré par un récepteur en surface et un émetteur situé dans la tête du forage</p> <p>L'enregistrement des positions successives de la tête permet d'établir le plan de récolement de la canalisation.</p>
<p>Système à câbles</p>	<p>Il s'agit du système le plus perfectionné et utilisé en cas de :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ forage complexe (long et profond) ou ■ perturbation électromagnétique. <p>La sonde à câble est située dans le train de tige (à proximité de la tête de forage) et communique avec la surface grâce à un fil électrique.</p> <p>Deux types de sondes à câble existent :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ les sondes électromagnétiques de type TrueTrack ou ParaTrack (mesure de l'inclinaison et de la direction) ■ les sondes gyroscopiques (très sensibles aux vibrations donc non utilisable dans les terrains rocheux).

1.2.2.3. Aléseurs

En fonction de la nature du terrain rencontré au droit du projet, différents types d'aléseurs peuvent être utilisés (voir Tableau 5) :

Tableau 5 : Différents types d'aléseurs

Type d'aléseur		Terrain
	à ailettes ou couronnes	Argile, sable compact
	à goujures	Sols mixtes
	à spirales compactants	Sols hétérogènes
	à molettes	Sols très durs
	à pistons ou outils de nettoyage	Sols meubles ou en phase finale pour lisser les parois du forage

1.2.2.4. Impact du terrain sur le projet

La nature du terrain et ses caractéristiques mécaniques sont les premiers éléments pris en compte dans l'étude de conception.

D'autres paramètres doivent également être pris en compte, notamment :

- les reconnaissances préalables (type de sol, composition de l'eau de la nappe phréatique, niveau piézométrique, perméabilité du sol, etc.) ;
- la présence d'obstacles ;
- la nature de la canalisation à poser ;
- la puissance de la foreuse en fonction de la longueur du tir, le diamètre de la canalisation et du type de terrain ;
- le rayon de courbure minimale à respecter (voir recommandations sur le forage horizontal dirigé de la FSTT) ;
- l'angle d'entrée et de sortie du tir (6 à 15°) : plus le diamètre de la canalisation augmente, plus l'angle d'entrée est faible ;
- les caractéristiques du fluide de forage ;
- la régularité du profil, du pilotage et du guidage ;

- l'encombrement du site, le délai de réalisation, les conditions climatiques.

1.2.3. Microtunnelage

1.2.3.1. Description de la méthode

Cette méthode :

- permet la réalisation de tir aussi bien courbe que rectiligne et
- nécessite la réalisation de puits de départ et d'arrivée, de part et d'autre de la plateforme ferroviaire
- s'applique à la mise en place de canalisations en béton armé, béton âme tôle, PRV (Polyester Renforcé de fibres de Verre) ou en acier (exceptionnellement) de diamètre 250 mm à 2000 mm. À partir de 1200 mm, la tête du microtunnelier est visitable.

Les microtunneliers sont composés d'un bouclier assurant le soutènement provisoire de l'excavation, d'une roue de coupe et d'un système de marinage permettant d'appliquer une pression de confinement au niveau du front de taille.

En fonction du terrain rencontré, différentes roues de coupe peuvent être utilisées. Ces roues de coupe sont orientables verticalement, horizontalement et sont étanches. Elles se différencient par leurs outils de découpe et la géométrie de la roue (taille des ouvertures), comme indiqué dans le Tableau 6.

Tableau 6

Zone d'utilisation	Type de roue de coupe
<ul style="list-style-type: none"> ■ terrain rocheux ($R_c \leq 100$ MPa) ■ sol contenant des gros blocs ($R_c \leq 200$ MPa) 	tête à molettes avec de faibles ouvertures
terrains cohérents (limon, argile, marne).	tête à couteaux ou pics
terrain mixte	tête mixte (couteaux et molettes)

Au fur et à mesure de l'avancement du tunnelier, les tuyaux sont descendus dans le puits de poussée et raccordés à l'anneau précédent par emboîtement (voir Figure 10). En général, les tuyaux de service sont installés directement. Le système Markham utilise des tuyaux provisoires en acier qui sont repoussés dans le puits d'arrivée lors de l'installation de la canalisation de service (après achèvement de la traversée).

Le micro-tunnelier est :

- monté à l'avant d'un train de tubes qui peut être provisoire ou définitif,
- commandé depuis la surface par un pilote.
- piloté par un programme géré sur ordinateur (rapports couple/poussée, avancement/poussée, etc.).

L'ensemble du train de tube et du microtunnelier sont poussés dans le terrain à l'aide d'un bâti de poussée situé dans le puits de départ.

La tête orientable du microtunnelier permet le creusement à front fermé, un concassage des matériaux, l'évacuation des matériaux et la construction à l'avancement de l'ouvrage foré à l'aide de vérins.

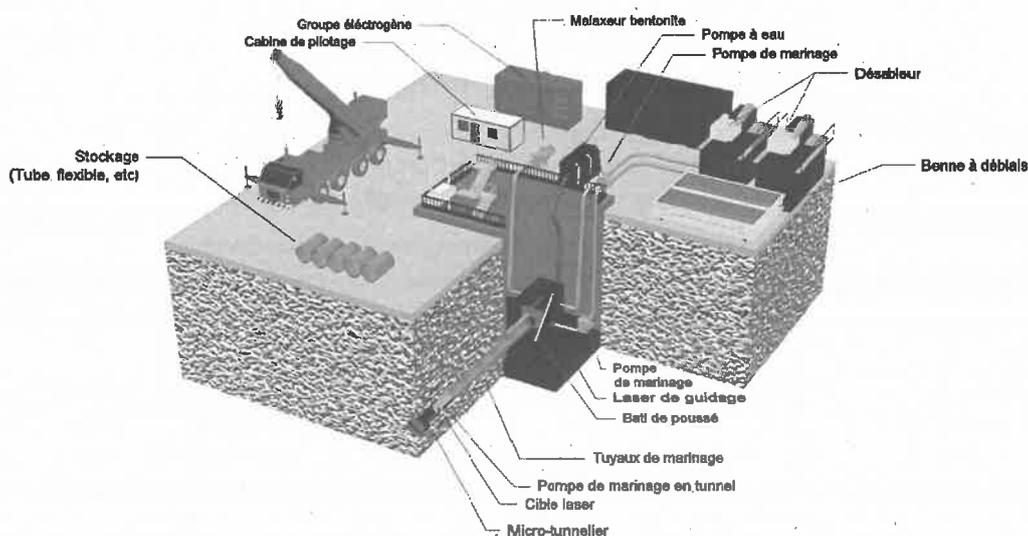


Figure 10 : Principe d'un forage au microtunnelier et emprise chantier en surface nécessaire

Les matériaux sont évacués hydrauliquement après concassage par un flux d'eau claire ou, le plus souvent, par de la boue bentonitique avec ou sans adjuvants (marinage) afin d'éviter tout colmatage.

Le microtunnelier possède un diamètre plus important que les fourreaux afin de créer un vide annulaire (surcoupe).

Ce vide annulaire, présent entre le terrain et la génératrice extérieure des fourreaux, est rempli d'un coulis lubrifiant (bentonite associée à des polymères, si besoin) afin de réduire les efforts de friction (voir § 2.1.8.7).

Une fois le forage terminé, ce vide annulaire est comblé par un coulis autodurcissant à base de ciment (voir § 2.1.8.9).

Des stations de poussée intermédiaires sont mises en place dès que la longueur du forage atteint une grande longueur (100-120 m environ).

Cette méthode est considérée comme assurant le maintien des terres pendant la phase chantier (voir tableau du § 1.2.8).

Points à contrôler lors de la réalisation d'un forage au microtunnelier :

- paramètres de forage (avancement, position, direction, corrections apportées par le pilote, cadence d'avancement, poussée totale, vitesse de vérins de poussée, couple appliqué à la roue de coupe, vitesse de rotation de la roue de coupe) ;
- paramètres rhéologiques du lubrifiant et récolement des quantités injectées ;
- débit d'alimentation et de refoulement du marinage ;
- contrôle des quantités de matériaux extrait et comparaison avec les quantités de matériau théoriquement excavés ;

- corrections apportées au dispositif de guidage du microtunnelier ;
- mesures du déplacement des terrains induits en surface.

Lors du fonçage, les relevés doivent être transmis quotidiennement au représentant SNCF Réseau (PRI, Infrapôle, etc.).

1.2.3.2. Suivi du creusement - Guidage

Le suivi du creusement se fait par visée laser. Un signal est émis depuis le puits de poussée et l'image de l'impact sur la cible embarquée dans le microtunnelier est retransmise au poste de pilotage par une caméra vidéo située dans la tête du tunnelier.

La correction de la trajectoire (verticale ou horizontale) résulte de l'action sur les vérins hydrauliques situés dans la partie avant de la machine. Ces vérins sont généralement au nombre de 3 disposés à 120°.

1.2.3.3. Confinement du front de taille

Afin d'assurer la stabilité du front de taille, la pression de confinement (boue de confinement) de la roue de coupe doit s'opposer à la poussée des terres et à la pression interstitielle de la nappe.

La poussée exercée doit être :

- supérieure à la pression active du terrain afin d'éviter une surexcavation du terrain qui risque d'engendrer des tassements ou l'apparition d'un fontis.
- inférieure à la pression passive du terrain afin d'éviter le refoulement des terrains au niveau du front de taille susceptible de provoquer des soulèvements du terrain.

1.2.3.4. Blocage de la machine

- L'immobilisation de la machine du fait de la rencontre d'obstacle peut être due à (liste non exhaustive) : la présence de :
 - blocs de diamètre trop important (> 30% du diamètre intérieur de la machine) pour rentrer dans le cône de concassage de la machine. Il faut alors utiliser une tête de type « rocher » ;
 - ferrailles, bois, PVC (Polychlorure de Vinyle) qui sont difficilement broyables ;
- des frottements excessifs dans les :
 - terrains perméables soumis à des circulations d'eau (dispersion de la bentonite dans le sol) ;
 - sols instables, convergents, gonflants ou dilatants (resserrement des terrains sur les tuyaux) ;
 - blocs déstabilisés par l'excavation ;
- l'abrasivité du terrain (usure ou cassure des outils de coupe, diminution du diamètre de la roue de coupe et réduction de la surcoupe), etc. ;
- un collage des argiles (colmatage dans le circuit de marinage, au niveau de la roue de coupe).

1.2.3.5. Désordres en surface

Lorsque le forage par microtunnelier est réalisé à faible profondeur, il est important de prévoir et maîtriser les pressions et poussées pouvant générer des désordres en surface.

Ces désordres peuvent avoir plusieurs origines, notamment des :

- tassements engendrés par la fermeture du vide annulaire ;
- tassements, soulèvements ou fontis dus à un mauvais équilibre des pressions au front de taille ;
- soulèvements du sol engendrés par de trop fortes pressions d'injection de bentonite dans le vide annulaire ;
- remontées de fluide de marinage vers la surface ou dans des Réseaux enterrés existants.

1.2.4. Forage au marteau fond de trou

Il est à noter que cette technique induit des vibrations non négligeables au niveau du sol support et des structures voisines. La campagne géotechnique préalable au chantier doit prendre en compte ces problèmes vibratoires dans l'analyse de risques. Les spécifications de l'IN01226 (Protection des infrastructures ferroviaires lors de travaux à l'explosif ou avec engins mécaniques puissants) doivent être appliquées.

Cette méthode :

- permet la réalisation d'un forage plus ou moins rectiligne (pas de guidage particulier) ;
- peut être utilisée :
 - lorsque le terrain rencontré est rocheux et homogène ;
 - sur des canalisations en acier de diamètre 100 mm à 500 mm et sur une longueur de 10 à 50 m environ.

Cette méthode nécessite la réalisation d'un puits de départ et d'arrivée, de part et d'autre de la plateforme ferroviaire.

Les tuyaux sont ensuite poussés dans le terrain à l'abri d'une trousse coupante. Cette trousse est équipée d'un taillant au carbure assurant par rotoperçussion l'éclatement de la roche (voir Figure 11).

Puis, l'évacuation du matériau broyé est effectuée au moyen de la vis sans fin placée à l'arrière du taillant dans les tuyaux.

Cette méthode assure le maintien des terres pendant la phase chantier (voir tableau du § 1.2.8).

Points à contrôler lors de la réalisation d'un forage au marteau fond de trou, notamment :

- stabilité du ballast,
- apparition d'avaries sur les structures voisines,
- surveillance permanente de la voie ferrée à la charge du maître d'ouvrage tiers si travaux sans interception des circulations (voir § 2.2.2),
- suivi des vibrations de la plateforme ferroviaire, des massifs caténaux et des installations ferroviaires avoisinantes.

Les relevés doivent être transmis quotidiennement lors du fonçage au représentant SNCF Réseau (PRI, Infrapôle, etc.).



Figure 11 : Photographie de tuyau équipé d'un marteau fond de trou

1.2.5. Battage de tube ou fonçage de tube ouvert

Il est à noter que cette technique induit des vibrations non négligeables au niveau du sol support et des structures voisines. La campagne géotechnique préalable au chantier doit prendre en compte ces problèmes vibratoires dans l'analyse de risques. Les spécifications de l'IN01226 doivent être appliquées.

Cette méthode :

- nécessite la réalisation d'un puits de départ et d'arrivée, de part et d'autre de la plateforme ferroviaire (voir Figure 12). Les dimensions du puits de départ doivent être en rapport avec la longueur du marteau pneumatique (voir Figure 13) et celle des fourreaux.
- permet la :
 - réalisation d'un tir rectiligne.
 - mise en place de fourreaux en acier de 100 à 800 mm de diamètre sur une distance de 10 à 50 m environ par enfoncement dans le sol, à l'aide d'un pousse tube pneumatique.

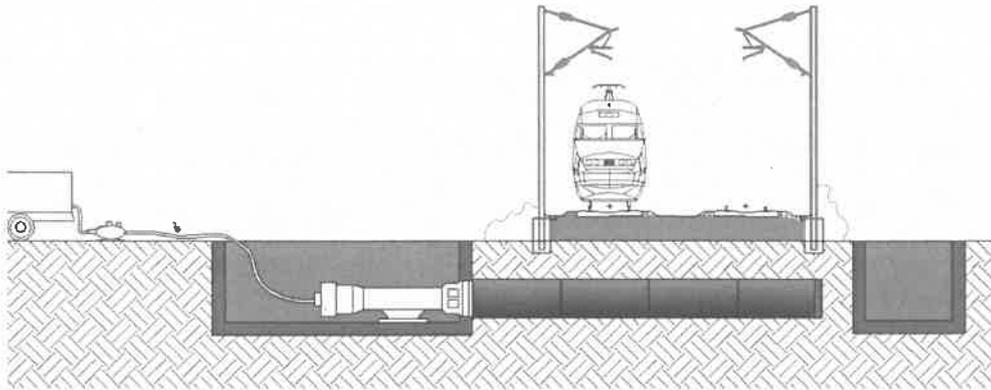


Figure 12 : Battage de tube



Figure 13 : Marteau pneumatique

Un train de fourreaux creux est enfoncé dans le terrain au moyen d'un marteau pneumatique. Ces tuyaux sont soudés les uns aux autres à l'avancement.

Le tuyau progresse à l'aide d'une trousse coupante en carottant le terrain en place. Dès lors que la trousse coupante a atteint le puits d'arrivée (traversée sous voies terminée), l'évacuation des terres à l'intérieur des tubes peut se faire par hydro-curage ou par poussage à l'air comprimé. Toute opération intermédiaire d'évacuation des terres est interdite. Une injection de boue de forage permet, dans certains cas, d'améliorer notablement les performances en réduisant la friction.

La précision de pose est fonction de l'orientation initiale du fourreau, du bon alignement des éléments successifs soudés et de la nature du terrain et des obstacles éventuels. Elle peut être estimée à 1% du linéaire installé.

Cette méthode assure le maintien des terres pendant la phase chantier (voir tableau du § 1.2.8).

Points à contrôler lors de la réalisation d'un fonçage de tube ouvert ou battage de tube, notamment :

- stabilité du ballast,
- apparition d'avaries sur les structures voisines,
- surveillance permanente de la voie ferrée à la charge du maître d'ouvrage tiers si travaux sans interception des circulations (voir § 2.2.2),
- suivi des vibrations de la plateforme ferroviaire, des massifs caténares et des installations ferroviaires avoisinantes.

Lors du fonçage, les relevés doivent être transmis quotidiennement au représentant SNCF Réseau (PRI, Infrapôle, etc.).

1.2.6. Pousse-tube

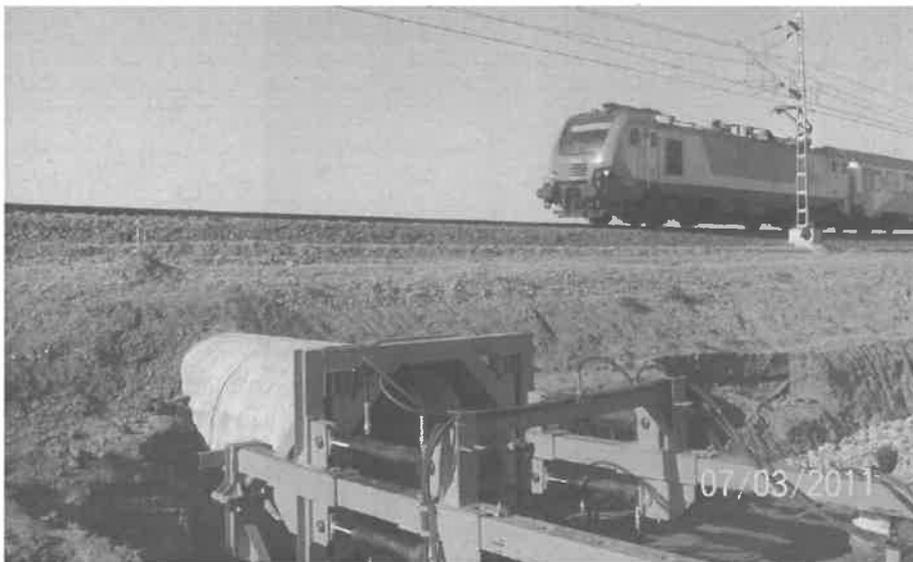


Figure 14 : Fonçage réalisé par la méthode du pousse tube

Cette méthode (voir Figure 14) :

- assure le maintien des terres en cours de chantier (voir tableau du § 1.2.8).
- est identique au battage de tube. Elle diffère cependant au niveau de la machine de poussée et n'engendre pas de vibration. L'ensemble « tête et tubes » est poussé en continu par deux vérins à partir du puits d'attaque. Un risque de flambement (soulèvement du terrain) est à prévoir dans le cas de petit diamètre.

1.2.7. Fusée

Cette méthode de forage :

- **est proscrite pour la réalisation de travaux neufs sous les voies, sauf pour la réhabilitation de réseaux.**
- n'assure pas le maintien des terres pendant la phase chantier, sauf si le tube est entraîné en traction directe (voir tableau du § 1.2.8).
- utilise un marteau pneumatique ("la fusée") qui frappe à l'intérieur d'un cylindre creux et le fait avancer dans le sol en compactant le terrain, de part et d'autre.
- permet la mise en place de tubes de 45 mm à 180 mm de diamètre. Au-delà de cette limite, un réalésage en retour du trou permet d'atteindre un diamètre de 355 mm. La mise en place du fourreau peut se faire directement derrière l'outil ou par traction en retour derrière l'aléteur.
- ne permet pas de guidage particulier, mais elle peut être équipée d'une sonde de localisation.

1.2.8. Tableau récapitulatif des différentes méthodes

Tableau 7

Méthode	Tuyau préconisé	Maintien des terres	Fluide de forage	Installation de chantier	Stabilité du front de taille et du forage		Guidage	Présence d'une nappe	Risques et incidents éventuels
					Oui	Non			
Fonçage	DN250 à 800 mm Béton ou acier	Oui	Non	Moyenne Puits de départ (15*4m intérieur) et d'arrivée (4*3m intérieur) nécessaires	Oui	Non	Non	Hors nappe	Surexcavation Fontis Soulevement
						Oui			
Forage horizontal dirigé	DN < 350 mm PE HD ou acier	Oui	Oui	Faible Réalisation de fosse	Oui	Oui	Possible sous nappe	Possible sous nappe	Soulevement Remontée de fluide dans le ballast
						Non			
						Oui			
Microtun nelage	DN250 à 2000 mm Béton, PRV ou acier	Oui	Non	Logistique sophistiquée Puits de départ (au minimum 5*5 m intérieur) et d'arrivée (4*3 m intérieur) nécessaires	Oui	Oui	Possible sous nappe	Possible sous nappe	Faible (tassement ou fontis si la technique est mal maîtrisée)
Forage marteau fond de trou	DN100 à 500 mm Acier	Oui	Non	Puits nécessaires	Oui	Non	Hors nappe	Hors nappe	Engendre des vibrations
Fonçage de tube ouvert ou Battage de tubes	DN100 à 800 mm Acier	Oui	Non	Puits nécessaires	Oui	Non	Hors nappe	Hors nappe	Engendre des vibrations Soulevement
Pousse tube	DN100 à 800 mm Acier	Oui	Non	Puits nécessaires	Oui	Non	Hors nappe	Hors nappe	Engendre des vibrations Soulevement
Fusée ou marteau pneumatique	DN 45 à 180 mm	Non	Non	Méthode proscrite pour les travaux neufs dans les emprises SNCF Réseau (plateforme ferroviaire et voies ferrées)					

INTERNE SNCF RÉSEAU

1.3. Incidence des travaux sous voies ferrées sur la sécurité et la régularité des circulations ferroviaires

Les travaux sans tranchée comportent des risques susceptibles de remettre en cause la stabilité de la plateforme ferroviaire et d'avoir une incidence sur la sécurité et la régularité des circulations ferroviaires.

Pendant et après l'achèvement de ces travaux :

- Le niveau de sécurité d'exploitation des installations ferroviaires ne doit pas être abaissé.
- La régularité des circulations ne doit pas être perturbée.

1.3.1. Principaux risques ferroviaires

La déformation de la voie ferrée est l'incident majeur contre lequel le Maître d'Ouvrage et ses partenaires (entrepreneur, Maître d'Œuvre, etc.) doivent se prémunir. Elle peut survenir aussi bien pendant les travaux que de manière légèrement différée, d'où la nécessité de conserver une surveillance au-delà de la fin du chantier.

Les principaux défauts de la voie rencontrés sont (liste non exhaustive) :

- défaut de nivellement longitudinal,
- défaut de nivellement transversal,
- défaut d'écartement de la voie,
- défaut d'alignement transversal,
- déstabilisation du ballast (fontis),
- flambement du LRS en saison chaude. Cette période est définie par l'Infrapôle.

Les vibrations (entretenues ou non) générées à l'occasion des travaux constituent une autre source potentielle de risques pouvant affecter la voie ferrée, et les autres installations ferroviaires (notamment les installations de signalisation ou les ouvrages d'art). Les spécifications de l'IN01226 doivent être appliquées.

1.3.2. Risques à identifier par le MOE du projet

Tous les risques présentés par l'opération doivent être identifiés et analysés par le Maître d'œuvre dès la phase d'avant-projet, de manière à ce que des mesures de prévention et des actions correctives soient définies et mises en œuvre au moment opportun (avant le début des travaux pour certaines mesures, en cours de chantier pour d'autres et, enfin, à l'issue de ce dernier).

À titre d'information, les risques suivants peuvent être identifiés (liste non exhaustive) :

- découverte de Réseaux concessionnaires non mentionnés et endommagement de Réseaux ;
- mouvement de terrain (lors du terrassement des puits, tassements ou soulèvement du terrain) ;
- blocage de l'outil d'excavation ou déviation (erreur de guidage ou de pilotage ou hétérogénéité des terrains) ;
- perte de contrôle et de suivi de l'outil de forage ;
- rencontre de faciès géologiques/géotechniques inattendus, de cavité, d'obstacles ;
- mauvaise maîtrise de la pression de confinement, des fluides de forage ;
- remontée de fluide de marinage ;
- nappe fluctuantes (fortes précipitations, inondation des puits, etc.)
- usure excessive ou casse des outils,
- instabilité du front de taille/entraînement des terrains encaissants,
- soulèvement des voies,
- affaissement du terrain après travaux,
- accident de la circulation.

1.3.3. Analyse de risques liée aux travaux de traversée sous voies

L'analyse de risques réalisée par le tiers fournit des données pour évaluer les risques et prendre la décision de les traiter ou non.

Elle permet notamment de :

- choisir les stratégies et méthodes de traitement les plus appropriées.
- identifier les conséquences de ces risques sur les ouvrages ferroviaires et les mitoyens associées à un événement identifié comme un risque,
- estimer l'impact de ces risques en termes de délai, exploitation et sécurité ferroviaire,
- donner des mesures de réduction de ces risques,
- préconiser des stratégies de repli,
- déterminer le niveau du risque (son importance).

1.3.4. Mesures de sécurité ferroviaire

Dans le cas de travaux sous MOA ou MOE tiers, cette analyse de risques accompagnée de son dossier de conception spécifique DCS (voir § 2.1.3) doit être communiquée à SNCF Réseau (voir fin du § Objet) pour avis.

Sur la base du dossier de conception émis par le tiers, SNCF Réseau met en place des mesures de sécurité ferroviaire. Ces mesures sont basées sur plusieurs critères, notamment :

- zonage des risques (A, B1, B2 ou C) en fonction de la hauteur de couverture et du diamètre foré (voir § 2.1.7.),
- contexte géologique du terrain traversé (voir § 2.1.5.3),
- conditions de réalisation des travaux (sous ITCou LTV),
- type de ligne (classique ou LGV),
- type d'armement de la voie (barres normales ou LRS),
- période des travaux (hors ou pendant la période d'interdiction des travaux de 2ème catégorie).

Sur la base de ces critères, plusieurs prescriptions sont émises (voir Tableau 8) :

Tableau 8 : Mesures de sécurité ferroviaire.

Prescriptions techniques	Adéquation de la méthode d'exécution à la nature géologique, géotechnique et hydrogéologique des terrains et avis technique favorable sur le dossier de conception du tiers
Mesures pour garantir la sécurité et la régularité des circulations	Ralentissement sous LTV ou ITC
	Plages de température pour la voie (LRS)
Mesures de contrôle et de surveillance de la voie et des travaux	Détection d'anomalie dès la première manifestation
	Déclenchement de l'alerte et mise en place des actions préventives ou correctives
	Adaptation des conditions de réalisation des travaux
Mesures de prévention	Confortement préalable aux travaux de Traversée Sous Voies (TSV)

Le dossier final émis par le tiers est constitué de mesures, notamment :

- techniques, propres aux travaux,
- de sécurité, en rapport direct avec l'exploitation ferroviaire,
- supplémentaires adoptées par les infrapôles ou les PRI, dans le but de s'adapter aux contraintes particulières de l'environnement du chantier.

Le démarrage des travaux sur site ne peut s'effectuer tant que les conditions suivantes ne sont pas respectées :

- Le dossier de conception n'a pas été remis à SNCF Réseau.
- Un avis favorable écrit a été émis pour ce dossier et la NSF (Notice de Sécurité Ferroviaire).

Dans le cas de travaux sous MOA et MOE SNCF Réseau, voir le § 2.6.

2. Mesures de prévention et dispositions obligatoires pour toute traversée sous ligne exploitée

Ce paragraphe fixe, au regard des responsabilités de chacun des acteurs, les contraintes minimales à satisfaire pour atteindre les objectifs de sécurité et de régularité des circulations, telles qu'énoncées aux paragraphes 1.3.3 et 1.3.4.

Pour les travaux sous maîtrise d'ouvrage ou d'œuvre tiers, le service technique régional compétent de SNCF Réseau qui est en charge de l'examen des projets présentés, doit exiger des tiers la fourniture des documents concourant à l'assurance du respect des prescriptions énoncées ci-après. Il peut s'agir d'une analyse de risques, d'un engagement formel du MOA tiers, d'une convention travaux, d'un Plan d'Assurance Qualité (PAQ) de l'entreprise réalisant les travaux, etc.).

La fourniture de ces documents et l'avis favorable du service technique régional compétent de SNCF Réseau doivent être mentionnés dans les conventions passées avec ces tiers comme un préalable à tout démarrage des travaux.

L'avis favorable mentionné ci-avant est signifié par écrit au responsable local, gestionnaire de l'Infrastructure, préalablement à l'autorisation de commencer les travaux.

Une fois l'avis favorable émis, le Maître d'Ouvrage et le Maître d'Œuvre rédigent une NSF (Notice de Sécurité Ferroviaire).

Lorsque les travaux sont réalisés sous maîtrise d'œuvre SNCF Réseau, ce service doit veiller à l'application des dispositions dans les § 2.1 à § 2.6 par les fournisseurs retenus.

2.1. Dispositions à respecter en phase projet

Ces exigences (sauf celle du 2.1.1) s'appliquent aux projets tiers et aux projets SNCF Réseau.

2.1.1. Déclaration du franchissement d'une voie ferrée

Réservé.

2.1.2. Recommandations et textes à appliquer

Tous les travaux de traversée sous voies sont soumis à des règles portant sur la conception et la réalisation du projet (IG94589 : MOA tiers - Directives de Sécurité Ferroviaire).

Ces règles ont pour objectif de :

- maintenir en toute sécurité et sans perturbation l'exploitation ferroviaire,
- garantir la sécurité du chantier aux abords des voies.

Les principaux textes applicables sont listés dans le Tableau 9 :

Tableau 9

Texte diffusable	Texte non diffusable
IG91884 :	IN03727 : Guide d'analyse des risques de tassement du sol liés au vibrofonçage,
IG90033 (D) : Règles de conception, réalisation et contrôle concernant les ouvrages provisoires et les opérations de construction,	IN02640 : Normes de maintenance de la géométrie et de l'écartement pour les voies parcourues à $V \leq 220$ km/h,
IN00034 (D) : Exécution des ouvrages en béton armé et en béton précontraint,	IN01895 : Normes de maintenance de la géométrie et d'écartement pour lignes classiques, LGV parcourues à $V \leq 220$ km/h et voies de service avec circulations de matières dangereuses ou situées dans un environnement particulier,
IN04470 (D) : Conception et calcul des ouvrages d'art du Réseau Ferré National aux Eurocodes,	IN00319 : Surveillance et maintenance de la voie, stabilité de la voie, mesures à prendre en cas de diminution inopinée ou de risque de diminution de stabilité de la voie,
MT03003 : Règles à respecter sur les chantiers de travaux de voie ou liés à la voie, sur lignes classiques et lignes à grande vitesse	IN00271 : Fiches méthodes à respecter sur les chantiers de travaux de voie ou liés à la voie, sur lignes classiques et lignes à grande vitesse
	IN02444 : Travaux réalisés dans un établissement par une entreprise extérieure,
	IN01226 (annexe D) : Protection des infrastructures ferroviaires lors de travaux à l'explosif ou avec engins mécaniques puissants,
	IN03002 : Conditions techniques à respecter pour l'entretien des LRS et des appareils incorporés

	sur Lignes Classiques et Lignes à Grande Vitesse
--	--

2.1.3. Contenu d'un Dossier de Conception Spécifique (DCS) traversée sous voies

Un dossier de conception spécifique doit être présenté au service régional concerné afin d'instruire le dossier de traversée sous voies.

Ce dossier doit être constitué des éléments présentés en 0. La liste des pièces à fournir est adaptée en fonction du projet de traversée sous voies.

2.1.4. Élaboration de la notice de sécurité ferroviaire (NSF)

Une fois l'avis favorable émis sur le dossier de conception spécifique, la NSF doit être établie entre la MOA tiers et les différents intervenants de SNCF Réseau (PRI, infrapôles, etc.). Un canevas type peut être transmis par SNCF Réseau.

Ce document :

- doit être joint au dossier de consultation des entreprises, lors des appels d'offre ;
- identifie les intervenants ;
- décrit l'organisation de la qualité ;
- liste les ouvrages provisoires et définitifs, et les opérations de construction (ou démolition) classées en 1ère catégorie ;
- développe l'analyse de risques réalisée par le tiers ;
- précise les prescriptions de sécurité ferroviaire à mettre sur place ;
- fait référence au DCS (voir § 2.1.3) pour justifier les analyses de risques et les mesures conservatoires ;
- définit les mesures de sécurité retenues afin de garantir le maintien de l'exploitation ferroviaire en toute sécurité et sans perturbation inopinée du trafic ferroviaire, y compris les procédures d'alerte et d'arrêt des circulations des trains ;
- fait partie intégrante du DCS.

2.1.5. Étude géologique, géotechnique et hydrogéologique de type G2 PRO

2.1.5.1. Caractéristiques et objectifs

Dans tous les cas, le Maître d'Ouvrage doit faire réaliser une étude géologique, géotechnique et hydrogéologique du site de niveau G2 PRO **conformément à la norme NF P94-500**, afin de permettre de fixer les paramètres suivants :

- le mode de mise en place choisi en fonction des caractéristiques mécaniques du terrain et de son homogénéité (risque de déviation si le terrain contient des bancs ou des blocs rocheux isolés) et de la présence d'eau,

- le choix des éléments de canalisation qui tient compte, en outre, de l'agressivité éventuelle du milieu ambiant,
- les précautions éventuelles à prendre sur le chantier vis à vis des ouvrages existants, Réseaux concessionnaires ou autres ouvrages enterrés ou non,
- les mesures de sécurité à prendre vis-à-vis des circulations ferroviaires.

Ces investigations doivent reconnaître les terrains au minimum 2 m sous la génératrice inférieure du forage.

Au minimum, deux sondages (un de chaque côté de la plateforme ferroviaire) doivent être réalisés.

L'absence d'investigations préalables suffisantes risque d'entraîner :

- une impossibilité technique pour la réalisation du tracé envisagé,
- un accroissement notable de son coût,
- des incidents occasionnant la mise en œuvre de mesures de sécurité inopinées et contraignantes pour l'exploitation ferroviaire.

2.1.5.2. Programme de reconnaissance

La réalisation de sondages de reconnaissance est indispensable car ils permettent notamment de :

- définir les différents horizons géologiques présents et leurs profondeurs,
- identifier le niveau de la nappe et la perméabilité des terrains,
- prélever des échantillons intacts afin de réaliser des essais de laboratoire,
- effectuer des essais géotechniques dans les sondages *in situ*.

Le type, le nombre et l'implantation des sondages doit être adapté en fonction de la complexité et de la connaissance du site.

SNCF Réseau se réserve le droit de demander des campagnes d'investigations complémentaires en fonction des résultats ou de la complexité du site.

La campagne de reconnaissance peut être constituée d'investigations, à savoir :

- une enquête documentaire :
 - recherche historique (ouvrage antérieur, risque pyrotechnique, etc.) ;
 - plans des Réseaux enterrés (DT-DICT) ;
 - aléas géotechniques (risque inondation, retrait ou gonflement, remontée de nappe, etc.) ;
 - contexte géologique (cartes géologiques et hydrogéologiques, carte IGN, etc.) ;
- une reconnaissance géophysique :
 - micro-gravimétrie, méthode électrique (tomographie), sismique avec le Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW), dans le cas de recherche de vides francs ou de zones fortement décomprimées ;

- radar géologique.

L'0 récapitule les différentes méthodes géophysiques utilisés en milieu ferroviaire :

- sondage et essai géotechnique (*in situ* et en laboratoire) :
 - avec prise d'échantillons intacts (sondages carottés) pour réaliser des essais de laboratoire (voir 0)
 - sans prise d'échantillon (sondage destructif, à la tarière, pénétromètre statique ou dynamique, pressiomètre) afin de déterminer les caractéristiques mécaniques des terrains ;
 - fouilles à la pelle mécanique (récupération d'échantillon, diamètre des blocs, tenue des terrains, arrivée d'eau) ;
 - quel que soit le projet, les forages doivent normalement être équipés de piézomètres de manière à comprendre le comportement hydrogéologique au droit du projet, les fluctuations de la nappe. Ces éléments sont importants dans la détermination de la méthode la mieux adaptée (impact sur le choix de la méthode de foration et du type de puits).
- Des paramètres secondaires peuvent également être utiles comme :
 - la composition chimique de l'eau,
 - la vitesse d'écoulement de la nappe,
 - l'évaluation des conditions hydrogéologiques.

2.1.5.3. Classement des terrains rencontrés au regard de la sécurité ferroviaire

L'étude géologique, géotechnique et hydrogéologique du site de niveau G2 PRO doit permettre de caractériser certaines données du sol considérées comme défavorables telles que :

- présence de vides d'origine naturelle ou artificielle ;
- présence de couches de terrain compressibles ou de zones décomprimées. La mesure des caractéristiques pressiométriques des couches rencontrées est indispensable ;
- présence de nappes au-dessus de la base du forage (niveaux piézométriques) ;
- présence d'écoulements d'eau souterrains au-dessus de la base du forage
- présence de couches de terrains bouillants ou de terrains n'ayant qu'une faible cohésion ;
- présence de blocs rocheux ou d'une couche rocheuse dans le volume de la canalisation. Des terrains de résistance à la compression $R_c > 20$ MPa peuvent poser des problèmes de foration ;
- présence de terrains collants ou gonflants. Les terrains plastiques colmatent les têtes de coupe et obturent les circuits de marinage ;
- présence d'obstacles artificiels (anciens collecteurs, vestiges d'anciens ouvrages partiellement démolis, etc.).

Si au moins une de ces données est détectée, le terrain est considéré comme défavorable.

2.1.5.4. Évaluation des tassements

Pour les forages de diamètre inférieur à 1000 mm, une estimation par calcul analytique est réalisée. L'analyse de ce calcul est réalisée par le Pôle Régional d'Ingénierie (PRI).

À partir du diamètre 1000 mm ou pour toute situation complexe (plusieurs fourreaux, par exemple), une modélisation aux éléments finis effectuée par un logiciel de calcul (de type Plaxis ou César est demandée. Elle doit prendre en compte toutes les différentes phases du projet, le phasage de mise en place des fourreaux et les surcharges ferroviaires. L'analyse de ce calcul est soumise à l'approbation du Département des Ouvrages d'Art de la Direction Générale Industrielle et Ingénierie (DGII OA TuG).

L'extension de la cuvette de tassement permet de déterminer l'extension du suivi en continu à mettre en place pour le nivellement des voies (zone sensible TSV).

2.1.5.5. Dimensionnement du fourreau

Le dossier de conception doit également contenir :

- une note de dimensionnement du fourreau sous les surcharges ferroviaires et le poids des terres,
- une justification aux efforts de poussée maximale.

L'ovalisation des fourreaux doit rester inférieure à 4 %.

2.1.5.6. Dimensionnement des puits

Certaines méthodes de travaux sans tranchée comme le fonçage à la tarière ou le forage au microtunnelier nécessitent la réalisation de 2 puits :

- un puits de départ : qui permet la mise en place du bâti de poussée, descente des tuyaux un par un ;
- un puits d'arrivée : qui permet la récupération de l'outil de forage.

Ces 2 puits doivent être réalisés dès le début du chantier, avant la réalisation des traversées sous voies.

Dans la mesure du possible, ces puits doivent être positionnés hors des plans de stabilité (P0, P1, P2) de la voie afin de s'affranchir de la réglementation SNCF Réseau (IG90033). Ces plans sont représentés en Figure 15.

Tout puits réalisé à proximité des voies ferrées et impactant les plans de stabilité est considéré comme un ouvrage de 1ère catégorie (voir Tableau 10).

Tableau 10

Plan de stabilité	Recommandations
Entre les plans P0 et P1 :	<ul style="list-style-type: none"> ■ Le puits doit être blindé. ■ Les calculs de résistance, stabilité et déformations peuvent être transmis pour information à SNCF Réseau. Ils doivent : <ul style="list-style-type: none"> - tenir compte des données géotechniques et du phasage d'exécution et - garantir la stabilité des voies à proximité. ■ Un suivi des déplacements en tête de blindage (déplacements horizontaux) peut être préconisé.
Entre les plans P1 et P2	<ul style="list-style-type: none"> ■ Le puits doit être blindé. ■ Les calculs de résistance, stabilité et déformations doivent être transmis à SNCF RÉSEAU pour analyse. Ils doivent respecter les prescriptions de l'IG90033. Des Limitations Temporaires de Vitesse (LTV) peuvent être mises en place. ■ Un suivi des déplacements en tête de blindage (déplacements horizontaux) est obligatoire.
Sous le plan P2 :	La réalisation des puits dans cette zone est soumise à un dossier spécifique.

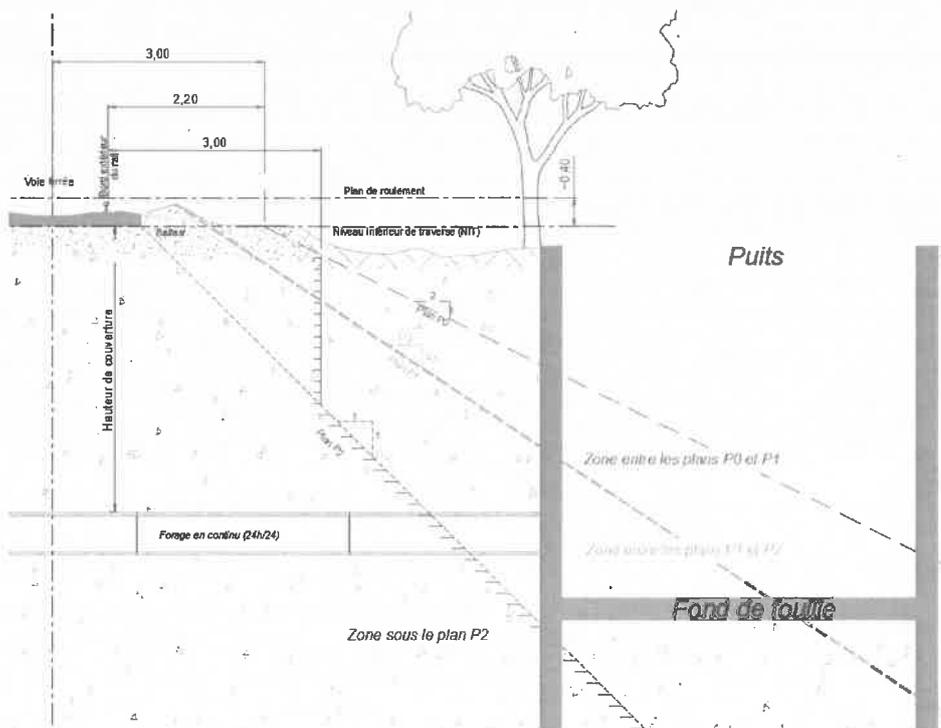


Figure 15 : Représentation des plans de stabilité d'une voie ferrée

Pour éviter tout pompage ou rabattement de nappe (proscrits), les puits doivent être étanches. Seul un épuisement en fond de fouille peut être envisagé (15 m³/h en moyenne² sur l'ensemble du projet).

2.1.6. Méthodes de mise en place de la canalisation

Le choix d'une méthode adaptée est, en soi, une mesure de prévention. Ce choix découle de la nature des terrains et de la position de la canalisation dans le sol. Dans tous les cas, les méthodes utilisées doivent permettre un maintien continu des terrains et du front de taille.

L'utilisation de méthodes nouvelles, non reprises dans le présent texte, doit recevoir l'accord préalable du Département des Ouvrages d'Art de la Direction Générale Industrielle et Ingénierie (DGII DTR OA TuG). Si DGII DTR OA TuG émet un avis favorable, une analyse de risques particulière doit être menée par le Maître d'Œuvre pour que les mesures de sécurité qui s'imposent soient prises.

Le mode de foration retenu sur les ouvrages existant à proximité de la future canalisation peut avoir des effets, notamment pour leur état de conservation.

Le DCS doit alors préciser les risques induits par leur présence et préconiser les mesures à prendre (confortements provisoires, consolidations définitives, des ouvrages existants, traitement du sol, etc.).

De plus, dans pareil cas, la maîtrise d'œuvre doit réfléchir à la pertinence de la méthode retenue au regard d'autres méthodes.

² Cette valeur est donnée à titre d'information. Le débit d'eau maximale en m³/h dépend de plusieurs facteurs (caractéristiques géologiques et géotechnique des sols, perméabilité du sol, situation et dimension du puits par rapport aux voies, type de soutènement, blindage, etc.).

Tableau 11 : Faisabilité de la méthode de foration et impact sur le projet en fonction du type de terrain rencontré.

Classe terrain NF P 11300	Types de sol	Tarière	Forage horizontal dirigé	Microtunnelier	Marteau fond de trou	Battage de tube	Pousse tube
A	Limon, argile	Collage	Collage, bourrage avec coincement éventuel	Collage, colmatage du système de marinage si argile collante (IP > 30)		Génère des vibrations (IN1226)	Adaptée
B	Sols sableux à graveleux avec fines (sables à graves plus ou moins argileux)	Abrasivité, déviation, effondrement éventuel dans le cas d'une tarière simple	Abrasivité, déviation, effondrement éventuel, coincement	Les blocs < 1/3*φ forage ne posent pas de difficulté majeure.	Déconseillée	Abrasivité, déviation Génère des vibrations (IN1226)	Abrasivité, déviation
C	Sols comportant des fines et des gros éléments : Argile ou craie à silex, meulière, éboulis, moraines	Abrasivité, déviation, coincement et effondrement éventuels	Abrasivité, déviation, effondrement ou soulèvement éventuels, coincement	Usure des outils de coupe dans terrains abrasifs		Abrasivité, déviation, coincement éventuel	
D	Sols insensibles à l'eau : Sables à graves propres	Déviation, coincement et effondrement éventuels	Perte de fluide partielle ou totale Instabilité des parois	Blocs repoussés par la roue de coupe si matrice peu compacte (diminution cadence d'avancement)	Le terrain doit être homogène sur la longueur du forage	Déviation, coincement éventuel	
E	Roches : carbonatées, argileuses, siliceuses, salines, magmatiques et métamorphiques	Déconseillée	Usure rapide des outils et des tiges Tête du tir pilote et alésur à adapter Contamination par des sels (évaoporites) Difficultés à diriger le forage aux interfaces sol/roche Perte de fluide et instabilité dans les zones fracturées	Roue de coupe de type rocher peut forer terrain avec Rc ≤ 200 MPa Usure des outils Difficultés à diriger le forage aux interfaces sol/roche	Adaptée pour les roches d'abrasivités moyennes Cadence d'avancement à adapter Génère des vibrations (IN1226)	Déconseillée	
Matériaux particuliers	Sols organiques, sous-produits industriels	Adaptée	Perte de fluide Contamination par les matières organiques	Perte de fluide Contamination par les matières organiques	Déconseillée	Adaptée	
Forage sous nappe		Interdite	Adaptée si terrain de bonne tenue Étude fluide bentonitique	Adaptée Étude fluide bentonitique	Déconseillée		
Légende		Technique adaptée					
		Technique peu adaptée					
		Technique non adaptée					

2.1.7. Définition des 4 zones de risque

Les mesures de sécurité à prendre en compte au regard des circulations sont fonction de la profondeur de la traversée sous voies réalisée (voir 0).

Quatre zones peuvent être identifiées :

- A : zone interdite pour l'utilisation des techniques sans tranchées,
- B1 : zone à risque très important,
- B2 : zone à risque moyen,
- C : zone à risque faible. La zone C est à privilégier, quelle que soit la technique de forage employée.

Un zonage des risques encourus a été défini en fonction de la hauteur de couverture H (en m) entre le Niveau Inférieur de la Traverse ou NIT (Zrail-0.4 m d'épaisseur environ) et la génératrice supérieure du forage mesurée.

La hauteur de couverture, afin de se positionner en zone C, est égale à (voir Tableau 12) :

Tableau 12

Type de ligne	Mesures conservatoires / Recommandations
Classique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hmin = Max (3 m ; 4Øforation) pour toutes les méthodes de foration sauf le forage horizontal dirigé ■ Hmin = Max (3 m ; 10Øforation) pour le forage horizontal dirigé
LGV :	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hmin = Max (5 m ; 4Øforation) pour toutes les méthodes de foration sauf le forage horizontal dirigé ■ Hmin = Max (5 m ; 10Øforation) pour le forage horizontal dirigé

Suivant la zone retenue dans le positionnement de l'ouvrage futur, des mesures de sécurité sont imposées lors du chantier avec une gradation proportionnelle à la criticité des travaux.

Le positionnement en zone A des traversées sous voies par des techniques sans tranchée est strictement proscrit. Tout projet situé dans cette zone doit être exécuté à ciel ouvert.

2.1.7.1. Cas d'une ligne classique circulée à moins de 160 km/h

Tableau 13 : Zones de risque dans le cas d'une ligne classique

Profondeur (NIT)	Zone de forage (m)	Diamètres de forage ne nécessitant pas l'approbation de DGII DTR OA TuG				Diamètres de forage nécessitant l'approbation de DGII DTR OA TuG				
		0	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2
0										
1	A : zone interdite		A							
2	B1.a et B1.b : zones à risques importants ou très importants suivant méthode de foration		B1a			B1b				
3	B2 : zone à risques moyens		B2							
4	C : zone à risques faibles		C							
5										
6										
7										
8										

2.1.7.2. Cas d'une ligne à grande vitesse LGV circulée à plus de 160 km/h

La hauteur de la zone A est portée à 2 m pour tenir compte de la présence des structures d'assises en forte épaisseur, ainsi que de la sensibilité de l'arase de terrassement.

Tableau 14 : Zones de risque dans le cas d'une LGV

Profondeur (NIT)	Zone de forage (m)	Diamètres de forage ne nécessitant pas l'approbation de DGII DTR OA TuG				Diamètres de forage nécessitant l'approbation de DGII DTR OA TuG			
		0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2
0	0								
1	A : zone interdite		A						
2									
3	B1 : zone à risques importants		B1						
4	B2 : zone à risques moyens		B2						
5									
6	C zone à risques faibles								
7			C						

8									
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2.1.8. Dispositions techniques particulières

2.1.8.1. Le biais

Le biais correspond à l'angle entre l'axe de la traversée sous voies à réaliser et la perpendiculaire aux voies ferrées. Le biais est égal à zéro dès lors que la traversée est perpendiculaire aux voies ferrées.

Afin de minimiser les risques de déformation de la voie et plus particulièrement le gauche (nivellement transversal), il est préférable de préconiser un biais de $\pm 30^\circ$ au maximum (voir Figure 16). Si le biais est supérieur à 30° , la validation du tracé peut être réalisée en accord avec le service technique régional compétent.

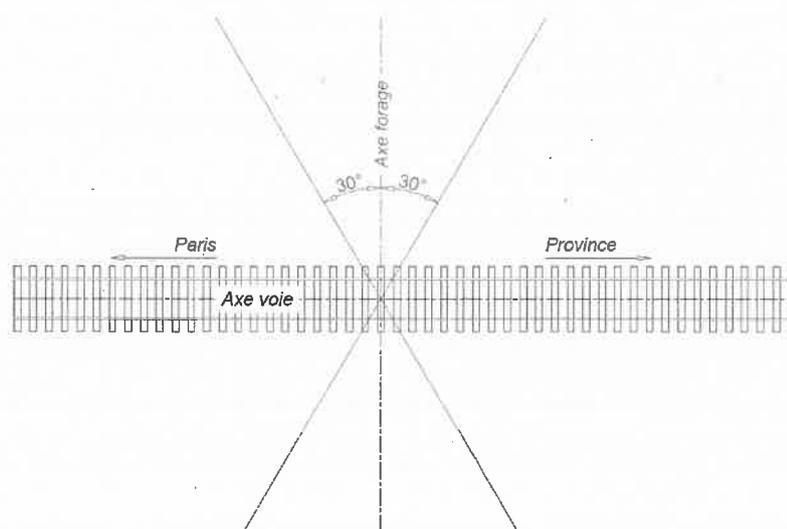


Figure 16 : Biais d'une traversée sous voie par rapport à une voie ferrée

La notion de biais a une influence moindre lorsque la hauteur de couverture de la traversée sous voies est importante.

2.1.8.2. L'écartement entre les forages

Dans le cas de traversées multiples, il faut conserver un écartement de :

$\Delta \text{ min} = \max (2 \text{ m au minimum entre les génératrices extérieures des fourreaux et } 3 \text{ diamètres de foration entre les axes des traversées}).$

Si les traversées sont de diamètre différent, il faut prendre en compte le plus grand des diamètres de foration.

2.1.8.3. Zone sensible « TSV »

La zone sensible TSV est la zone dans laquelle les mouvements de terrain, créés par le forage sous les voies, doivent être maîtrisés pour éviter toute perturbation du trafic. Elle se situe au niveau du terrain naturel et comprend la plateforme ferroviaire (quai, piste, poteau et caténaire inclus) ou les infrastructures (bâtiment, mur de soutènement, ouvrage souterrain, etc.) présentes.

La zone de diffusion est une droite de pente égale à $\pi/4 + \phi/2$ qui part de l'extrados du forage (voir Figure 17, Figure 18, Figure 19, Figure 20). Φ représente l'angle de frottement interne du sol.

Afin de suivre les mouvements dans cette zone sensible, il est nécessaire de mettre en place une instrumentation afin de surveiller la géométrie de la voie.

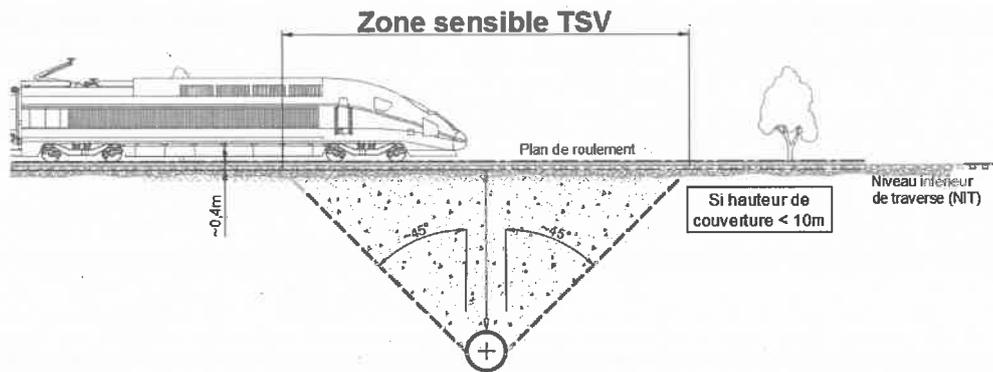


Figure 17 : Zone sensible dans le cas d'un seul forage

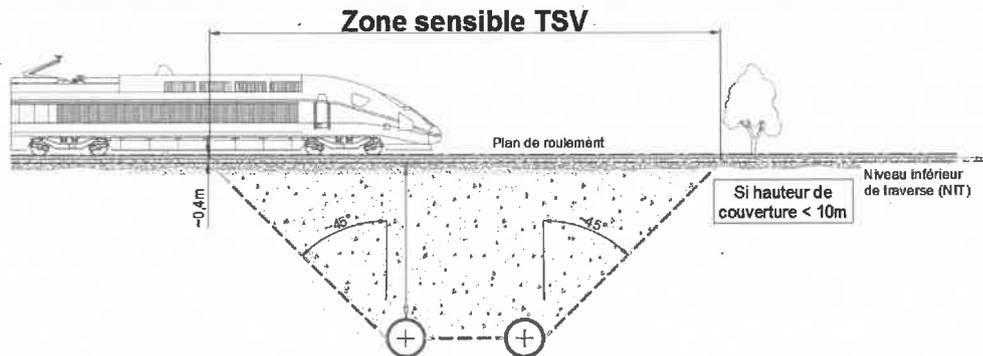


Figure 18 : Zone sensible dans le cas de plusieurs forages

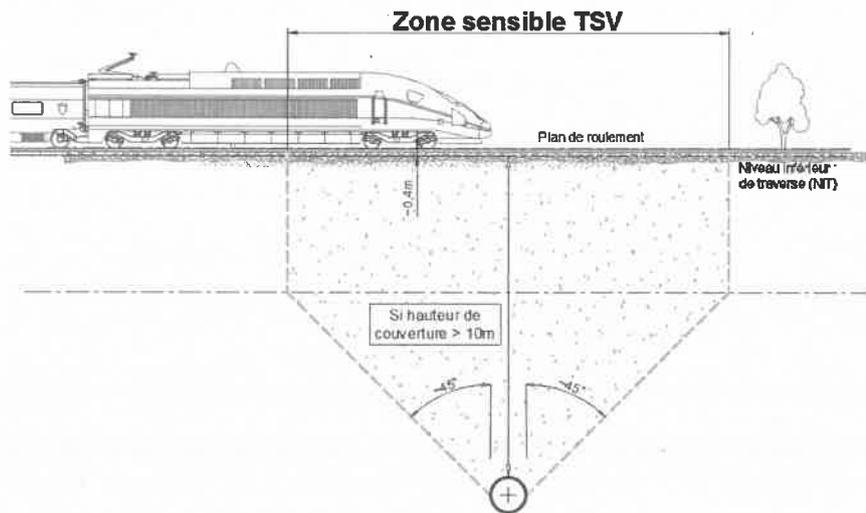


Figure 19 : Zone sensible dans le cas d'un seul forage, avec une hauteur de couverture >10 m

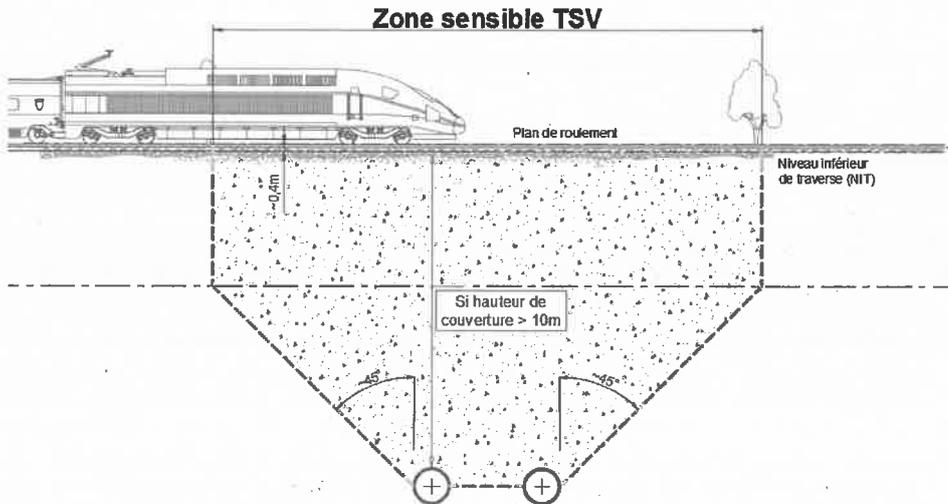


Figure 20 : Zone sensible dans le cas de plusieurs forages, avec une hauteur de couverture >10 m

2.1.8.4. Zone d'influence

La zone d'influence correspond à la zone dans laquelle les travaux de forage peuvent engendrer des mouvements de terrain. Ces mouvements se répercutent en surface dans la zone sensible TSV.

Les limites de la zone d'influence se situent au niveau de l'intersection entre le forage réalisé et les plans de stabilité P1 de la voie ou le plan de stabilité de la fondation d'un élément d'infrastructure (voir Figure 21 et Figure 22).

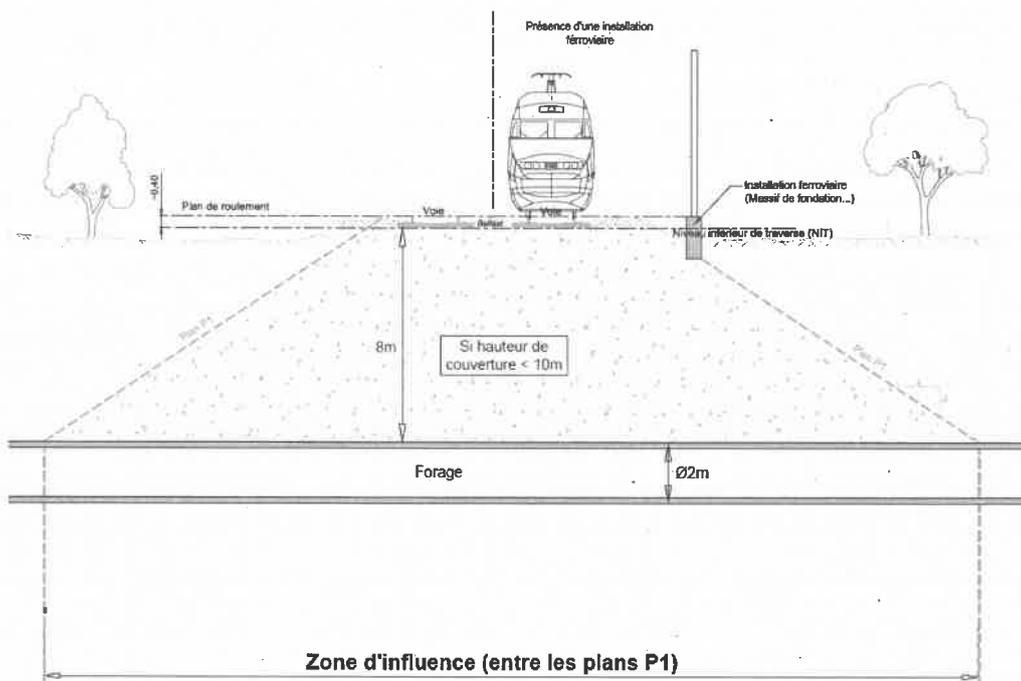


Figure 21 : Définition de la zone d'influence d'une traversée sous voies, avec une hauteur de couverture > 10 m

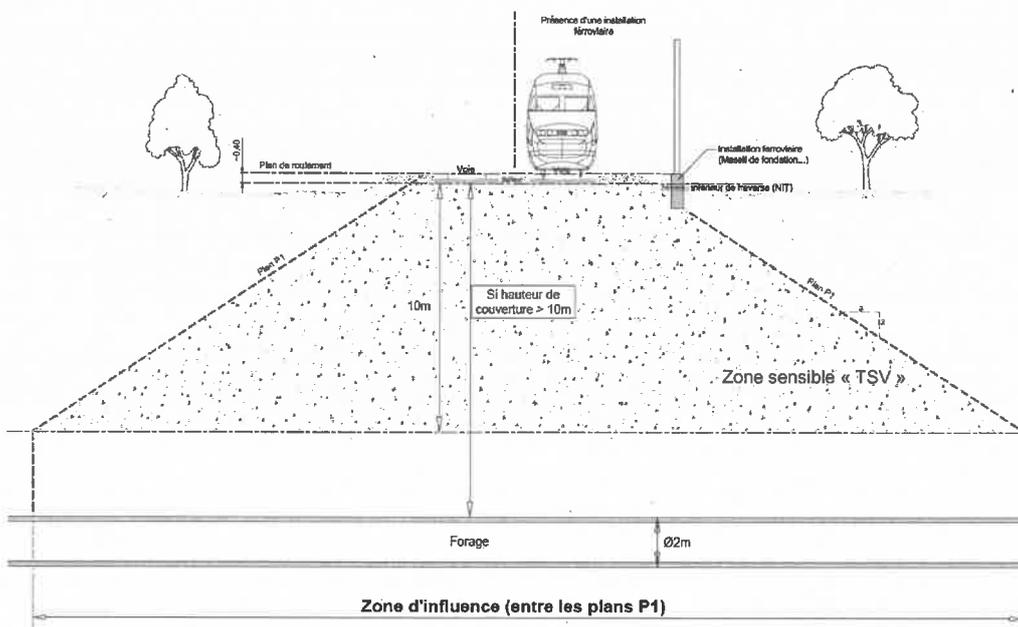


Figure 22 : Définition de la zone d'influence d'une traversée sous voies

2.1.8.5. Forage en continu

Dès pénétration de l'outil de forage dans la zone d'influence de la voie, le forage doit être réalisé en continu (24h/24) et :

- cas des forages horizontaux dirigés :
 - sans interruptions prolongées au-delà du temps strictement nécessaire au changement des outils de forage (aléseurs) ;

- dans la zone d'influence des voies SNCF Réseau, chaque phase de foration (trou pilote, alésage) jusqu'à la mise en place du fourreau doit être réalisée en continu (24h/24h). L'intervalle de temps entre chaque phase devra être le plus court possible ;
- pour toutes les autres techniques :
 - sans interruptions prolongées au-delà du temps strictement nécessaire à la mise en place d'un tronçon de fourreau ;
 - jusqu'à la sortie de la tête de forage dans le puits d'arrivée.

2.1.8.6. Les reniflards

Certains projets tiers (installation d'une canalisation de gaz sous le RFN) nécessitent la mise en place de reniflards. Les prescriptions de l'IN00011 (Ouvrages de transport ou de distribution de gaz combustibles) peuvent être appliquées, si besoin.

Il faut s'assurer auprès du tiers de la compatibilité de ces installations avec son projet.

Certaines nouvelles installations ne nécessitent plus la mise en place de reniflards. Ce point doit être intégré dans le Dossier de Conception Spécifique (DCS) émis par le MOE tiers.

2.1.8.7. Les fluides de forage

Les fluides ou boues de forage utilisés en forage assurent plusieurs fonctions :

- l'évacuation des déblais vers les puits de départ et d'arrivée,
- l'amélioration de la stabilité du trou de forage,
- la lubrification et refroidissement des outils de foration et des fourreaux mis en place.

Le type de boue de forage utilisé doit être adapté au projet : géologique (type de sol), géotechnique (caractéristique mécanique des sols) et hydrologique (présence d'une nappe, eau saumâtre, etc.).

2.1.8.8. Les additifs de forage

Les fluides de forage peuvent être associés à des additifs afin, par exemple de :

- inhiber le gonflement et le collage dans les sols argileux ;
- conserver la viscosité de la bentonite en présence d'eau saumâtre ;
- maintenir les qualités rhéologiques du fluide de forage, en présence de terrain tourbeux (acide).

2.1.8.9. Le scellement des tubes

Lorsque la technique de forage engendre une surcoupe entre l'outil de forage et le diamètre extérieur des fourreaux, un coulis de scellement autodurcissant doit être injecté dans ce vide annulaire.

La pression d'injection du coulis :

- ne doit pas dépasser 0.2 à 0.3 MPa afin de limiter les risques de soulèvement,
- doit être adaptée aux caractéristiques mécaniques du terrain.

Le coulis de scellement doit être suffisamment liquide et avoir une résistance minimale comprise entre 3 et 5 MPa (Rc à 28 jours). Cette valeur doit être adaptée en fonction des caractéristiques mécaniques du terrain.

2.1.9. Les travaux

2.1.9.1. Lignes Classiques

Sur les lignes classiques, la possibilité de réaliser les travaux avec interdiction des circulations ferroviaires sur les voies doit être systématiquement recherchée, y compris pour les ouvrages positionnés en zone C.

Dans le cas contraire, des mesures particulières doivent être prises vis-à-vis de la préservation de l'infrastructure et de la sécurité de l'exploitation.

L'ITC doit être effective dès pénétration de l'outil de forage dans les plans de stabilité et jusqu'à sa sortie dans le puits d'arrivée ou bien une fois le vide annulaire comblé par un coulis autodurcissant.

2.1.9.2. Lignes à Grande Vitesse

Sur les lignes à grande vitesse (LGV), la réalisation des travaux n'est autorisée qu'à la faveur d'interceptions de circulation.

La zone C doit être recherchée en priorité.

2.1.9.3. Traversée sous voies en zones de risque B1 ou B2

Lorsque la traversée sous voies est réalisée sous interruption de l'exploitation ferroviaire pour des ouvrages positionnés en zone de risque B1 ou B2, l'interruption doit être acquise au plus tard :

- lorsque le forage ou le fonçage pénètre à l'intérieur de la zone d'influence de la voie concernée et
- tant que l'outil de forage n'est pas ressorti dans le puits d'arrivée.

2.1.9.4. Programmation des travaux

La programmation des travaux :

- doit être suffisamment anticipée pour atteindre cet objectif ;
- doit tenir compte du temps nécessaire pour le montage du DCS par le maître d'œuvre et pour son examen par le pôle étude régional compétent de SNCF Réseau.

Cet examen nécessite généralement un délai de plusieurs mois entre la réception du projet et l'engagement des travaux, ce qui proscrit les chantiers de traversées sous voies lancés à la hâte.

La programmation de l'opération doit intégrer également la nécessité de réaliser des investigations géotechniques et des recherches de Réseaux existant dans l'emprise ferroviaire. En effet, ces investigations et recherches peuvent nécessiter des interruptions de l'exploitation ferroviaire.

2.1.9.5. Vérification de l'état zéro des voies ferrées

Il faut s'assurer que la voie traversée ne présente pas de défaut de géométrie ou de plage de danse pour éviter une aggravation pendant les travaux de TSV.

S'il y a défaut ou plage, réaliser préalablement aux travaux une remise en conformité par Bourrage Dressage Mécanique Lourd (BDML) préventif dans un délai d'au moins deux fois le délai de stabilisation.

2.1.9.6. Planning et phasage des travaux

L'interruption d'une phase de forage, de fonçage ou de réalésage doit rester exceptionnelle, quelle que soit la localisation de cet arrêt par rapport à la zone de voie. Des mesures propres à la reprise du chantier doivent être prévues dans une procédure.

Cette procédure doit tenir compte des risques de déstabilisation de la plateforme, inhérents aux méthodes de déblocage de l'outil d'excavation (exemple : injection sous forte pression de bentonite en terrain plastique). Il faut également s'assurer que la voie ne s'est pas affaissée ou soulevée en effectuant une visite par un agent « voie » ou le suivi automatique de la géométrie des voies.

Tout arrêt dans la zone d'influence est interdit.

Dans le cas de techniques n'assurant pas le maintien des terres (exemple des phases de réalésage en forage horizontal dirigé), il y a lieu de travailler sous ITC.

Le service technique régional compétent peut autoriser les travaux sous Limitation Temporaire de Vitesse 100 km/h jusqu'à la mise en place du fourreau ou encore à l'abri d'un ouvrage provisoire de franchissement (tubage existant type casing).

Les travaux peuvent cependant être autorisés sans LTV (sur les lignes classiques), lorsque les 4 conditions suivantes sont réunies :

- le diamètre de foration du dernier alésage est de 300mm au maximum,
- la traversée doit être située en zone C :
 - $H_{min} = \text{Max} (3m ; 10\varnothing_{\text{foration}})$ pour une ligne classique,
 - $H_{min} = \text{Max} (5m ; 10\varnothing_{\text{foration}})$ pour une ligne LGV,
- le terrain est homogène et sa résistance à la compression est supérieure à 10 MPa,
- un calcul aux éléments finis permet de démontrer la stabilité du trou de forage au passage des circulations.

2.2. Dispositions à respecter pendant la phase travaux

2.2.1. Vérifications à réaliser par le MOA et MOE

Le MOE désigné par la MOA doit présenter une expérience significative pour les travaux sans tranchées réalisés dans les emprises ferroviaires. Des références de travaux similaires peuvent être demandées.

Le MOE doit être présent de façon permanente sur site pendant toute la durée des travaux ayant un impact sur la sécurité ferroviaire ou dans les emprises ferroviaires.

Le MOA doit prévoir un système qualité assurant une surveillance permanente des travaux. Ces contrôles sont réalisés par l'entreprise et doivent être vérifiés par le MOE.

Les principaux contrôles portent entre autres sur :

- les paramètres de forage (pression sur l'outil, vitesse d'avancement, pression et volume injecté de boue de forage, direction ou position de la tête de forage, etc.),
- la réalisation du forage en lui-même (absence de remontée de fluides de forage ou de coulis d'injection, volume de matériau extrait, qualité des produits mis en place, machine de forage adaptée aux conditions du site, etc.),
- la surveillance des mesures réalisées par le système de suivi mis en place au niveau de la voie et des installations ferroviaires,
- le contrôle de l'efficacité des blindages,
- l'absence d'incident pouvant faire craindre la présence d'un vide ou l'apparition d'un fontis,
- la comparaison de ces données par rapport à celles émises en phase conception.

Le MOE s'assure que le suivi réalisé par l'entreprise est adapté au projet, aux conditions du site et qu'il répond aux mesures de sécurité ferroviaire mises en place.

2.2.2. Surveillance de la géométrie des voies et de l'intégrité de la plateforme ferroviaire

2.2.2.1. Mise en place d'un suivi de la géométrie des voies

Quelle que soit la traversée sous voies réalisée, la plateforme ferroviaire doit faire l'objet d'une surveillance permanente. Celle-ci doit être fiable, robuste et automatisée.

Elle doit être en continu dès lors que les travaux s'effectuent sous circulation ferroviaire.

Le suivi est automatisé jusqu'à la fin de la période de stabilisation (période définie par l'Infrapôle). Puis dégressif en étant prolongé d'un mois (voir § 2.3.1) après la fin de la mise en place du fourreau (cas du fonçage à la tarière, battage de tube, pousse tube ou du forage au marteau fond de trou) ou du scellement des fourreaux au terrain (cas du forage horizontal dirigé ou du microtunnelage).

La surveillance mise en place a pour objectif de contrôler la géométrie des files de rails et toute autre infrastructure ferroviaire située à proximité.

Elle doit être réalisée en liaison directe et immédiate avec le responsable local de SNCF Réseau, chargé le cas échéant de prendre ou faire prendre les mesures réglementaires de sécurité qui s'imposent.

Cette surveillance est à la charge du MOA. Les mesures éventuelles de sécurité étant assurées par SNCF Réseau.

La surveillance de l'état de la plateforme et de son évolution doit être mise en œuvre et effective :

- une semaine environ avant les travaux,
- pendant la durée du chantier,
- après la fin des travaux (voir § 2.3.2) de mise en place du fourreau ou du scellement des fourreaux au terrain,
- au-delà de la fin du chantier (en cas d'incident enregistré en cours de travaux, en cas de période de forte intempérie, etc.).

Le cycle de mesure ne doit pas dépasser 30 minutes.

Les voies doivent être équipées de profils de mesures mis en place transversalement aux files de rail. Ces profils sont espacés de 3 m sur l'ensemble de la zone sensible TSV et axés sur la traversée à raison de 2 points de mesure par voie (un sur chaque file de rail). Les points de mesure sont placés perpendiculairement au rail afin de mesurer le dévers.

Toute la zone sensible TSV doit être instrumentée. Dans le cas de traversée sous voies de petit diamètre et possédant une faible hauteur de couverture, la longueur de cette zone sensible TSV doit être prise égale à 18 m.

Des valeurs seuils sont définies pour les différents défauts de la voie (nivellement longitudinal, gauche, dévers, dressage). Trois types de seuils peuvent être préconisés à l'appui de l'IN01895 :

- VA : Valeur d'Alerte
- VI : Valeur d'Intervention
- VR : Valeur de Ralentissement

L'Infrapôle doit valider les différents seuils pris en compte.

Un dispositif de transmission automatique des alertes est mis en place. Les conditions d'information et d'alerte doivent être définies avant le démarrage du chantier entre les différents intervenants (Maître d'œuvre, entreprise, Infrapôle) et reportées dans la notice de sécurité ferroviaire (NSF).

Le responsable de la sécurité du chantier, présent sur site pendant toute la durée des travaux et au-delà sur demande de SNCF Réseau, fait procéder immédiatement à l'analyse des écarts entre les valeurs mesurées et les valeurs attendues. Une fois ces valeurs confirmées, il les transmet au représentant SNCF Réseau puis met en œuvre les

dispositions fixées par l'analyse de risques permettant de remédier aux causes de ces écarts et de supprimer les risques.

En cas de :

- dépassement des VA, le Maître d'Œuvre (ou le responsable de la sécurité du chantier) prend les mesures de sécurité qui s'imposent et avertit le représentant SNCF Réseau en lui communiquant toutes les informations utiles.
- dépassement des VI ou des VR, le Maître d'Œuvre (ou le responsable de la sécurité du chantier) arrête le chantier, prend les mesures de sécurité qui s'imposent et avertit immédiatement le représentant SNCF Réseau, en lui transmettant toutes les informations utiles.
- défaillance du système, le Maître d'Œuvre (ou le responsable de la sécurité du chantier) arrête le chantier et avertit immédiatement le représentant SNCF Réseau.

Une information quotidienne et un rapport hebdomadaire doivent être transmis au représentant SNCF Réseau.

Cette surveillance peut être réalisée de manière ponctuelle si une ITC a été mise en place. Un état des lieux de la voie est alors réalisé avant et après travaux et avant la remise des circulations.

2.2.2.2. Réalisation d'un contrôle de l'intégrité de la plateforme ferroviaire

Il est également demandé de contrôler l'intégrité de la plateforme ferroviaire et donc sa capacité à supporter sans dommage le trafic ferroviaire.

Un premier contrôle est effectué par une entreprise spécialisée (en géophysique ou géotechnique) en amont des travaux afin de vérifier l'état de la plateforme ferroviaire au droit de la future traversée. Ce contrôle permet de vérifier l'absence d'obstacle, de fondation, de sol décomprimé ou de vide.

Une fois le forage ou fonçage sous les voies terminé, un second contrôle après travaux est également réalisé selon les prescriptions définies au § 2.3.1.

Ce contrôle nécessite une reconnaissance de la plateforme ferroviaire :

- Le programme doit être établi en fonction de la configuration des lieux (hauteur de couverture, etc.); de la nature des terrains, du procédé de mise en place utilisé, des difficultés éventuellement rencontrées en cours de chantier, des contraintes de l'exploitation ferroviaire, etc. ;
- Parmi les moyens de reconnaissance à mettre en œuvre, il peut exister : les méthodes géophysiques, les sondages au pénétromètre statique, les sondages destructifs avec enregistrement des paramètres, etc. ;
- Certaines données peuvent également être transmises par le mainteneur comme, par exemple l'historique des défauts de géométrie de la voie (nivellement et gauche) sur la zone des travaux ;
- Les reconnaissances de sol peuvent être non destructives (méthode géophysique) ou destructives (méthode géotechnique). Ces 2 méthodes peuvent être jumelées afin de corroborer les résultats obtenus (exemple : radar géophysique avant et après travaux, et en fonction de l'analyse comparative réalisation de sondages, si nécessaire) ;

INTERNE SNCF RÉSEAU

- doit comporter une analyse, par le bureau d'études, des données recueillies.

2.2.2.3. Surveillance à réaliser par SNCF Réseau

La nomination d'un agent SNCF Réseau ayant une compétence voie est impérative lorsqu'un chantier de traversée est réalisé sans interception des voies. En effet, cet agent est susceptible de prendre des mesures de sécurité immédiates vis-à-vis des circulations ferroviaires, en cas d'incident.

Cette surveillance a pour but de vérifier le respect des normes de géométrie relatives à la vitesse de circulation autorisée ou, à défaut, la mise en œuvre de mesures de sécurité inopinées.

2.2.3. Mesures de sécurité suivant le zonage

Ces mesures :

- sont du ressort de l'Infrapôle,
- doivent être prévues dès la phase projet,
- sont financées en totalité par le maître d'ouvrage,
- sont reprises dans les tableaux de l'0.

La zone C est à privilégier, quelle que soit la technique de forage employée.

2.3. Dispositions à respecter après l'achèvement des travaux

2.3.1. Contrôle de l'intégrité de la plateforme ferroviaire

Une fois le fourreau mis en place, un état des lieux de la plateforme ferroviaire doit systématiquement être réalisé pour contrôler son intégrité et sa capacité à supporter le trafic ferroviaire sans dommage.

Ce contrôle de l'intégrité ferroviaire après travaux :

- doit être réalisé avant la levée de la LTV et après la mise en place du :
 - fourreau (fonçage à la tarière, battage de tube, pousse tube ou forage au marteau fond de trou) ou
 - scellement des fourreaux au terrain (forage horizontal dirigé ou microtunnelage) ;
- peut être réalisé par des méthodes non destructives de type géophysique ou par des sondages destructifs.
- est complémentaire au contrôle réalisé avant les travaux et doit être réalisé avec la même méthode d'investigation.

L'exécution de ces investigations est assurée par un bureau d'études techniques compétent et apte à formuler un avis sur l'état d'intégrité de la plateforme ferroviaire.

Le rapport final doit présenter les éléments suivants :

- un descriptif des travaux (localisation, procédé, etc.) ;
- l'historique des événements particuliers ou anomalies survenus en cours de chantier (ces informations peuvent être fournies par le MOE et l'entrepreneur) ;
- l'interprétation des investigations ;
- et l'engagement sur l'aptitude du terrain à supporter durablement le trafic et l'absence d'apparition d'anomalie consécutive aux travaux (déconsolidation, vides, etc.).

La surveillance de la plateforme ferroviaire, de la voie et la LTV doit être maintenue jusqu'à présentation des conclusions du bureau d'études à SNCF Réseau.

La surveillance mise en place ainsi que la LTV seront prolongées s'il s'avère que ces dernières n'apportent pas les garanties souhaitées.

Dans ce cas, des reconnaissances complémentaires et une réunion de concertation doivent être réalisées afin de lever le doute sur l'anomalie rencontrée.

2.3.2. Suivi dégressif de la géométrie des voies

Le suivi est automatisé et en continu jusqu'à la fin de la période de stabilisation (période définie par l'Infrapôle).

La surveillance de la géométrie de la voie est ensuite prolongée d'au moins un mois.

Les fréquences de mesure sont les suivantes :

- 1 mesure par jour pendant la 1^{ère} semaine,
- 2 mesures pendant la 2^e semaine,
- 1 mesure hebdomadaire pendant les 2 semaines suivantes.

En cas de traversée sous voies réalisées sous ITC, un état des lieux de la voie est réalisé avant et après travaux, et avant la reprise des circulations.

Si aucun défaut géométrique de la voie n'est constaté à l'issue de la période de stabilisation, le dispositif de suivi des voies peut être déposé sur accord de SNCF Réseau.

2.4. Dispositions à respecter en cas d'incident

En cas d'incident lors de la réalisation des travaux de traversée sous voies, il faut appliquer les actions correctives relatives à l'incident rencontré. Ces actions sont définies au préalable dans l'analyse des risques.

Toute méthodologie qui n'a pas fait l'objet d'une réflexion préalable (voir analyse de risques au § 1.3) doit être validée par SNCF Réseau.

Suite au signalement d'un incident, SNCF Réseau peut exiger du MOA tiers (au titre des mesures de sécurité nécessaires à la sécurité et à la régularité de l'exploitation) :

- qu'il réalise des reconnaissances complémentaires à celles déjà réalisées pour l'établissement du dossier de conception spécifique
- et qu'il procède aux réparations des dommages constatés.

Tout incident notable doit être signalé à DGII DTR OA et doit faire l'objet d'un Retour d'Expérience (REX), afin de permettre une large diffusion des retours d'expériences auprès des différentes régions.

2.5. Travaux réalisés par un tiers

2.5.1. Conditions à respecter par le MOA et le MOE

Les projets doivent faire l'objet de conventions entre le maître d'ouvrage tiers et SNCF Réseau :

- convention études et travaux : Elle est établie par le tiers avec le Pôle Étude Régional ou l'Infrapôle. Elle définit les conditions d'interventions dans les emprises ferroviaires et précise les prestations assurées par SNCF Réseau.
- autres conventions : elles définissent, par exemple, l'occupation du tréfonds et précisent les conditions de maintenance du Réseau.

Par ces conventions, le maître d'ouvrage tiers s'engage à :

- respecter ou faire respecter par son maître d'œuvre et ses fournisseurs les exigences de SNCF Réseau rappelées dans ce présent texte ;
- assumer la responsabilité d'éventuels manquements à ces exigences, en cas d'incident ;
- assurer ou faire assurer la surveillance des installations ferroviaires pendant et, si besoin, après le chantier ;
- signaler immédiatement et très précisément les incidents de chantier au responsable de SNCF Réseau afin que celui-ci prenne les mesures de sécurité qui s'imposent.

Lorsque la maîtrise d'œuvre n'est pas assurée par SNCF Réseau, le MOA tiers doit faire établir une Notice de Sécurité Ferroviaire (NSF) par son maître d'œuvre. Cette notice décrit l'ensemble des dispositions à mettre en place pour assurer la sécurité des circulations ferroviaires (prévention, par exemple).

Les travaux au voisinage des voies ferrées ne doivent pas commencer dans les situations suivantes :

- Le MOA, le MOE et l'entrepreneur n'ont pas signé la NSF.
- Les procédures citées dans la NSF ne sont pas respectées.

Avant de commencer les travaux, le maître d'œuvre doit fournir au représentant local de SNCF Réseau les procédures d'exécution et son plan de contrôle pour examen et accord du service technique régional compétent.

Le maître d'œuvre atteste par écrit que :

- le matériel livré sur le chantier pour le creusement de la canalisation est opérationnel ;
- le contrôle des paramètres de forage ou de fonçage, ainsi que la surveillance sont conformes aux exigences énoncées dans le présent texte.

2.5.2. Qualification des entreprises par SNCF Réseau

Une entreprise tiers :

- doit posséder les qualifications "SNCF Réseau", conformément aux règles en vigueur (GF1110 : Qualification des entreprises et des bureaux d'études d'ingénierie dans le domaine des travaux d'infrastructure). Pour les traversées sous voies, deux qualifications sont appliquées :
 - 02702 - Traversées sous voies par forage dirigé
 - 02701 - Traversées sous voies quel que soit le procédé sauf par forage dirigé
- doit fournir un plan d'assurance qualité avant le démarrage des travaux.

2.6. Travaux réalisés sous maîtrise d'œuvre SNCF Réseau

Les chantiers sous maîtrise d'œuvre SNCF Réseau sont soumis aux mêmes dispositions organisationnelles et techniques que ceux effectués par des tiers.

Les marchés de travaux doivent faire référence aux exigences reprises dans le présent document.

COPIE non tenue à jour du 28/01/2020

Traversées sans tranchée - mesures à prendre suivant le zonage

Tableau 15 : Mesures à prendre en zone B1 avec et sans interception

Zone	Condition de circulation	Lignes classiques			LGV	
		Barres normales	Hors période d'interdiction des Tx de 2 ^{ème} catégorie	En période d'interdiction des Tx de 2 ^{ème} catégorie	LRS	
					Hors période d'interdiction des Tx de 2 ^{ème} catégorie	En période d'interdiction des Tx de 2 ^{ème} catégorie
B1	Avec interception	Reddition avec LTV à 40 km/h pendant 48 h (avec surveillance permanente puis relèvement à 100 km/h jusqu'à achèvement de la stabilisation avec surveillance quotidienne). Comparaison de la géométrie des voies avant et après travaux.			Reddition avec LTV à 80 km/h et surveillance permanente pendant au moins 48 heures puis relèvement à 160/170 km/h. Rétablissement de la vitesse normale après 48 h Comparaison de la géométrie des voies avant et après travaux.	Interdit
	Sans interception	LTV 80 km/h sauf pour petits diamètres ($DN \leq 300$ mm) en zone B1.a (LTV à 40 km/h). Surveillance permanente de la géométrie de la voie pendant les travaux puis suivi dégressif.	Interruption du LRS et LTV 80 km/h. Surveillance permanente de la géométrie de la voie pendant les travaux puis suivi dégressif.			Interdit

Tableau 16 : Mesures à prendre en zone B2 avec interception et terrain favorable ou non

Zone	Lignes classiques				LGV	
	Condition de circulation	Barres normales	LRS		Hors période d'interdiction des Tx de 2 ^{ème} catégorie	En période d'interdiction des Tx de 2 ^{ème} catégorie
			Hors période d'interdiction des Tx de 2 ^{ème} catégorie	En période d'interdiction des Tx de 2 ^{ème} catégorie		
B2	Avec interception et terrain favorable	Reddition à vitesse normale. Comparaison de la géométrie des voies avant et après travaux.	Reddition à vitesse normale avec application de l'IN03002 et MT03003 pendant la stabilisation. Comparaison de la géométrie des voies avant et après travaux.	Reddition avec LTV à 100 km/h jusqu'à achèvement de la stabilisation. LTV 40 km/h si t ³ rail ≥ 45°C pendant les 48 h suivant la fin des travaux. Comparaison de la géométrie des voies avant et après travaux.	Reddition avec LTV 160/170 et surveillance permanente pendant au moins 48 heures. Rétablissement de la vitesse normale après 48 h. Comparaison de la géométrie des voies avant et après travaux puis suivi dégressif.	Interdit
	Avec interception et terrain défavorable	Reddition avec LTV 100 km/h jusqu'à achèvement de la stabilisation. Comparaison de la géométrie des voies avant et après travaux.	Reddition avec LTV à 100 km/h jusqu'à achèvement de la stabilisation. LTV 40 km/h si t ³ rail ≥ 45°C avant 48 h. Comparaison de la géométrie des voies avant et après travaux.	Interruption du LRS et conditions barres normales. Comparaison de la géométrie des voies avant et après travaux.	Dossier à soumettre à DGII DTR OA	

³ t = température du rail

COPIE non tenue à jour du 28/01/2020

Tableau 17 : Mesures à prendre en zone B2 sans interception et terrain favorable ou non

Zone	Condition de circulation	Lignes classiques			LGV		
		Barres normales	Hors période d'interdiction des Tx de 2ème catégorie	En période d'interdiction des Tx de 2ème catégorie	Hors période d'interdiction des Tx de 2ème catégorie	En période d'interdiction des Tx de 2ème catégorie	
B2	Sans interception et terrain favorable	Travaux réalisés sous LTV ≤ 100 km/h. Reddition à vitesse normale. Surveillance permanente de la géométrie de la voie pendant les travaux puis suivi dégressif.	Travaux réalisés sous LTV ≤ 100 km/h avec mise en place d'une LTV 40 km/h, si la température dépasse celle autorisée dans la pochette LRS. Rétablissement de la vitesse normale en fin de chantier avec application de l'IN03002 et MTO3003 pendant la stabilisation. Surveillance permanente de la géométrie de la voie pendant les travaux, puis suivi dégressif.	Interdiction d'entreprendre les Tx si la température est susceptible de dépasser 45°C. Travaux réalisés sous LTV 40 km/h. Relèvement de la vitesse à 100 km/h en fin de chantier maintenue jusqu'à achèvement de la stabilisation LTV 40 km/h si t rail ≥ 45°C pendant les 48 h suivant la fin des travaux. Surveillance permanente de la géométrie de la voie pendant les travaux, puis suivi dégressif.			Interdit
	Sans interception et terrain défavorable	Travaux réalisés sous LTV ≤ 100 km/h. puis LTV 100 km/h jusqu'à achèvement de la stabilisation. Surveillance permanente de la géométrie de la voie pendant les travaux puis suivi dégressif.	Travaux réalisés sous LTV ≤ 100 km/h avec mise en place d'une LTV 40 km/h (si la température dépasse celle autorisée dans la pochette LRS), puis LTV à 100 km/h jusqu'à achèvement de la stabilisation. LTV 40 km/h, si t rail ≥ 45°C pendant les 48 h suivant la fin des travaux. Surveillance permanente de la géométrie de la voie pendant les travaux puis suivi dégressif.	Interruption du LRS et conditions barres normales. Surveillance permanente de la géométrie de la voie pendant les travaux puis suivi dégressif.			

Tableau 18 : Mesures à prendre en zone C avec interception et terrain favorable ou non

Zone	Lignes classiques				LGV	
	Condition de circulation	Barres normales	Hors période d'interdiction des Tx de 2 ^{ème} catégorie	En période d'interdiction des Tx de 2 ^{ème} catégorie	LRS	En période d'interdiction des Tx de 2 ^{ème} catégorie
C	Avec interception et terrain favorable	Reddition à vitesse normale. Comparaison de la géométrie des voies avant et après travaux.	Reddition à vitesse normale avec application de l'IN03002 et MT03003 pendant la stabilisation. Comparaison de la géométrie des voies avant et après travaux.	Reddition avec LTV à 100 km/h jusqu'à achèvement de la stabilisation. LTV 40 km/h si t ⁴ rail ≥ 45°C pendant les 48 h suivant la fin des travaux. Comparaison de la géométrie des voies avant et après travaux.	Reddition avec LTV 160/170 et surveillance permanente pendant au moins 48 heures. Rétablissement de la vitesse normale après 48 h. Comparaison de la géométrie des voies avant et après travaux.	Interdit
	Avec interception et terrain défavorable	Reddition avec LTV 100 km/h jusqu'à achèvement de la stabilisation. Comparaison de la géométrie des voies avant et après travaux.	Reddition avec LTV à 100 km/h jusqu'à achèvement de la stabilisation. LTV 40 km/h si t ⁴ rail ≥ 45°C pendant les 48 h suivant la fin des travaux. Comparaison de la géométrie des voies avant et après travaux.	Reddition avec LTV 160/170 et surveillance permanente pendant au moins 48 heures. Rétablissement de la vitesse normale après 48 h. Comparaison de la géométrie des voies avant et après travaux.	Dossier à soumettre à DGII DTR OA	

⁴ t = température du rail

COPIE non tenue à jour du 28/01/2020

Tableau 19 : Mesures à prendre en zone C sans interdiction et terrain favorable ou non

Zone	Condition de circulation	Lignes classiques				LGV	
		Barres normales	LRS		Hors période d'interdiction des Tx de 2 ^{ème} catégorie	En période d'interdiction des Tx de 2 ^{ème} catégorie	
			Hors période d'interdiction des Tx de 2 ^{ème} catégorie	En période d'interdiction des Tx de 2 ^{ème} catégorie			
C	Sans interdiction et terrain favorable	Travaux réalisés sous LTV ≤ 100 km/h. Reddition à vitesse normale. Surveillance permanente de la géométrie de la voie pendant les travaux puis suivi dégressif.	Travaux réalisés sous LTV ≤ 100 km/h avec mise en place d'une LTV 40 km/h si la température dépasse celle autorisée dans la pochette LRS. Rétablissement de la vitesse normale en fin de chantier avec application de l' <u>IN03002</u> et <u>MT03003</u> pendant la stabilisation. Surveillance permanente de la géométrie de la voie pendant les travaux puis suivi dégressif.	En période d'interdiction des Tx de 2 ^{ème} catégorie Interdiction d'entreprendre les Tx si la température est susceptible de dépasser 45°C. Travaux réalisés sous LTV 40 km/h. Relèvement de la vitesse à 100 km/h en fin de chantier maintenue jusqu'à achèvement de la stabilisation LTV 40 km/h si t rail ≥ 45°C pendant les 48 h suivant la fin des travaux. Surveillance permanente de la géométrie de la voie pendant les travaux puis suivi dégressif.	Hors période d'interdiction des Tx de 2 ^{ème} catégorie	En période d'interdiction des Tx de 2 ^{ème} catégorie	
	Sans interdiction et terrain défavorable	Travaux réalisés sous LTV ≤ 100 km/h. Surveillance permanente de la géométrie de la voie pendant les travaux puis suivi dégressif.	Travaux réalisés sous LTV ≤ 100 km/h avec mise en place d'une LTV 40 km/ si la température supérieure de la plage autorisée à la pochette LRS est dépassée. Puis LTV à 100 km/h jusqu'à achèvement de la stabilisation. LTV 40 km/h si t rail ≥ 45°C pendant les 48 h suivant la fin des travaux. Surveillance permanente de la géométrie de la voie pendant les travaux puis suivi dégressif.	En période d'interdiction des Tx de 2 ^{ème} catégorie Interruption du LRS et conditions barres normales. Surveillance permanente de la géométrie de la voie pendant les travaux puis suivi dégressif.	Hors période d'interdiction des Tx de 2 ^{ème} catégorie	En période d'interdiction des Tx de 2 ^{ème} catégorie Interdit.	

Dossier de Conception Spécifique de traversée sous voies

Le Dossier de Conception Spécifique à fournir pour analyse doit comporter et être adapté en fonction du projet de traversée sous voies.

- un plan de masse
- un plan de situation du projet ;
- une vue en plan avec représentation :
 - des voies ferrées (numéro de la ligne et Pk),
 - de l'implantation de la traversée sous voies,
 - des puits de départ et d'arrivée,
 - des installations ferroviaires mitoyennes
 - des sondages réalisés ;
- un extrait cadastral ;
- un profil en long avec représentation :
 - du fourreau,
 - des puits de départ et d'arrivée,
 - de la hauteur de couverture,
 - des plans de stabilité de la voie (P0, P1, P2),
 - de la longueur de la zone d'influence,
 - des sondages réalisés,
 - des terrains rencontrés,
 - de la position de la nappe ;
- une section transversale du forage, du fourreau et des canalisations à l'intérieur ;
- des photos du site ;
- un dossier de reconnaissance géologique et hydrogéologique de type G2 PRO conformément à la NF P94-500. Ce dossier doit :
 - préciser l'implantation des forages, la description et l'interprétation des essais *in situ*, hydrogéologiques, et de laboratoire ;
 - statuer sur le choix de la technique de foration qui doit être en adéquation avec les sols rencontrés et la position de la nappe ;
 - comporter un dimensionnement des ouvrages provisoires (puits, etc.).

- un calcul ou une évaluation des tassements en surface tenant compte des surcharges ferroviaires, des paramètres géotechniques de chaque couche de terrain traversée et de la position de la nappe ;
- un planning d'exécution intemporel précisant :
 - les différentes phases des travaux,
 - la durée du suivi en continu :
 - du nivellement des voies,
 - du contrôle d'intégrité de la plateforme ferroviaire,
 - de la limitation temporaire de vitesse ;
- un descriptif de la méthodologie envisagée pour la réalisation du forage décrivant les méthodes, phasage, matériel et matériau employés) ;
- une analyse de risques menée par la maîtrise d'œuvre tiers. Les risques inhérents à la méthodologie de forage doivent être identifiés et analysés, de façon à ce que les mesures de prévention puissent être définies et mises en œuvre ;
- une étude sur :
 - la conception des puits dès lors que le fond de fouille engage les plans de stabilité de la voie (géométrie, dimensionnement, méthode de réalisation). La réalisation de ces puits peut nécessiter la mise en œuvre de mesures de sécurité (surveillance, limitation temporaire de vitesse, etc.). Ces mesures peuvent s'avérer plus contraignantes que celles imposées par le positionnement de la canalisation elle-même. Les prescriptions de l'IG90033 sont applicables à ces travaux ;
 - les efforts de poussée maximale : le frottement sol-tuyaux limite la longueur des tronçons, ce qui est une contrainte pour la conception ;
 - le dimensionnement du fourreau de protection sous les surcharges ferroviaires et sous le poids des terres (ou de la canalisation en cas d'absence de fourreau de protection) ;
- Une proposition technique :
 - de suivi en continu du nivellement des voies ;
 - de contrôle d'intégrité de la plateforme ferroviaire.

: Domaine d'application, avantage et limite des différentes méthodes géophysiques

Tableau 20

Méthode	Domaine d'application	Avantages	Limites
Radar géologique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Détection d'interfaces, de Réseaux et d'obstacles ■ Profondeur maximale 5 à 10 m 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Rapide ■ Peu contraignant ■ Profil continu à haute résolution 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Interprétation délicate (par des géophysiciens) ■ Inadapté en terrain argileux ou sous nappe ■ Sensible aux ferrillages et au courant de retour traction
Tomographie électrique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Identification géologique des terrains ■ Distance entre les forages doit être inférieure à la profondeur des forages 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pas de perte de résolution avec la profondeur ■ Adapté à tout type de terrain ■ Peut-être couplé avec un géoradar en surface 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Faible résolution ■ Sensible aux lignes électrifiées ■ Réalisation des forages à proximité des voies
Microgravimétrie	<ul style="list-style-type: none"> ■ Recherche ponctuelle de vide, zone décomprimée ■ Profondeur maximale 5 m 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Non sensible aux structures métalliques 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sensible aux lignes électrifiées ■ Mauvaise résolution ■ Sensible aux vibrations
MASW	<ul style="list-style-type: none"> ■ Identification des zones dures ou décomprimées ■ Détection des interfaces sédimentaires et hétérogénéités 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Grande profondeur d'investigation 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Arrêt des circulations ■ Sensible aux vibrations ou au bruit sismique ■ Résolution de 10-15 m environ ■ Utilisation en terrain stratifié (de préférence) ■ Roches cristallines et sol argileux ou poreux influencent la réfraction des ondes

Classement des essais de laboratoire en fonction du type de sols rencontré

Tableau 21

Type d'essais en laboratoire	Sols fins	Sols grenus	Terrains rocheux
NF P11-300 Identification GTR92	x	x	
Teneur en eau	x		
Limite d'Atterberg Valeur au bleu	x		
Poids volumique	x		x
Granulométrie - Sédimentation	x	x	
Densité		x	
Pouvoir abrasif et broyabilité		x	x
Résistance à la compression simple			x
Cohésion* et angle de frottement interne	x	x	
Essai œdométrique	x		
* Dans le cas où la cohésion n'a pas été déterminée par des essais en laboratoire, elle doit être prise égale à 0 kPa.			

COPIE non tenue à jour du 28/01/2020

Analyse des risques

Exemple - Analyse de risque

Risques : Instabilité du front					
Description/Origine : Soutirage excessif du terrain lors du creusement					
Probabilité d'occurrence : Peu probable					
Plateforme ferroviaire		Perennité des ouvrages et installations ferroviaires		Circulation ferroviaire	
Impact	Conséquence	Impact	Conséquence	Impact	Conséquence
Oui	Tassement au niveau de la plateforme Apparition d'un fontis au niveau de la plateforme Défaut de nivellement, gauche, dévers sur la voie	Oui	Tassement, dévers des ouvrages et installations ferroviaires	Oui	Déraillement d'un train Prolongation de la LTV mise en place Mise en place d'une ITC
Niveau du risque :					
Majeur		Majeur		Majeur	
Mesures de réduction du risque : Campagne de reconnaissance géologique, géotechnique approfondie Auscultation de la plateforme ferroviaire avant travaux Surveillance du nivellement des voies Suivi des paramètres de foration et du volume de matériaux extraits Forage en continu dès entrée dans la zone d'influence des voies					
Stratégie de repli : Arrêt du forage Comblement du fontis Rebourrage des voies					

Figure 23 : Exemple d'analyse de risque

Modèle - Analyse de risque

Risques :					
Description/Origine :					
Probabilité d'occurrence :					
Plateforme ferroviaire		Perennité des ouvrages et installations ferroviaires		Circulation ferroviaire	
Impact	Conséquence	Impact	Conséquence	Impact	Conséquence
Niveau du risque :					
Mesures de réduction du risque :					
Stratégie de repli :					

Figure 24 : Modèle d'analyse de risque

Fiche REX

1.Exemple de fiche REX

REX	TSV SERGUIGNY	24/10/2005	PRI Rouen
------------	----------------------	-------------------	------------------

Fonçage à la tarière d'un fourreau DN 500			
MOA :	GDF	MOE :	GDF
N° et Ligne :	Serguigny - Oissel	Vitesse :	130 km/h
Géologie :		Nappe :	
PK :	4+050	Longueur TSV :	54 m
Préconisation :			
Hauteur de couverture : 4,80 m			
LTV : XX km/h			
Contrôle intégrité plateforme ferroviaire			
Suivi du nivellement des voies ferrées			

Un mois après travaux, choc anormal sur V2 lors d'une tournée en cabine Affaissement de plateforme et Fontis constaté sur V2 au droit de la TSV

✓ **Analyse des causes :**

- Consistance des reconnaissances initiales insuffisante
- La granulométrie a été nettement sous-évaluée – Pas d'essai en Labo
- Venues d'eau constatées lors du creusement
- Étude conception Inexistante & Technique inadaptée aux conditions de site (présence d'eau...)
- Arrêts répétés du forage sous la plateforme en cours d'exécution

✓ **Analyse des conséquences et des enjeux :**

- Arrêt des circulations sur V2 (24h)
- Marche prudente sur V1
- Mise en place d'une LTV 40 sur les deux voies
- Surveillance permanente des voies (r/r)
- Perturbation du trafic durant plus de 4 mois, jusqu'au 3 mars 2006
- Coût des mesures de sécurité, prises par SNCF GID est de l'ordre de 70 k€ (ce 12.2005), coûts incidence économique liés à la perturbation du trafic



Enseignements - Recommandations

- ✓ La conception du projet et le choix de la méthode doit se fonder sur une bonne connaissance géotechnique du site.
- Le creusement doit être réalisé en continu sans arrêt prolongé dans la zone d'influence et la stabilité du front doit être garantie en cas d'arrêts inopinés.
- LTV 40 doit être mise en œuvre lorsque la température du rail n'est pas conforme aux prescriptions de la pochette LRS.
- MOA, Tiers doit mandater MOE disposant de compétence en rapport avec la nature des travaux envisagés (domaine de la géotechnique).
- Appréciation des risques doit être engagée par le MOE dès la phase de conception, (analyse des risques) de façon à prévoir les mesures permettant la réduction de leur conséquence ou des solutions de repli. SNCF RESEAU doit être associée à cette démarche.
- Un contrôle des paramètres de forage (avancement, couple, poussée, volumes extraits) est nécessaire pour ce type de méthode de creusement (tarière et tunnelier...).
- La surveillance des voies doit être maintenue après remplissage de chantier dans la zone des travaux de TSV, surtout si des difficultés de forage ont été observées.

Contact :	Service :
Téléphone :	Date de la fiche :

Figure 25 : Exemple de fiche REX

2.Exemples d'éléments à indiquer dans une fiche REX

- Nom du projet ;
- Client ;
- Nature de la prestation ;
- Ouvrage ;
- Résumé du REX : ce résumé synthétique, de 4 lignes maximum, doit permettre de saisir l'essentiel du cas analysé en un coup d'œil sur la page de garde ;
- Analyse du cas ;
- Contexte : on y indique tous les aspects pertinents nécessaires à la compréhension du cas (contexte commercial, aspects contractuels, intervenants, associés organisation, ressources humaines, qualification, délais, suivi du projet, aspects techniques, sources potentielles de difficultés, risques potentiels, etc.) ;
- Description des faits : description objective, concise, limitée aux informations strictement utiles ;
- Analyse des causes : c'est la partie la plus délicate de l'analyse du cas. On doit chercher à disséquer suffisamment les mécanismes en jeu pour identifier l'ensemble des causes et les exprimer, non en termes vagues, mais en termes précis d'exigences de qualité) ;
- Analyse des conséquences et des enjeux commerciaux, relationnels, techniques et financiers. Dès que possible, chercher à pousser cette analyse jusqu'à l'évaluation du coût de la non qualité commise ou, au contraire, du gain engrangé ;
- Solutions apportées : décrire les solutions trouvées pour remédier aux défauts engendrés ou pour obtenir d'éventuels avantages.
- Enseignements – Recommandations : l'enseignement peut être un simple conseil destiné aux destinataires du REX (points à éviter ou à promouvoir). L'enseignement peut s'accompagner d'une formalisation telle qu'une demande d'action corrective, une suggestion de révision ou de complément du référentiel existant, etc.) ;
- Destinataires : faire figurer la liste des destinataires. Elle doit être établie soigneusement, lors de l'approbation de la fiche. L'animateur qualité et le chef de département sont destinataires systématiques de la fiche. ;
- Le Chef de département peut alors, s'il le juge opportun, compléter la liste des destinataires et procéder à une diffusion complémentaire.

COPIE non tenue à jour du 28/01/2020

Planche de photos

Tableau 22



Figure 26 : TSV Pont sur seine - Fontis 9m3

Microtunnelier - DNI1940 - Zone B2

Alluvions anciennes - Sous nappe



Figure 27 : TSV Annecy - Fontis 2 m3

Microtunnelier - DNI1800 - zone C

Sols sablo argileux - Sous nappe



Figure 28 : TSV Mezy Moulins - Soulèvement de 55 mm

Forage dirigé - DN250 - Zone C

Sol argileux - Hors nappe



Figure 29 : TSY St Pierre des Corps – Fontis

Microtunnelier - DN300 – zone C



Figure 30 : TSY Noisy le sec – Soutèvement de 86.1 mm

2 forages dirigés – 2DN315 - Zone C

Sols marneux – Sous nappe



Figure 31 : TSY St Pierre Laval – Fontis 60m3

Tarrière – zone B2

Sols sablo graveleux

Tableau 23



Figure 32 : TSV Arnières sur Iton – Fontis 6 m3

Microtunnelier – DNI200 - Zone B2

Craie altérée – Sous nappe



Figure 33 : TSV Paray Vieille Poste – Soulèvement des voies

Forage dirigé - DN400 – Zone C

Sol marno calcaire et argileux



Figure 34 : TSV Perrigny – Fontis 7 m3

Tarière – DNI200 - Zone B2

Sols limono argileux à graveleux – Hors nappe



Figure 35 : TSV La Riche – 2 fontis 10 et 30 m3



Figure 36 : TSV Serquigny – Fontis 2,5m3



Figure 37 : TSV Creusot – Fontis 18m3

Microtunnelier – DNI400 – zone C

Tarière – DN500 – zone C

Microtunnelier – DNI600 – Zone C

Pas de reconnaissances préalables

Remblais

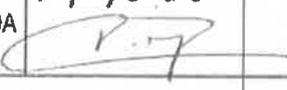
COPIE non tenue à jour du 28/01/2020

Fiche d'identification

Identification du texte

<i>Titre</i>	Petits ouvrages neufs sous et à proximité des voies réalisés par une méthode de travaux sans tranchée
<i>Référentiel</i>	Référentiel Infrastructure Conception
<i>Nature du texte</i> <i>Niveau de confidentialité</i>	Règle Interne SNCF Réseau
<i>Sécurité</i>	Sécurité de l'Exploitation Ferroviaire
<i>Émetteur</i>	DGII DTR Ouvrage d'Art (OA) Division Tunnel et Géotechnique (TuG)
<i>Référence</i> <i>Index utilisateur (plan de classement)</i> <i>Complément à l'index utilisateur</i> <i>Ancienne référence</i>	IG91884 (EF 9 C 5) IN01884
<i>Date d'édition</i>	13-01-2020
<i>Version en cours / date</i>	Version 01 du 13-01-2020
<i>Date d'application</i>	Applicable à partir du 03-02-2020
<i>Mode de distribution initiale</i>	Standard

Approbation

<i>Rédacteur-ric-e-s</i>		<i>Vérificateur-ric-e-s</i>	
Audrey MARTIN Agent d'étude DGII DTR OA TuG TU2	20/12/2019 	Francesco CHILLE Chef de division DGII DTR OA TuG	09/01/2020 
Christian CHÉREAU Chef de section DGII DTR OA TuG TU2	9/1/2020 		
<i>Approbateur-ric-e-s</i>		<i>Administrateur-ric-e-s</i>	
Loïc BOIDIN Chef de département DGII DTR OA	 4/1/2020	Benjamin SORREL	

Textes remplacés

Petits ouvrages sous voies et à proximité des voies, *Directive*, IN01884 EF 9C 5, Edition du 13 juillet 2001, Version 1.

Textes abrogés

- Lettre directive LD2752, 22-02-2000.
- Lettre directive LD2875, 26 janvier 2001,
- Lettre directive LD3600, 19 octobre 2006.
- **Petits ouvrages sous voies et à proximité des voies - tuyaux et ovoïdes, buses métalliques souples, dalots en béton armé**, IN01252, Notice générale EF 9 C5 n°1, 1er juin 1978, sous-articles 6.2 et 6.3.

Texte de référence

- **Petits ouvrages sous voies et à proximité des voies - tuyaux et ovoïdes, buses métalliques souples, dalots en béton armé**, IN01252, Notice générale EF 9 C5 n°1, 1er juin 1978, sous-articles 6.2 et 6.3.

Historique des éditions et des versions

<i>Edition</i>	<i>Version</i>	<i>Date de version</i>	<i>Date d'application</i>
13-07-2001	Version 01 (IN01884)	13-07-2001	Dès réception
11-12-2014	Version 01 (IN01884)	11-12-2014	Dès réception
12-06-2015	Version 02 (IN01884)	12-06-2015	Dès réception
26-10-2016	Version 03 (IN01884)	26-10-2016	Dès réception
13-01-2020	Version 01 (IG91884)	13-01-2020	03-02-2020

Mise à disposition / distribution

Type de média : Intranet

Distribution

<i>Organismes de la direction de l'entreprise sans distribution par indicatif</i>	DGII DTR OA, AST
<i>Indicatifs de distribution de l'EPIC SNCF</i>	Direction de la Sûreté Ferroviaire(DSF)
<i>Indicatifs de distribution de l'EPIC RÉSEAU</i>	DSSRR, PRIOA, PRI, PRIEG, PRIEV, DGOP, SV10, SVQS, EIVING, DGIDF, DGST, DGII DTR VA, SVO, SVITX, SV30
<i>Indicatifs de distribution de l'EPIC MOBILITES</i>	
<i>Collections communes aux 3 EPICS</i>	

Restrictions et particularités de distribution

<i>Entités concernées par cette version du texte</i>	
<i>Particularités de distribution</i>	

Services chargés de la distribution

Pas de distribution papier.

Résumé

Ce texte expose les techniques de mise en oeuvre par une méthode de travaux sans tranchée, des fourreaux ($\text{Ø}_{\text{extérieur}} \leq 2 \text{ m}$) sous ou à proximité des voies ferrées exploitées, les risques et précautions à prendre en compte pour l'établissement et la réalisation des projets de traversée.

COPIE non tenue à jour du 28/01/2020



Fiche d'observations et d'amélioration IG91884

Afin d'enrichir ce document, les remarques et observations communiquées sont mémorisées pour une prise en compte lors de la prochaine version du document.

COORDONNÉES DU REDACTEUR DE LA FICHE

Nom : Prénom : Date :

Poste occupé : Entité :

Adresse :
.....
.....

Tel : Email :

OBSERVATIONS

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

SUITES DONNÉES PAR DGII DTR Ouvrage d'Art (OA) du texte ET RÉPONSE AU REDACTEUR DE LA FICHE (Après avis du hiérarchique)

.....
.....
.....

SERVICE GESTIONNAIRE

SNCF RÉSEAU
SIÈGE SNCF RÉSEAU
DJC Organisation Documentation – Pôle PTR
15 /17 rue Jean-Philippe RAMEAU
CS 80001
93418 LA-PLAINE-SAINT-DENIS CEDEX
CRT : PARIS-NORD

@ infra.irh-ptr-fch-obs-tr@sncf.fr

