

# IQ0A - Tranchées et couvertures

Recensement des ouvrages



Page laissée blanche intentionnellement

*Guide méthodologique*  
**IQOA - Tranchées et couvertures**  
Recensement des ouvrages



Ce guide fait partie des documents méthodologiques d'IQOA servant au recensement des tranchées couvertes du réseau routier national non concédé.

Il a été élaboré par un groupe de travail constitué de (le service indiqué correspond au service dans lequel les membres étaient présents lors de leur participation au groupe de travail) :

- Gérard Biron (DIR CE) ;
- Philippe Dutilloy (DIR CE) ;
- Vincent Gilard (LREP) ;
- Anthony Hekimian (DREIF) ;
- Hoai Chau Lam (Sétra) ;
- Vincent Lucas (DREIF) ;
- Cécile Maurel (LREP) ;
- Tan Nguon (Sétra) ;
- Vincent Robert (CETU) ;
- Cécile Siegwart (Sétra) ;
- Pierre-Yves Thomasson (DRIEA /DIR IF).

Les travaux de ce guide ont été orientés et validés par le comité de pilotage composé de :

- Michel Deffayet (CETU) ;
- Evelyne Humbert (CGPC) ;
- Gilles Lacoste (Sétra) ;
- Brigitte Mahut (LcPC) ;
- Jean-Michel Pont (DRIEA /DIR IF) ;
- Mickaël Toriel (DIT).

Contact technique : division de la gestion du patrimoine (Cerema/DTeclTM)

E-mail : piles.ctoa.dtecltm@cerema.fr

---

Au 1<sup>er</sup> janvier 2014, les 8 CETE, le Certu, le Cetmef et le Sétra ont fusionné pour donner naissance au Cerema (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement).



# Sommaire

<b>1 - Objectifs du guide</b>	<b>5</b>
<b>2 - Domaine d'application du guide</b>	<b>6</b>
2.1 - Ouvrages concernés	6
2.2 - Tranchées couvertes, partiellement couvertes et tranchées ouvertes avec liaison	8
2.3 - Couvertures hors sols	21
2.4 - Cas particuliers	25
2.5 - Ouvrages annexes	28
2.6 - Points singuliers	29
2.7 - Equipements	29
<b>3 - Classification des ouvrages</b>	<b>31</b>
3.1 - Classification par famille d'ouvrages	31
3.2 - Classification par type d'ouvrages	31
3.3 - Typologie – Tableau de synthèse	35
<b>4 - Méthodologie de recensement</b>	<b>36</b>
4.1 - Introduction à la méthode	36
4.2 - Principe de découpage	36
4.3 - Organisation du recensement	45
<b>5 - Marquage d'une tranchée</b>	<b>50</b>
5.1 - But du marquage	50
5.2 - Mode opératoire du marquage	50





# 1 Objectifs du guide

Dans les actions de surveillance, un recensement exhaustif des ouvrages de son patrimoine est à réaliser par le gestionnaire. Le recensement doit lui permettre de recueillir les informations (nombre d'ouvrages, principales caractéristiques géométriques et structurelles, équipements, etc.) nécessaires à la gestion quotidienne de ses ouvrages et de programmer les actions de surveillance, d'entretien et de réparation.

Ce guide a pour objectif d'aider les gestionnaires à organiser le recensement de leurs ouvrages dans le cadre de l'opération IQOA Tranchées couvertes.





## 2 Domaine d'application du guide

### 2.1 - Ouvrages concernés

Les tranchées couvertes sont à la croisée des chemins entre les ponts, les murs et les tunnels. Leurs couvertures et leurs parois pouvant s'assimiler au génie civil des deux premiers types d'ouvrages d'art et les équipements et dispositifs d'exploitation et de sécurité au dernier. Cependant, les tranchées couvertes n'ont vocation ni à assurer le franchissement d'un obstacle (cours d'eau, montagne, voies routières ou SNCF, etc.) ni à soutenir la route et ses abords (murs).

Ainsi, une tranchée couverte se définit par rapport à sa fonction, comme « **un ouvrage totalement ou partiellement enterré, construit à partir du niveau du sol, qui a pour vocation première d'assurer la couverture totale ou partielle d'une section de route ou de chaussée afin de réduire les nuisances sonores, de limiter les coupures paysagères, d'augmenter les capacités d'aménagement urbain** ».

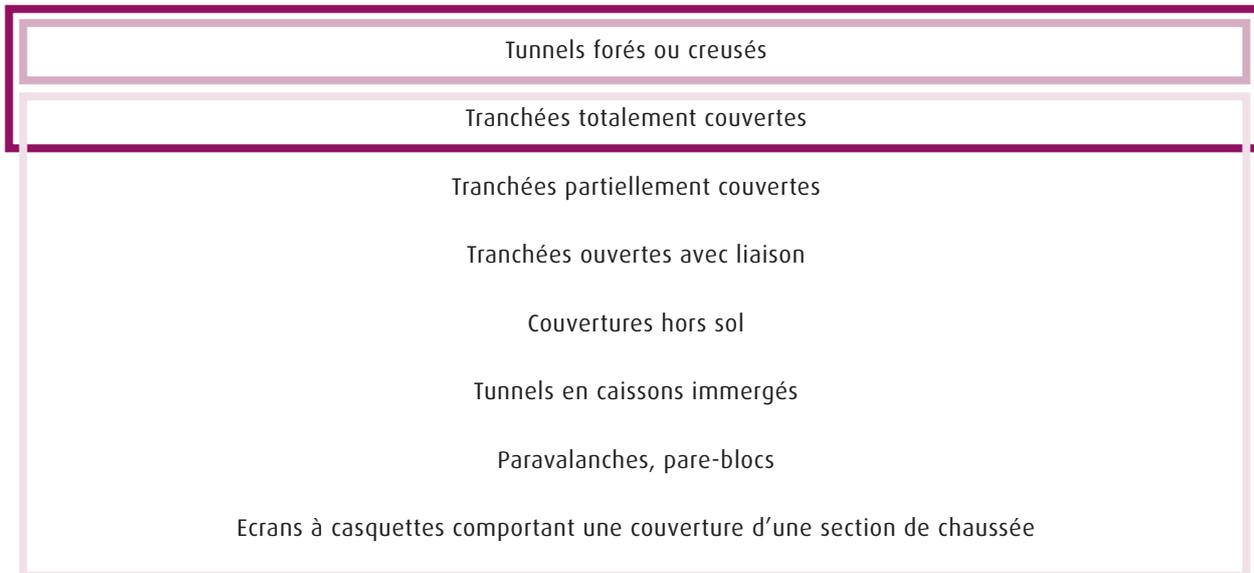
Si les tranchées couvertes sont généralement de structures identiques aux ponts cadres et portiques, de nouvelles structures de géométries variées ont été construites pour répondre à la fonction de couverture des voies : damier phonique, semi-couverture, couverture au-dessus du terrain naturel, couverture partiellement ouverte, couverture acoustique, tunnels en caissons immergés, etc.

La démarche IQOA Tranchées couvertes a naturellement été étendue à tous ces ouvrages présentant au moins une des deux caractéristiques suivantes :

- **les voies sont couvertes, pour partie ou totalement** : ce qui peut avoir des conséquences en terme de sécurité et de ventilation ;
- **les ouvrages sont plus ou moins enterrés** : ce qui a des conséquences en terme de soutènement des terres et de protection vis à vis des eaux souterraines.

Les ouvrages concernés par ce guide sont ceux délimités par le cadre rouge de la figure 1. Ce sont notamment les tranchées entièrement ou partiellement couvertes, les couvertures hors sol, les cuvelages, ainsi que les tunnels en caissons immergés, les paravalanches, les casquettes et encorbellements.

Les ouvrages à considérer sont ceux dans lesquels passe le réseau structurant de l'État tel que les routes nationales et autoroutes non concédées. Il en est de même pour les ouvrages de protection contre les chutes de bloc ou les casquettes et encorbellements acoustiques qui bordent et surplombent ces routes et autoroutes.



Périmètre du fascicule 40 de l'ITSEOA

Périmètre d'IQOA tunnels creusés

Périmètre de recensement d'IQOA tranchées et couvertures



Figure 1 – Périmètre des ouvrages recensés dans IQOA Tranchées couvertes

Ces ouvrages peuvent être répertoriés en :

- **tranchées totalement couvertes** : ouvrages totalement ou partiellement enterrés comportant une couverture d'une section de route ou de chaussée. Cette couverture peut être totale ou comporter des ouvertures en plafond et/ou au niveau des piédroits d'une surface inférieure à 1m<sup>2</sup> par voie de circulation et par mètre de chaussée. Ils se différencient des tunnels car réalisés depuis la surface ;
- **tranchées partiellement couvertes** : ouvrages totalement ou partiellement enterrés comportant une couverture partielle d'une section de route ou de chaussée. Cette couverture présente des ouvertures en plafond et/ou au niveau des piédroits d'une surface supérieure à 1m<sup>2</sup> par voie de circulation et par mètre de chaussée ;
- **tranchées ouvertes avec liaison** : ouvrages totalement ou partiellement enterrés ne possédant pas de couverture mais une liaison structurelle sous la chaussée (le plus souvent, un radier reliant les piédroits réalisant un système étanche contre les venues d'eau en provenance de la nappe phréatique)<sup>1</sup> ;
- **couvertures hors sol** : ouvrages comportant une couverture et des piédroits non enterrés (hormis les fondations), cette couverture ayant principalement un rôle acoustique ;
- **cas particuliers** : ouvrages comportant une couverture d'une section de route ou de chaussée et ne rentrant pas dans les familles précédemment définies (tunnels en caissons immergés, paravalanches, etc.).

Les paragraphes 2.2 à 2.4 ci-après décrivent ces ouvrages.

Les ouvrages annexes qui leur sont associés sont présentés au chapitre 2.5 et les équipements au chapitre 2.6.

<sup>1</sup> Cas des trémies d'accès : les murs de soutènement des trémies d'accès aux tranchées couvertes, ne seront recensés dans IQOA Tranchées et couvertures (IQOATC) que dans le cas où ils présentent une liaison structurelle sous chaussée. Dans le cas contraire (cas le plus courant) ils sont à recenser dans IQOA Murs et à indiquer en tant qu'ouvrage de tête dans IQOATC.



## 2.2 - Tranchées couvertes, partiellement couvertes et tranchées ouvertes avec liaison

Les tranchées, couvertes, partiellement couvertes et tranchées ouvertes avec liaison, possèdent de nombreuses caractéristiques communes. Elles font l'objet d'une description commune de leurs différentes fonctions dans ce chapitre.

Les tranchées couvertes (ou ouvrages apparentés ci-dessus) assurent les principales fonctions suivantes :

- fonction de soutènement des terres ;
- fonction de couverture de voies circulées ;
- fonction de protection de l'ouvrage vis à vis des eaux souterraines.

### 2.2.1 - Soutènement des terres

Par ordre d'importance, les ouvrages de soutènement réalisés dans le cadre des tranchées couvertes sont les suivants :

- les piédroits en béton armé ;
- les parois moulées ou préfabriquées ;
- les parois composites ;
- les rideaux de palplanches ;
- autres types.

#### Piédroits en béton armé

Les piédroits en béton armé sont les plus classiques et de loin les plus nombreux dans le cas des tranchées couvertes, on peut les trouver pour des hauteurs de tranchées qui atteignent jusqu'à 7 à 8 mètres lorsque les qualités des sols de fondations ne sont pas trop médiocres. Ces ouvrages ont été mis en place depuis le niveau bas de la tranchée. Ce mode de mise en œuvre nécessite que les conditions (emprise suffisante et absence de nappe) aient permis l'ouverture d'une fouille talutée. Dans le cas contraire, ils ont pu être réalisés à l'abri d'un blindage provisoire qui a pu être laissé en place tout ou partiellement.

Ces piédroits sont constitués d'un voile résistant en béton armé encastré sur une semelle de fondation, en béton armé également. Celle-ci comprend le patin, situé à l'avant du voile, et le talon, situé à l'arrière. Dans le cas, très fréquent, d'un cadre fermé (ou d'un cuvelage) le radier fait alors office de semelle.

Il est possible aussi que les piédroits soient fondés sur pieux (ou sur barrettes), si les conditions de sol le justifient.

Les piédroits en béton armé sont généralement constitués de plots de 15 à 30 m de longueur (murs coulés en place).

Les variantes d'exécution, plus couramment employées lorsque la hauteur de l'ouvrage n'est pas trop importante, portent essentiellement sur le recours à la préfabrication. Ces variantes, très exceptionnelles pour les tranchées couvertes, ne sont pas mentionnées dans le tableau récapitulatif ci-après.

#### Parois moulées

La réalisation d'ouvrages de soutènement en parois moulées dans le sol est une solution courante en site urbain, parce qu'elle répond bien aux problèmes particuliers d'emprise et d'environnement que pose souvent le site. Ces ouvrages sont en effet réalisés depuis le terrain naturel avant la réalisation de l'excavation. Les parois moulées sont réalisables dans presque tous les terrains, en présence ou non de nappes souterraines et permettent d'atteindre de grandes profondeurs si cela est nécessaire.

Une paroi moulée dans le sol est constituée d'une juxtaposition, le plus souvent dans un même plan, de panneaux verticaux en béton armé. Chacun des panneaux est réalisé par exécution préalable d'une tranchée dans le sol, mise en place d'une cage d'armatures dans celle-ci puis bétonnage, à l'aide d'un tube plongeur. Les panneaux ainsi formés sont généralement d'une longueur comprise entre 4 et 8 m. En règle générale, les parois de la tranchée sont maintenues par une boue bentonitique depuis le début de la perforation de celle-ci jusqu'à la fin du bétonnage.

L'épaisseur des parois est couramment comprise entre 60 cm et 90 cm, mais peut atteindre parfois 1,00 m, voire 1,20 m. Une telle épaisseur reste assez exceptionnelle toutefois, et peut se rencontrer par exemple lorsque certaines contraintes locales ont empêché la mise en œuvre de tirants d'ancrage ou de butons.

Pour des hauteurs libres (ou hauteur de fouille) n'excédant pas 5 à 6 m environ, la stabilité des parois est souvent assurée uniquement par leur «encastrement» dans le sol (partie en fiche des parois), surtout si celui-ci est résistant. Au-delà, il est habituellement nécessaire d'avoir un ou plusieurs niveaux d'appuis de la paroi.



Dans la plupart des cas, la couverture de la tranchée et/ou le radier, s'ils existent, servent d'appui à la paroi. Il est également possible que les parois soient ancrées par un ou plusieurs lits de tirants précontraints. Les têtes d'ancrage sont alors en principe disposées dans des réservations prévues dans les parois.

Pour des raisons d'aspect, les parties vues des parois des ouvrages définitifs sont le plus souvent, soit traitées après ragréage ou rabotage, soit revêtues d'un bardage, et les têtes des tirants d'ancrage nichées (ou noyées) dans le béton des parois peuvent ainsi ne plus être visibles.

### **Parois préfabriquées**

La paroi préfabriquée est une solution alternative à la paroi moulée, qui a une épaisseur plus faible (souvent de l'ordre de 40 à 50 cm) ce qui permet un gain d'espace significatif dans des conditions d'emprise très sévères. Elle présente après excavation, des parements généralement réguliers et «lisses».

La hauteur des panneaux de parois préfabriquées n'excède pas une quinzaine de mètres environ, pour des raisons de manutention. De ce fait, ces parois n'autorisent que des hauteurs libres qui n'excèdent pas 8 à 9 m, avec des joints (entre panneaux) tous les 2,5 à 3 m environ.

### **Parois composites**

Les parois composites, qui permettent de répondre aux contraintes d'emprise couramment rencontrées pour des tranchées urbaines, ne se rencontrent en principe que si le niveau de la nappe phréatique ne dépasse pas celui de la chaussée. Elles peuvent être réalisées sur de grandes hauteurs, mais sont nécessairement butonnées en tête et/ou en pied ou ancrées par un ou plusieurs lits de tirants d'ancrage précontraints, pour des questions de résistance et de déformation, dès que leur hauteur libre dépasse 4 à 5 mètres environ.

Les parois composites sont constituées de pieux ou barrettes isolés disposés verticalement le long du tracé du soutènement à réaliser, avec un entre-axe le plus souvent compris entre 2,5 et 4,0 mètres, et de voiles en béton armé (coulé en place ou projeté) réalisés entre ces pieux au fur et à mesure du terrassement de la tranchée.

Il s'agit le plus souvent de pieux forés ou de barrettes et plus rarement de pieux métalliques, constitués de profils en H ou d'un assemblage de deux poutrelles en I par exemple (auquel cas il s'agit de parois berlinoises) ou de pieux préfabriqués en béton armé (auquel cas il s'agit de parois parisiennes). Les pieux préfabriqués sont mis en place dans un forage préalable, dans lequel ils sont scellés à l'aide d'un béton, d'un mortier ou d'un coulis de ciment.

Les voiles sont réalisés par plots de 2 à 5 mètres de hauteur, en béton coffré ou projeté, et sont généralement liaisonnés aux pieux par des armatures.

Pour des raisons d'aspect, les parties vues des parois composites (hauteur libre des parois) peuvent être, si nécessaire, soit traitées, soit revêtues d'un bardage rapporté.

### **Rideaux de palplanches**

Le soutènement par rideau de palplanches métalliques bien que très rare en tranchée couverte peut toutefois être ponctuellement rencontré.

Les palplanches métalliques utilisées sont des profilés rectilignes, obtenus par laminage à chaud et mis en œuvre verticalement dans le sol, généralement par battage, vibrage ou véringage. Conçues pour s'enclencher les unes avec les autres, elles permettent de réaliser des rideaux continus relativement étanches, rectilignes ou courbes.

Les rideaux de palplanches sont bien adaptés aux problèmes d'emprise. Ils s'accommodent bien également de la présence d'une nappe. Ils peuvent comprendre des caissons de palplanches destinés à améliorer la rigidité ou la portance.



## Tableau récapitulatif

Le tableau 1 rappelle les principales caractéristiques les plus courantes, utiles à l'identification des ouvrages sur le terrain.

	Aspect nu	Revêtement	Discontinuités	Epaisseur	Fréquence en tranchée couverte
<b>Piédroit en béton armé</b>	Béton lisse parfois architecturé	Souvent non revêtu (sauf revêtement acoustique)	Joints tous les 15 m à 30 m	25 à 50 cm	Très fréquent
<b>Paroi moulée</b>	Béton rugueux avec reprises – ragréage	Presque toujours revêtue : bardage ou autre	Joints tous les 4 à 8 m	60 cm à 1,2 m	Fréquent
<b>Paroi préfabriquée</b>	Béton lisse	Souvent non revêtue	Joints tous les 2,5 m à 3 m	40 à 50 cm	Moins fréquent
<b>Paroi composite</b>	Béton lisse	Souvent non revêtue	Aspect continu	0,8 à 1,2 m pour les pieux	Rare
<b>Palplanches</b>	Profilés métalliques	Peintes, recouvertes d'un bardage ou d'un voile en béton	Aspect continu	25 à 45 cm	Très rare

Tableau 1 – Principales caractéristiques des éléments de tranchées couvertes

### 2.2.2 - Couverture des voies

#### Fonctions

Le type de la structure de couverture dépend essentiellement de la fonction de la tranchée.

Généralement, le rôle principal de la couverture est de limiter les nuisances sonores que provoquerait la circulation dans des zones fortement habitées ou les sites d'intérêt touristique ou de loisirs.

Quand seul ce rôle est recherché, on parle alors de couvertures acoustiques ou phoniques (cf. couvertures hors sol). Néanmoins, dans la majorité des cas, la couverture permet de libérer en surface l'espace occupé par les voies de circulation.

Cet espace libéré peut alors être utilisé de manières très diverses : jardins, parking, voire habitations, etc.

Un troisième rôle que peut remplir la couverture est le soutien des terres dans le cas d'un rétablissement de profil en long. Dans cette situation, le rôle de la couverture est identique à celui d'un tunnel et ne diffère de ce dernier que par son mode de construction à ciel ouvert.

#### Principaux types

Le programme fonctionnel de la tranchée, pouvant être multiple mais s'articulant essentiellement autour du rôle porteur ou d'isolant phonique, conditionne le type de structure de couverture employée.

Néanmoins, le type de structure ne suffit pas pour classifier les différents types de couvertures existantes puisque la circulaire « feu » (n° 2006-20 du 29 mars 2006) introduit une frontière réglementaire au sein des couvertures partielles entre celles devant être considérées comme des tranchées couvertes (ouverture vers l'extérieur inférieure à 1 m<sup>2</sup> par voie de circulation et par mètre linéaire) et celles devant l'être comme des tranchées partiellement couvertes (ouverture vers l'extérieur supérieure à 1 m<sup>2</sup> par voie de circulation et par mètre linéaire).

En faisant abstraction de cette différenciation moins structurelle que liée aux conditions de sécurité et d'exploitation de voies confinées, on peut regrouper les principaux types de couverture de la manière suivante :



### Couvertures légères

Les couvertures légères comprennent les structures dimensionnées pour ne supporter que leur poids propre et les actions d'origine naturelle (neige et vent), elles n'assurent en aucun cas un rôle mécanique dans le fonctionnement global de l'ouvrage.

Elles sont généralement constituées de matériaux translucides ou similaires, ou de damiers phoniques qui se composent de panneaux absorbants verticaux permettant une bonne absorption du bruit sans pour autant empêcher la circulation aéroulique.

De tels types de structures ne sont généralement utilisés que dans les cas où l'on ne cherche pas à créer d'aménagements en surface, ce qui est généralement le cas des couvertures hors sol contrairement à celui des tranchées. Toutefois, il convient de remarquer que des tranchées initialement ouvertes ont pu être équipées par la suite de couvertures légères sans toutefois permettre l'utilisation de l'espace récupéré (exemple de A6b).

Suivant l'ouverture vers l'extérieur, les couvertures légères appartiendront aux groupes des tranchées couvertes ou partiellement couvertes.

### Couvertures semi-lourdes et lourdes

Les couvertures semi-lourdes et lourdes se composent des même types de structure, dont la fonction principale est porteuse, mais diffèrent par la charge qu'elles sont susceptibles de soutenir.

Ainsi les couvertures semi-lourdes sont destinées à supporter des charges moyennes en surface n'excédant pas 15 kPa (environ 0,5 m de terre avec charge piétonne) ou permettre un passage piéton, alors que les couvertures lourdes peuvent supporter une circulation routière ou une charge de remblai pouvant atteindre 2 m de terre (40 à 50 kPa), voire davantage.

En complément de leur fonction première, ces types de couverture peuvent remplir un rôle mécanique dans la stabilité globale de l'ouvrage en permettant de butonner les piédroits ; dans ce cas, la couverture est encastrée sur ces derniers.

À l'exception de quelques rares tranchées pour lesquelles l'ouverture vers l'extérieur est assurée par des poteaux jouant le rôle de piédroit, ce type de couverture se rencontre exclusivement sur des tranchées couvertes.

### Couvertures partielles

Les couvertures partielles constituent une catégorie particulière de couverture, dans la mesure où elle participe mécaniquement à la structure sans pour autant jouer un rôle ni porteur ni d'isolation.

Elles se rencontrent généralement aux extrémités de couvertures semi-lourdes ou lourdes où elles se composent de poutres paralumes (Fig. 2) assurant la transition entre l'éclairage intérieur et extérieur de la tranchée couverte ; elles permettent généralement le butonnage des soutènements des trémies.



Figure 2 - Exemple de paralumes



Par ailleurs, le recours à des couvertures partielles, interrompant des zones totalement couvertes, peut être judicieux pour éviter le confinement des voies sur des longueurs importantes. Ainsi, pour un même tube, l'indépendance aéraulique des différentes zones, restant couvertes sur des longueurs limitées, permet de s'affranchir des lourds équipements de sécurité qui seraient indispensables dans le cas contraire.



Figure 3 - Ancienne et nouvelle couverture de Colombes

Par définition, les couvertures partielles appartiennent au groupe des tranchées partiellement couvertes. Il convient de remarquer que ce groupe n'est pas constitué uniquement de tranchée ayant des couvertures partielles puisque l'ouverture vers l'extérieur peut également être assurée au niveau du ou des piliers. Tel est le cas de la nouvelle couverture de Colombes (A86) (Fig.3) et de la couverture de Bagnole, sur l'autoroute A3 (Fig. 4) en région parisienne où des ouvertures ont été aménagées au-dessus du piliers central et au niveau de la couverture.



Figure 4 - Couverture de Bagnole

En complément de ces différents types de couvertures partielles couvrant la totalité des voies, on rencontre également des couvertures latérales occupant une partie seulement de la chaussée. Ces couvertures sont constituées de casquettes acoustiques ou d'encorbellements latéraux jouant un rôle de protection acoustique ou permettant également de libérer de l'espace en surface (exemple de A6b) (Fig. 5).

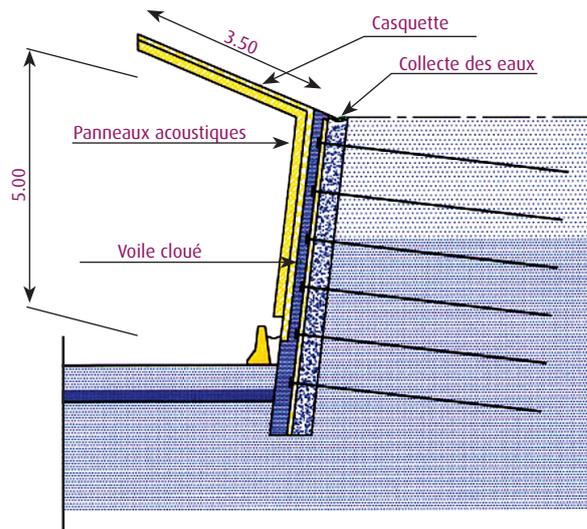


Figure 5 - Casquette acoustique surplombant une section de chaussée ou des voies de circulation

Le Tableau 2 synthétise les fonctions des différents types de couvertures.

	Légères		Semi-lourdes & lourdes		Partielles	
	Ouverture > 1m <sup>2</sup> /voie/ml	Ouverture < 1m <sup>2</sup> /voie/ml	Ouverture > 1m <sup>2</sup> /voie/ml	Ouverture < 1m <sup>2</sup> /voie/ml	Traversantes	Latérales
Rôle porteur	Non		Oui		Non	Éventuellement (ex : voie latérale non enterrée)
Rôle structurel	Non		Oui		Éventuellement (ex : butonnage de piliers de grande hauteur)	Éventuellement (si rôle porteur uniquement)
Protection phonique	Oui		Oui		Éventuellement (ex : couverture semi-lourde sur une partie seulement des voies circulées)	Oui
Circulaire feu <sup>1*</sup>	Non	Oui (si +300m)	Non	Oui (si +300m)	Non	
Fréquence	Fréquent	Courant	Rare	Très fréquent	Courant	Rare
Familles généralement concernées	Tranchées partiellement couvertes, couvertures hors sol	Tranchées totalement couvertes, couvertures hors sol	Tranchées partiellement couvertes	Tranchées totalement couvertes	Tranchées ou couvertures hors sol partiellement couvertes	Couvertures hors sol partiellement couvertes

Tableau 2 - Fonctions des différents types de couverture

### Liaison pignon-traverse

Les origines du choix de la liaison pignon-traverse sont à rechercher non seulement au niveau du type de structure utilisée mais également au niveau du mode et du phasage de construction.

Même s'il s'agit d'une solution habituellement préférable, l'encastrement de la couverture sur les pignons n'est pas une solution qui a toujours été recherchée et l'on rencontre également des couvertures simplement appuyées.

\* Circulaire n°2006-20 du 29 mars 2006



Les couvertures simplement appuyées se rencontrent généralement sur des ouvrages simples supportant de faibles hauteurs de terre pour lesquels le butonnage des piédroits n'est pas nécessaire ; la structure de couverture est alors composée d'une dalle en béton armée ou précontrainte et sa conception et son fonctionnement sont proches de ceux d'un pont.

Un autre domaine d'application privilégiant les appuis simples est celui des couvertures de voies déjà en circulation pour lesquelles la minimisation des contraintes vis-à-vis de la circulation est primordiale. Les structures employées sont alors plutôt du type poutres préfabriquées généralement précontraintes par pré-tension ou du type poutrelles enrobées. Leur mode de réalisation ne nécessitant pas de cintre tout en permettant des cadences de réalisation assez élevées. On notera que l'encastrement de poutres précontraintes est néanmoins possible. Les couvertures encastrees aux piédroits présentent l'avantage de réduire l'élançement de la couverture, en diminuant les moments en travée, tout en s'affranchissant des contraintes liées à la mise en place et l'entretien de joints et d'appareils d'appui au niveau des piédroits.

Par ailleurs, lorsque ce type de liaison est employé avec des piédroits en parois moulées ou préfabriquées, il rend possible le terrassement en taupe qui consiste à réaliser la dalle de couverture au niveau du terrain naturel puis à terrasser en sous-œuvre, ce qui est particulièrement appréciable en milieu urbain, dans la mesure où cela permet de minimiser l'emprise du chantier et la durée des travaux en surface (Fig. 6).

Un type particulier de liaison traverse-piédroit pouvant également être rencontré est l'articulation Freyssinet qui se présente visuellement sous la forme d'un rétrécissement de la section de béton. Ce type d'appui présente l'avantage de la simplicité de mise en œuvre et d'entretien de l'encastrement tout en évitant la transmission d'un moment d'encastrement dans les piédroits.

### **Parement intérieur**

Dans les tranchées, le parement visible des structures de couverture ne reflète pas forcément son type.

En effet, compte tenu des exigences de résistance au feu, la mise en place de protection thermique par plaques ou par béton projeté est souvent nécessaire et est quasi systématique sur des ouvrages de type poutrelles enrobées qui sont particulièrement peu résistants (exemple de la couverture de la porte des Lilas).

Par ailleurs, dans le cas d'ouvrages fortement enterrés, la dalle visible n'est pas forcément la dalle porteuse. Il est parfois judicieux de diminuer la hauteur de remblais sur ouvrage en remontant le plus possible la dalle porteuse tout en créant une dalle intermédiaire dont le rôle est multiple (butonner des piédroits qui sont généralement fortement sollicités lors de hauteur libre importante, ainsi que limiter la hauteur à ventiler).

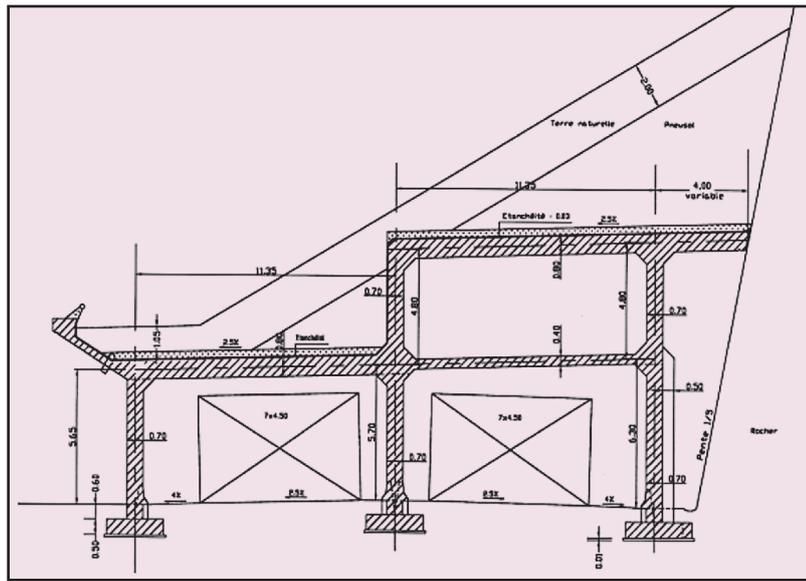


Figure 6 - Tranchée Couverte de Vidalos

### Tableau récapitulatif

Le tableau 3 rappelle les principales caractéristiques les plus courantes utiles à l'identification des ouvrages sur le terrain.

	Type appui	Gamme de portée (maxi)	Revêtement	Epaisseur Elancement	Fréquence en tranchée couverte
<b>Dalle BA</b>	Encastrement	< 20 m (25 m)	-	1/26	Très fréquent
	Appuis simples	8 à 15 m (7 à 15 m)	-	1/20 (travées isostatiques) 1/26 (travées continues)	Peu fréquent
<b>Dalle BP</b>	Appuis simples	14 à 20 m (14 à 25 m)	-	1/22 à 1/25 (travées isostatiques) 1/28 (travées continues)	Fréquent
<b>PRAD</b>	Appuis simples	15 à 25 m (10 à 30 m)	Talons souvent jointifs	Poutre+hourdis 1/20 (travées isostatiques) 1/25 (travées continues)	Fréquent (ouvrages construits sous circulation)
<b>Poutrelles enrobées</b>	Appuis simples	Travées isostatiques 8 à 25 m	Protection thermique fréquente	Métal seul 1/33 (S275) 1/40 (S355)	Peu fréquent
		Travées continues 10 à 30 m		Métal seul 1/38 (S275) 1/45 (S355)	

Tableau 3 - Principales caractéristiques des éléments porteurs des couvertures



### 2.2.3 - Protection vis-à-vis des eaux souterraines

Lorsque le niveau de la chaussée se situe en dessous du niveau de la nappe phréatique, l'ouvrage doit être protégé vis-à-vis des eaux souterraines.

Cette protection est constituée par la mise en œuvre d'une étanchéité générale de la structure. Cette étanchéité concerne la dalle de couverture et les voiles (notamment pour la partie située sous le niveau maximal de la nappe).

En ce qui concerne la partie inférieure de l'ouvrage (sous la chaussée), il existe deux grands types de protection vis-à-vis des eaux souterraines :

- les ouvrages avec radier en béton armé ;
- les ouvrages avec drainage sous la chaussée.

#### Les ouvrages avec radier en béton armé

Ces ouvrages sont complètement étanches.

Les efforts dus à la pression de l'eau qui s'exercent sur toutes les faces de l'ouvrage, et notamment la poussée d'Archimède due à l'immersion de l'ouvrage dans la nappe, peuvent conduire à une conception particulière du radier pour équilibrer ce soulèvement.

On distingue en particulier (Fig.7) :

- 1 - les radiers encastrés qui font participer l'ensemble de la structure à cette reprise du soulèvement (ouvrages cadres) ;
- 2 - les radiers poids pour des pressions d'eau faibles (épaisseur du lest jusqu'à 2 m) ;
- 3 - les radiers ancrés par des tirants d'ancrage passifs ou micropieux pour de plus fortes pressions d'eau. La liaison entre l'armature des micropieux et le radier se fait en général par l'intermédiaire d'une tête constituée d'une platine noyée dans le radier.

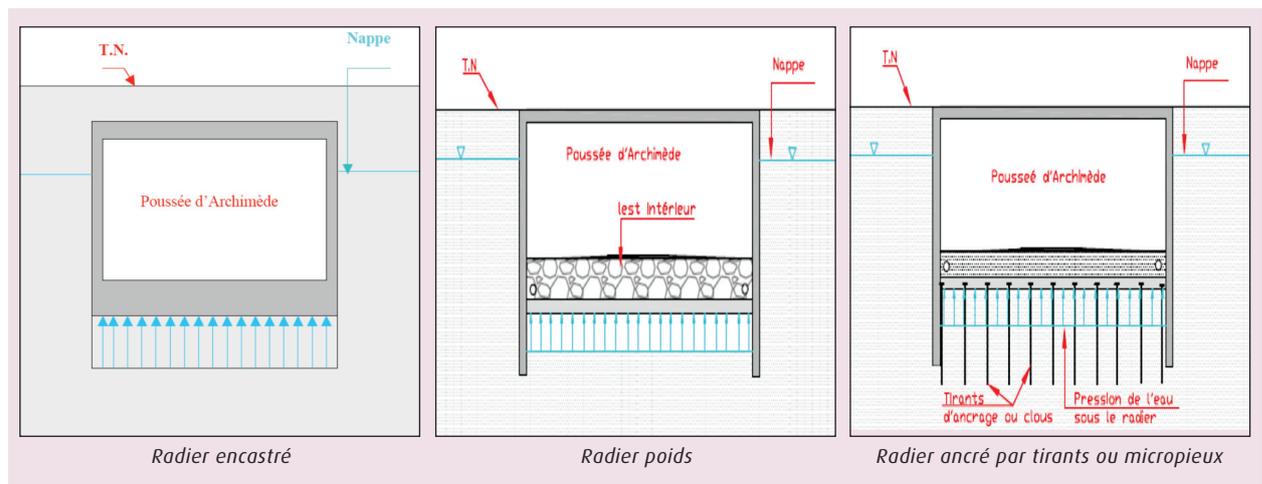


Figure 7 - Types de radier

Le radier et ses éventuels ancrages conditionnent la stabilité de l'ouvrage alors qu'aucune partie n'est visible. En l'absence de plans, sa présence elle-même peut difficilement être vérifiée sans procéder à un sondage destructif depuis la chaussée.

#### Les ouvrages avec drainage sous chaussée

Ces ouvrages, bien que situés sous le niveau de la nappe, n'ont pas de radier mais uniquement une chaussée souple avec un système de drainage et d'évacuation des eaux.

Cette solution est envisageable lorsque les venues d'eau sont faibles, soit parce que la perméabilité des terrains concernés est faible, soit parce que des dispositions particulières ont été prises pour réduire ces venues d'eau : création de parois latérales d'étanchéité et éventuellement de parois transversales prolongées jusqu'à un substratum étanche.

Ce substratum étanche peut être une couche géologique sous-jacente continue et de très faible perméabilité, située à une profondeur d'une dizaine de mètres maximum sous la base de la chaussée. Il peut également être réalisé spécifiquement par injection des sols et création d'un « fond injecté » sur toute la largeur de l'ouvrage.



Les parois latérales d'étanchéité sont souvent constituées par un prolongement des piédroits de l'ouvrage jusqu'au substratum étanche, on peut rencontrer :

- des parois moulées ou préfabriquées ;
- des parois au coulis ;
- des rideaux constitués de lignes de forages d'injection des sols (au minimum deux lignes).

Les systèmes de drainage peuvent fonctionner de manière permanente ou par intermittence suivant les niveaux des nappes durant l'exploitation de l'ouvrage.

Le bon fonctionnement d'un tel drainage sous chaussée conditionne la stabilité de l'ouvrage. En l'absence de plans, la présence et l'état d'un tel dispositif peuvent être vérifiés en inspectant les réseaux et regards d'assainissement de l'ouvrage.

## L'étanchéité des ouvrages

### Traitement de l'étanchéité courante de la structure

#### Dalles de couverture

L'étanchéité est conditionnée par les aménagements envisagés sur la dalle (voies piétonnes ou circulation, jardins et espaces verts, constructions éventuellement...).

On utilise couramment des feuilles préfabriquées, de l'asphalte coulé ou la combinaison des deux.

#### Les voiles en béton armé

En section courante, les voiles verticaux en béton armé peuvent ne pas disposer d'étanchéité s'ils ne sont pas soumis à l'action de l'eau même par intermittence.

Lorsque le voile est soumis de manière permanente ou par intermittence à la nappe, il présente en partie inférieure une étanchéité qui est généralement réalisée à l'aide de feuille préfabriquée (étanchéité d'extrados telle que définie dans le fascicule 67 titre 3 du CCTG).

#### Parois moulées ou préfabriquées

Techniquement, on ne peut pas mettre en place un système d'étanchéité extérieur, seules les discontinuités entre panneaux font l'objet d'un traitement particulier en mettant en place des joints (joints secs, joints injectés au moyen d'une clavette simple ou double et joints de type « waterstop »). Actuellement, les joints waterstop sont quasiment les seuls utilisés, mais les autres types de joints ont été couramment utilisés depuis les années 1970 (Fig. 8).

Pour les parois préfabriquées, les liaisons entre panneaux sont injectées en plus du joint waterstop.

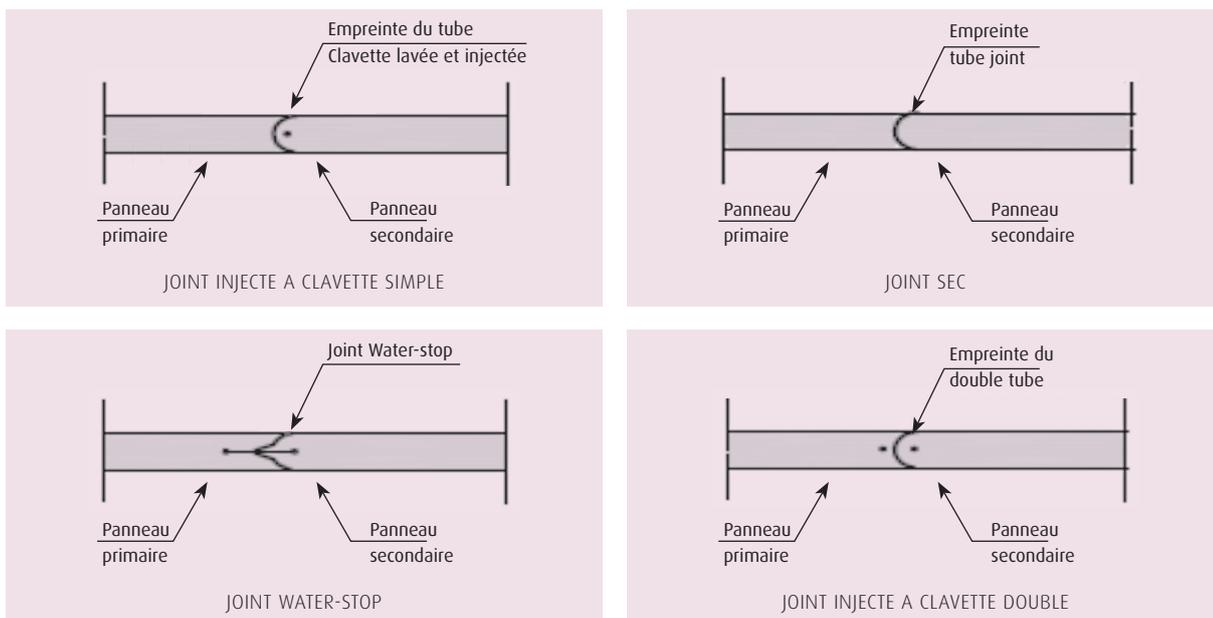


Figure 8 - Joints des parois



### Palplanches métalliques

On retrouve des discontinuités au droit de chaque serrure de palplanche. L'étanchéité est assurée en général par une soudure continue des serrures effectuée sur site, mais éventuellement aussi par la mise en œuvre dans les serrures d'un produit hydrocarboné ou d'un produit hydrogonflant.

### **Radier**

Si l'étanchéité est extérieure (extrados), l'étanchéité est posée sur un surfacage de béton de propreté, directement sous le radier, avant coulage de celui-ci. Elle est généralement réalisée à l'aide de feuilles préfabriquées de même nature que celle des piédroits ; un cas particulier est celui d'une étanchéité par complexe bentonitique.

L'étanchéité du radier peut être intérieure (intrados) dans le cas où la charge d'eau est faible et lorsque la surface à étancher comprend des discontinuités qu'il est difficile de traiter correctement (radier ancré par des micropieux par exemple). Dans ce cas, on utilise un film mince adhérent au support tel que défini dans le fascicule 67 titre 3 du CCTG.

Il existe également des radiers qui ne comportent pas d'étanchéité (perméabilité du béton de l'ordre de  $10^{-8}$  m/s qui peut être encore diminuée par l'ajout de certains adjuvants).

### **Traitement des discontinuités de la structure**

La conception d'un ouvrage et son mode de réalisation conduisent à la présence de nombreux joints situés au niveau des discontinuités dans la structure ou entre structures différentes. Ces discontinuités sont généralement localisées dans les liaisons parois moulées / radier, parois moulées / dalle ou tout simplement liaison entre structures différentes. Un point particulier, appelé « point triple », est celui de l'intersection de plusieurs discontinuités (par exemple : liaison entre deux parois moulées et liaison avec le radier) qui peut nécessiter un traitement particulier de l'étanchéité.

Il existe différents types de joints pouvant être mis en œuvre entre éléments de structure en béton :

- les joints compressibles : l'étanchéité est assurée par compression du joint en élastomère (utilisé généralement pour les voussoirs) ;
- les joints hydro-expansifs : l'étanchéité initiale est obtenue, si nécessaire, par compression du joint. La présence d'eau déclenche ensuite le gonflement de la matière hydro expansive ;
- les joints mixtes : combinant les deux natures des joints précédents.

### **Le drainage des ouvrages**

Il s'agit du captage ponctuel ou surfacique d'arrivées d'eau dans un ouvrage. Cette eau (provenant essentiellement de la dalle de couverture, des piédroits et du radier) est ensuite collectée et rejetée à l'extérieur par le réseau d'assainissement.

#### **Le drainage des parois**

Si la tranchée est située constamment dans la nappe, il peut être prévu un dispositif de recueil des eaux à la base des piédroits.

Un système de drains peut exister sur la face intérieure des parois moulées, dans une engravure située au droit de chaque joint de panneau.

#### **Le drainage du radier**

Si le radier est étanche en béton armé, la principale venue d'eau provient des joints entre les parties de la structure (joints transversaux dans le radier par exemple) et du raccordement radier et piédroits. Le système de recueil classique consiste en la mise en place d'une couche drainante sur le radier et sous la chaussée qui dirige les eaux vers des drains placés soit le long des piédroits latéraux soit au centre de l'ouvrage.

#### **Le drainage des chaussées sur couche drainante**

Pour ce type de structure, le drainage est en général assuré sous la chaussée par une couche drainante de granulats sélectionnés assurant une fois en place une porosité suffisante (Fig. 9). Des drains sont positionnés au sein de cette couche drainante, placés soit le long des piédroits latéraux, soit au centre de l'ouvrage, le tout relié à un réseau d'assainissement pour l'évacuation de l'eau.

Ceux-ci peuvent se présenter sous diverses formes (rond, ovoïde ou à fond plat), diverses matières (le grès, le béton poreux ou fibreux et surtout les matières synthétiques polyéthylène et PVC pour l'essentiel) et divers diamètres (drain annelé souple synthétique diamètre de 5 à 200 mm, drain collecteur drainant synthétique rigide ou à cunettes



diamètre de 80 à 630 mm).

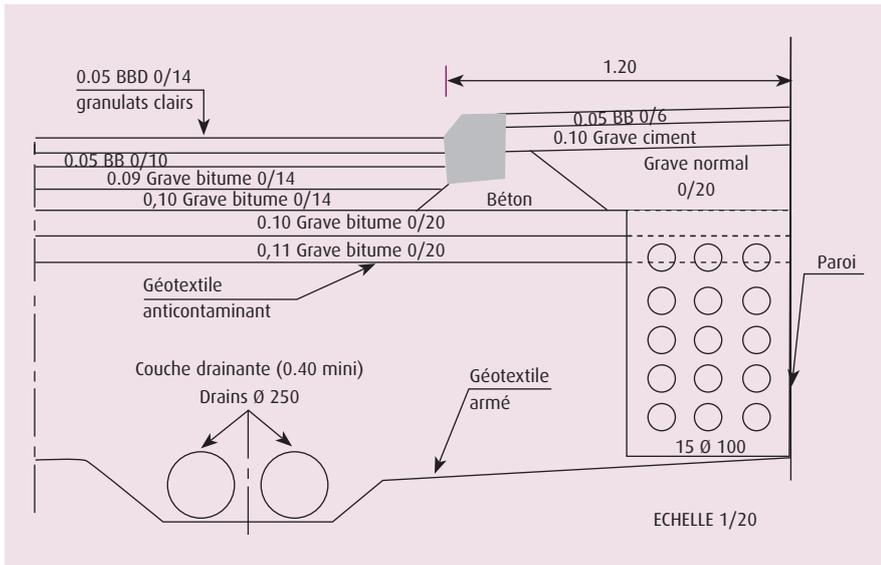


Figure 9 - Exemple de chaussée souple drainante

Une telle couche drainante prévue pour de faibles venues d'eau, doit être surdimensionnée pour prendre en compte un éventuel colmatage des drains ou des vides pendant sa durée de vie (dû à la composition chimique des eaux recueillies). Un colmatage excessif pénaliserait son fonctionnement et serait préjudiciable pour l'ouvrage.

Le drainage sous chaussée peut également être assuré par un géocomposite drainant composé par un filtre en géotextile, enveloppant une âme drainante avec éventuellement un dispositif collecteur en partie inférieure.

### 2.2.4 - Cas des ouvrages voûtés

Ces structures de tranchées couvertes sont constituées d'une couverture voûtée en béton armé articulée ou encadrée sur des piliers latéraux (Fig. 10). L'ouvrage peut être coulé en place ou préfabriqué, en partie ou en totalité.

Les fondations sont en général superficielles pour ce type d'ouvrage (semelles ou radier).



Figure 10 - Ouvrage voûté en cours de construction



Ce type de structure convient essentiellement pour des ouvrages en remblai avec une forte hauteur de couverture de terre, ou lorsque l'on recherche une homogénéité architecturale avec une section d'ouvrage voisin ou contiguë ; c'est pour cela qu'ils sont le plus souvent utilisés pour des tranchées couvertes prolongeant un tunnel creusé (ou têtes de tunnel).

Les ouvrages simplement voûtés sont utilisés pour des ouvertures jusqu'à 13 mètres environ. Au-delà on passe généralement à une conception de double voûte (Fig. 11).

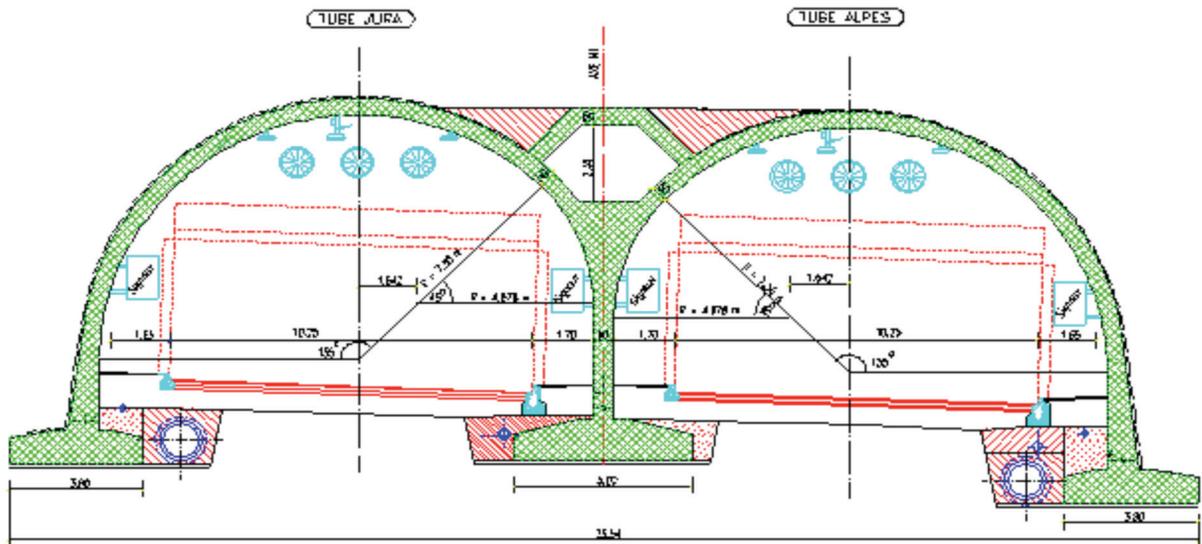


Figure 11 - Ouvrage en double voûte

### 2.2.5 - Structures secondaires

Les structures secondaires sont à distinguer des ouvrages annexes linéaires. Les ouvrages annexes linéaires sont à l'extérieur de la structure principale alors que les structures secondaires sont à l'intérieur.

Cette distinction entre intérieur et extérieur de la tranchée couverte n'est pas aisée : par exemple les parements apparents de la tranchée n'ont pas forcément de rôle structurel. Des précisions sont données au chapitre 4 – Méthodologie de recensement.

Ainsi en tranchée couverte, on peut distinguer (Fig. 12) :

- les gaines de ventilation transversale ;
- les galeries d'éclairage ;
- les gaines techniques.

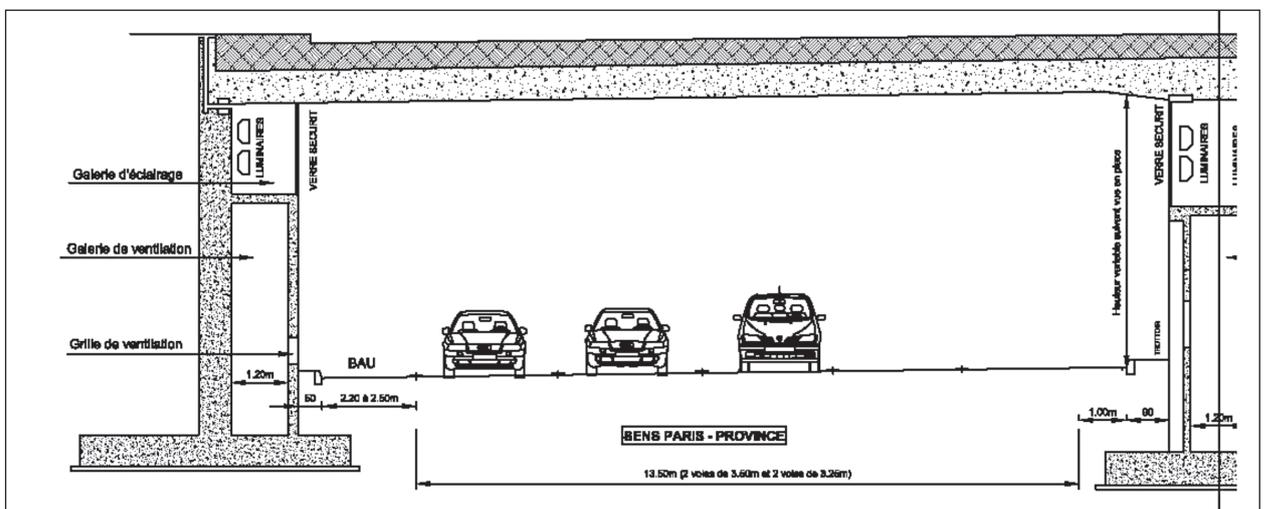


Figure 12 - Coupe d'une demi-chaussée de la tranchée couverte de Champigny sur l'autoroute A4



## 2.3 - Couvertures hors sols

Les couvertures hors sol se présentent généralement sous forme de couvertures légères dont la traverse et les piédroits - hormis les fondations - ne sont pas enterrés (Fig. 13).

Dans cette catégorie de couverture, on trouve également les écrans antibruit présentant une casquette ou un encorbellement surplombant partiellement au moins une voie de circulation. Ils sont à recenser avec les couvertures hors sol s'ils ne soutiennent pas de terre.

Les couvertures hors sol répondent principalement à des exigences de limitation des niveaux sonores à proximité d'infrastructures routières sans volonté d'aménager la surface de la couverture. Elles se rencontrent donc dans des contextes très particuliers.

Ce sont généralement des ouvrages courts, de moins de 300 mètres de longueur.

Le premier exemple est une couverture légère d'un seul sens de circulation, pour abaisser significativement le niveau sonore, à Fontenay-sous-Bois en Ile-de-France sur l'autoroute A86.



Figures 13 – Exemples de couverture légère



Le deuxième exemple est une couverture hors sol sur poteaux en béton armé et poutres préfabriquées en béton armé, à Villeneuve-La-Garenne, en Ile-de-France sur l'autoroute A86 (Fig. 14).



Figure 14 – Exemple de couverture hors sol sur poteaux



Le troisième exemple est une couverture hors sol des deux sens de circulation, à Thiais en Ile-de-France sur l'autoroute A86 (Fig. 15-16). La tranchée couverte comporte une extrémité hors sol. La surface n'est pas aménagée, laissant apparaître les piliers de l'ouvrage.



Figure 15 - Vue aérienne de la tranchée de Thiais

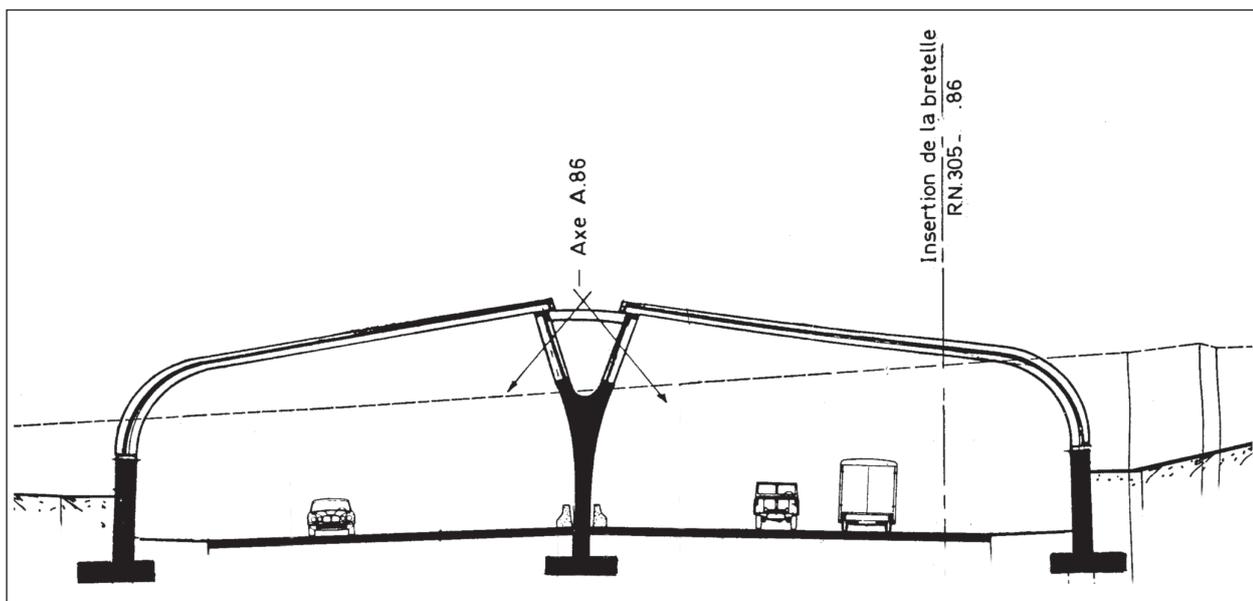


Figure 16 - Coupe de la tranchée de Thiais



Leurs structures sont très diverses. Elles peuvent être constituées de poteaux en béton armé, sur lesquels reposent des treillis métalliques supportant une coque en matériaux composites. Tel est le cas de la couverture de La Courneuve, en Ile-de-France sur l'autoroute A86 (Fig. 17).



Figure 17 - Vues de couvertures hors sol



Dans ce cas, la couverture hors sol des voies de circulation vient renforcer les protections acoustiques latérales, tout en présentant une unité architecturale.



## 2.4 - Cas particuliers

Il s'agit des ouvrages ne rentrant pas dans les familles précédemment définies.

On peut en décrire deux types principaux :

### 2.4.1 - Les tunnels en caissons immergés

Ces ouvrages, très peu nombreux, permettent le franchissement d'un cours d'eau ou d'un bras de mer par un ouvrage routier. Ils se distinguent d'un tunnel creusé par leur mode de réalisation depuis la surface.

Ils sont en général réalisés par immersion des plots constitutifs de l'ouvrage et mis en place au fond d'une fouille réalisée au fond du cours d'eau.

Les plots sont constitués de caissons successifs, munis de cloisons provisoires aux extrémités, transportés par flottage à l'aplomb de leur position définitive et immergés par ballastage. Une fois mis en place au fond de la fouille, ils sont solidarisés au caisson adjacent par précontrainte, l'étanchéité est assurée au moyen de joints compressibles.

L'ouvrage le plus significatif en France est celui de la traversée sous-fluviale de la Marne par l'autoroute A86, à Nogent-sur-Marne (94), mis en service en 1989.

Les deux tubes de la partie sous-fluviale font 290 m et 510 m. Ils sont constitués de caissons précontraints dans les trois dimensions d'environ 50 m de long, d'un poids d'environ 7000 tonnes. Les caissons ont été préfabriqués par paire dans une darse fermée par un bateau-porte mobile.

### 2.4.2 - Les paravalanches et pare-blocs

Ces ouvrages, situés en zone montagneuse, ont pour but de protéger la voie des avalanches ou des éboulements (blocs isolés ou éboulements de masse).

Le principe de leur conception est d'assurer le passage des éboulements ou des avalanches au-dessus de la route à protéger, sans chercher à les stopper.

Ces ouvrages ont en général une faible longueur et sont situés là où toute autre solution serait inefficace, à savoir :

- au droit de couloirs d'éboulis d'avalanches ;
- au pied de parois de grande hauteur, au débouché de tunnel par exemple.

Deux types d'ouvrages peuvent être rencontrés : des ouvrages totalement couverts et des pare-blocs.



### Des ouvrages totalement couverts

Il s'agit en général de voûte en béton armé réalisée contre le versant. Des ouvrages de ce type étaient autrefois réalisés en maçonnerie.

Une galerie pare-blocs peut également être réalisée sous forme de portique ou de cadre en béton armé, ou plus simplement par une dalle sur poteaux (Fig. 18).



Figure 18 - Paravalanche de Carrouth à Merens-les-Vals sur la RN20



## Des pare-blocs

Il s'agit en général d'un voile en béton ancré dans le versant, sans appui aval, prolongé par un retour horizontal en forme de casquette protégeant les voies de circulation.

Il est souvent recouvert d'un matelas absorbeur d'énergie ; l'extrados a en général une pente vers l'aval pour faciliter l'évacuation des produits d'éboulement et faciliter les opérations de curage.

Dans certains cas, ils peuvent comporter une dalle sur appuis dissipatrice d'énergie. Une inclinaison dans le sens opposé à la pente renforce la protection de la zone aval (Fig. 19).



*Figure 19 - Galerie de la Grande Platte à Champagny-en-Vanoise (74)*

La conception de ces ouvrages avec certaines parties servant de « fusibles » peut nécessiter que leur état soit contrôlé après une avalanche ou un éboulement important.

Des ouvrages mixtes associant ces deux types peuvent également être rencontrés.



## 2.5 - Ouvrages annexes

Les ouvrages annexes, ouvrages de génie civil, construits pour répondre aux besoins d'exploitation (station de ventilation par exemple) et pour assurer la sécurité des usagers (galerie d'évacuation par exemple) de la tranchée.

Nombreux et variés, ces ouvrages peuvent être répartis dans les catégories suivantes :

- ouvrages annexes linéaires ;
- ouvrages annexes de tête ;
- ouvrages annexes ponctuels ;
- autres ouvrages.

### 2.5.1 - Ouvrages annexes linéaires

Sont considérés comme ouvrages annexes linéaires les ouvrages de structures indépendantes et se trouvant à l'extérieur des tubes assurant l'exploitation de la tranchée et/ou la sécurité des usagers.

Il s'agit des galeries d'évacuation, galeries techniques. On les trouve rarement dans les tranchées couvertes.

Ils sont décomposés en parties d'ouvrage et sont rattachés à la tranchée.

### 2.5.2 - Ouvrages annexes de tête

Comme leur nom l'indique, ils se trouvent aux têtes des tranchées et sont rattachés au tube. Les murs anti-recyclage, les murs des trémies rentrent dans cette catégorie d'ouvrages.

Les murs anti-recyclage des fumées, situés en tête d'une tranchée couverte bitube, sont implantés en prolongation du mur de séparation des deux tubes sur une quarantaine de mètres et ont pour rôle d'empêcher l'air vicié (ou les fumées d'incendie) de se recycler d'un tube à l'autre (Fig. 20-21).

Les murs des trémies avec casquettes ou non sont généralement des murs de soutènement, situés latéralement aux extrémités d'une tranchée, permettent aux usagers de remonter à la surface.

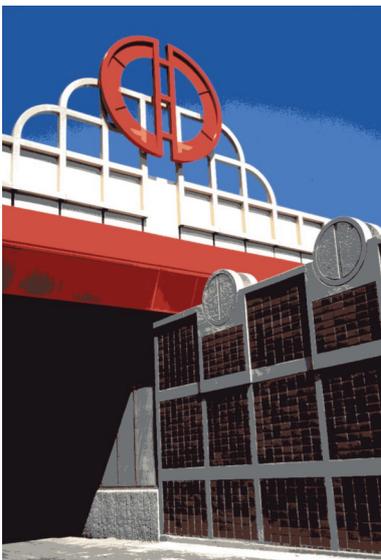


Figure 20 - Tête de couverture  
Bobigny-Drancy



Figure 21 - Tête de couverture A1 à Saint-Denis



### 2.5.3 - Ouvrages annexes ponctuels

Sont considérés comme ouvrages annexes ponctuels, les ouvrages de génie civil servant à l'exploitation de la tranchée. Ils sont rattachés au tube.

On peut distinguer :

- issues de secours ;
- locaux techniques (poste de transformateurs, stations de ventilation, etc.) ;
- cheminées de ventilation (Fig. 22) ;
- fosses de récupération des eaux de ruissellement, bassin de décantation, etc. ;
- bretelles intégrées au tube (cf. § 4.2.3).



Figure 22 - Station de ventilation



Figure 23 - Trappes de désenfumage

## 2.6 - Points singuliers

Dans les tranchées, on peut trouver également des ouvrages servant à l'exploitation des tubes et qui sont créés à partir d'une réservation dans la structure des piédroits ou de la couverture. Ces ouvrages constituent des points singuliers du tube et sont rattachés aux tronçons du tube. On peut distinguer notamment :

- niches de sécurité, d'incendie, refuges, abris ;
- trappes de désenfumage (Fig. 23) ;
- galeries de retournement, etc. ;
- garages.

## 2.7 - Equipements

Les équipements sont rattachés au tube. Deux types d'équipements peuvent être distingués :

### 2.7.1 - Equipements de Génie Civil

Les équipements de génie civil sont des éléments de génie civil de second œuvre, inclus dans la structure principale de la tranchée. Leur recensement est systématique.

On peut citer :

- éléments architecturaux (corniches, parapets, masques, etc.) ;
- chaussée, trottoirs, bordures ;
- dispositifs de limitation de gabarit ;
- dispositifs de sécurité (barrière, glissière, etc.) ;
- gaines de ventilation visitables ou non visitables ;



- système de drainage ;
- niches de sécurité ou système d'évacuation (Fig. 25).

Les dispositifs de limitation du gabarit routier sont le plus souvent constitués de poutres ou de portiques situés en amont de l'ouvrage. Ils assurent le respect du gabarit de tout véhicule entrant dans la tranchée et protègent ainsi la structure de l'ouvrage contre tout choc accidentel.

Les gaines de ventilation sont soit des gaines visitables soit des gaines non visitables. Les gaines non visitables sont généralement des carreaux métalliques accrochés au plafond. Les gaines visitables sont constituées d'une structure secondaire (paroi, dalle en béton armé) associée à la structure principale du tube. Situées généralement sur le ou les côtés du tube, elles sont recensées comme des équipements de génie civil et non comme des ouvrages annexes linéaires.

### 2.7.2 - Autres équipements

Les autres équipements trouvés dans les tranchées sont généralement des équipements électromécaniques. Ils ne seront recensés par le gestionnaire qu'en fonction de ses besoins (pas de recensement systématique). On peut distinguer notamment :

- réseau d'incendie ;
- réseau d'éclairage ;
- accélérateurs ;
- équipements des trappes ;
- caméras de surveillance de trafic ;
- capteurs de pollution ;
- anémomètres ;
- opacimètres ;
- panneaux à messages variables (Fig. 24) ;
- boucles de comptage, etc.

Au stade du recensement, seules des données sommaires sur le système de ventilation et sur le réseau d'éclairage sont recherchées.



Figure 24 - PMV, système d'éclairage et batterie d'accélérateurs



Figure 25 - Niche de sécurité





# 3 Classification des ouvrages

Les ouvrages ou tronçons d'ouvrage recensés dans IQOA Tranchées couvertes sont classés dans des familles puis dans des types d'ouvrages de chaque famille.

## 3.1 - Classification par famille d'ouvrages

Le classement des ouvrages ou tronçons d'ouvrage dans des familles est réalisé à partir des critères suivants :

- la présence ou l'absence de la couverture ;
- la position du piédroit par rapport au niveau du sol.

On distingue les 5 familles suivantes :

- **famille F1 – Tranchées couvertes** : ouvrages totalement ou partiellement enterrés comportant une couverture ;
- **famille F2 – Tranchées partiellement couvertes** : ouvrages partiellement enterrés comportant une couverture partielle ;
- **famille F3 – Tranchées ouvertes** : ouvrages partiellement enterrés ne possédant pas de couverture mais une liaison structurelle entre parties inférieures des piédroits ;
- **famille F4 – Couvertures hors sol** : ouvrages comportant une couverture et des piédroits non enterrés (hormis les fondations) ;
- **famille F5 – Cas particuliers** : ouvrages ne rentrant pas dans les familles précédentes.

## 3.2 - Classification par type d'ouvrages

A l'intérieur de chaque famille, les ouvrages peuvent être, en fonction de la structure de la couverture, classés selon une typologie similaire à celle des ponts.

### 3.2.1 - Sous famille de la Famille F1 (Tranchées couvertes)

#### Structure des ouvrages

Pour les ouvrages de cette famille, on distingue :

- une couverture dont la structure peut être de type :
  - dalle ;
  - poutres et hourdis ;
  - voûtes ;
  - autres.
- des piédroits dont la structure peut être de type :
  - voile banché ou préfabriqué ;
  - poteaux ;
  - parois composites (pieux ou barrettes en béton ou en métal reliés par un voile béton) ;
  - parois moulées ou préfabriquées ;
  - rideaux de palplanches ;
  - autres.
- une liaison couverture/piédroit pouvant être de type :
  - appuyée (appui en néoprène) ;
  - encastrée.
- éventuellement un radier pouvant être de type :
  - dalle ;
  - autres structures.



### Type d'ouvrages

Dans cette famille, on peut trouver les types d'ouvrages courants suivants :

- **les dalles** : ouvrages (Fig. 26) constitués d'une dalle en béton armé ou précontraint posée sur des appareils d'appui ou encastrée aux piédroits. Les piédroits peuvent être continus ou discontinus. Les appuis continus sont constitués généralement de voiles en béton armé, de parois moulées ou préfabriquées et plus rarement de palplanches métalliques. Les appuis discontinus sont constitués généralement de poteaux, de barrettes ou de pieux en béton armé ;
- **les poutres** : ouvrages constitués de poutres en béton armé ou précontraint liaisonnées par un hourdis général posées sur des appareils d'appui ou encastrées aux piédroits. Les piédroits sont identiques à ceux des dalles ;
- **les voûtes** : ouvrages constitués d'une couverture de type voûte encastrée ou articulée aux piédroits ;
- **les autres tranchées couvertes** : ouvrages ne rentrant pas dans les types précédemment définis.



Figure 26 - Couverture A1 à Saint-Denis

### 3.2.2 - Types d'ouvrages de la Famille F2 (Tranchées partiellement couvertes)

#### Structure des ouvrages

Pour les ouvrages de cette famille, on distingue :

- une couverture ajourée dont la structure peut être de type :
  - poutres entretoisées ou non ;
  - poutres et hourdis ;
  - dalles ;
  - autres.
- des piédroits dont la structure peut être de type :
  - voile banché ou préfabriqué ;
  - poteaux ;
  - parois composites (pieux ou barrettes + voile béton) ;
  - parois moulées ou préfabriquées ;
  - rideaux de palplanches ;
  - autres.
- une liaison couverture/piédroit pouvant être de type :
  - appuyée (appuis en néoprène) ;
  - encastrée.
- éventuellement un radier pouvant être de type :
  - dalle ;
  - autres structures.



### Type d'ouvrages

Dans cette famille, on peut trouver les types d'ouvrages courants suivants :

- **les trémies butonnées** : murs situés généralement en extrémités d'ouvrages butonnés en tête par un réseau de poutres transversales ;
- **les paralumes** : ouvrages de transition visuelle entre la couverture et l'extérieur constitués d'un treillis de poutres (poutres et entretoises) ;
- **les damiers phoniques** : structure légère composée de panneaux absorbants ;
- **les autres tranchées partiellement couvertes** : ouvrages ne rentrant pas dans les types précédemment définis.

### 3.2.3 - Type d'ouvrages de la Famille F3 (Tranchées ouvertes)

#### Structure des ouvrages

Les ouvrages de cette famille sont caractérisés essentiellement par l'absence de la couverture et la présence d'une liaison en partie basse des piédroits. En l'absence de cette liaison, l'ouvrage est à considérer comme un ensemble de simples murs.

On peut distinguer :

- des piédroits dont la structure peut être de type :
  - voile banché ou préfabriqué ;
  - parois composites (pieux ou barrettes + voile béton) ;
  - parois moulées ou préfabriquées ;
  - rideaux de palplanches ;
  - autres.
- une liaison en partie basse des piédroits dont la structure peut être de type :
  - dalle ;
  - autres structures.

#### Type d'ouvrages

Dans cette famille, on peut trouver les types d'ouvrages suivants :

- **les cuvelages** : murs de soutènements d'extrémité reliés entre eux par un radier ;
- **les autres tranchées ouvertes** : ouvrages ne rentrant pas dans les types précédemment définis.

### 3.2.4 - Types d'ouvrages de la Famille F4 (Couvertures hors sol)

#### Structure des ouvrages

Les ouvrages de cette famille, construits hors sol (hormis les fondations) (Fig. 27), couvrent totalement ou partiellement des voies de circulation. Dans cette famille on trouve les écrans acoustiques à casquette surplombant au moins partiellement une voie de circulation.

Ces couvertures ont principalement un rôle anti-bruit et comportent :

- une couverture dont la structure peut être de type :
  - poutres triangulées ;
  - poutres et hourdis ;
  - dalles ;
  - voûtes ;
  - autres.
- des piédroits dont la structure peut être de type :
  - voile banché ou préfabriqué ;
  - poteaux ;
  - autres.
- une liaison couverture/piédroit pouvant être de type :
  - appuyée (appuis en néoprène) ;
  - encastrée ;
  - articulée.



### Type d'ouvrages

Dans cette famille, on peut trouver les types d'ouvrages suivants :

- **les couvertures acoustiques** : ouvrages présentant une couverture complète ou partielle au-dessus des voies de circulation ;
- **les écrans à casquettes** : murs antibruit n'ayant pas de rôle de soutènement et présentant une casquette ou encorbellement surplombant partiellement au moins une voie de circulation ;
- **les autres couvertures hors sol** ne rentrant pas dans les types précédemment définis.



Figure 27 - Couverture hors sol (A86 - La Courneuve)

### 3.2.5 - Type d'ouvrages de la Famille F5 (Cas particuliers)

#### Structure des ouvrages

Les ouvrages de cette famille présentent des structures diverses et variées non classables dans les familles précédentes.

#### Type d'ouvrages

Dans cette famille, on peut trouver les types d'ouvrages suivants :

- **les tunnels en caissons immergés** : ensemble de caissons préfabriqués raccordés les uns aux autres, immergés par lestage ou ancrage ;
- **les paravalanches** : ouvrages de protection contre les chutes de blocs structurellement dissipant ;
- **les autres cas particuliers** : ouvrages ne rentrant pas dans les types précédemment définis.



### 3.3 - Typologie - Tableau de synthèse

Le Tableau 4 résume les différentes familles et types d'ouvrages rencontrés dans les tranchées couvertes.

N° DE FAMILLE	FAMILLE D'OUVRAGES	TYPE D'OUVRAGES
1	Tranchées couvertes	
		Dalles
		Poutres
		Voûtes
		Autres tranchées couvertes
2	Tranchées partiellement couvertes	
		Trémies butonnées
		Paralumes
		Damiers phoniques
		Autres tranchées partiellement couvertes
3	Tranchées ouvertes	
		Cuvelages
		Autres tranchées ouvertes
4	Couvertures hors sol	
		Couvertures acoustiques
		Ecrans acoustiques à casquette
		Autres couvertures hors sol
5	Cas particuliers	
		Tunnels en caissons immergés
		Paravalanches
		Autres cas particuliers

Tableau 4 - Typologie





# 4 Méthodologie de recensement

## 4.1 - Introduction à la méthode

Pour répondre aux objectifs de la méthode IQOA, le recensement doit permettre au gestionnaire de connaître les principales caractéristiques géométriques et structurales de ses ouvrages et de programmer leurs visites de surveillance et d'évaluation ainsi que l'entretien.

Les données de ce recensement ne concernent que les ouvrages de génie civil et servent à alimenter la base de données LAGORA à l'aide d'un module dédié.

La méthodologie développée dans ce chapitre servira d'appui au gestionnaire pour la mise en œuvre du recensement de ses tranchées couvertes.

Afin d'obtenir une bonne homogénéité des informations découlant du recensement des ouvrages, il convient pour le personnel en charge de la réalisation du recensement de suivre la méthode d'analyse exposée dans le présent chapitre.

Le principe d'évaluation IQOA des ouvrages, quels qu'ils soient, consiste à décomposer l'ouvrage en différentes parties d'éléments homogènes évalués de manière individuelle. C'est par re-composition ultérieure, à partir de l'état de chaque partie d'ouvrage, que l'état de l'ouvrage dans son ensemble sera déterminé in fine.

Lors de la phase de recensement, préliminaire à l'évaluation, il convient d'identifier l'ensemble des différentes parties d'ouvrage de génie civil qui seront ensuite évaluées séparément. Un travail de découpage en ouvrages élémentaires et en parties d'ouvrages est donc nécessaire dès cette première phase.

Ce découpage des ouvrages est basé sur la reconnaissance des types de structures constituant la tranchée. La plupart du temps, les tranchées sont composites, tant dans l'enchaînement linéaire des structures visibles composant le tube circulé, que dans la juxtaposition de nombreux ouvrages annexes assurant des rôles liés à la sécurité et à l'exploitation. L'ensemble de ces éléments doit être recensé, pour permettre, à posteriori, leur évaluation IQOA détaillée et exhaustive.

Le présent chapitre aborde dans le détail toutes les étapes de recensement d'un ouvrage. Il comporte deux parties.

La première partie fournit les notions théoriques à connaître au préalable de la visite de recensement des ouvrages sur le terrain. Elle donne le principe du découpage d'une tranchée en parties homogènes d'ouvrages.

La seconde partie décrit l'organisation proprement dite du recensement. Elle décrit dans l'ordre chronologique les différentes actions à mener dans le cadre du recensement d'une tranchée.

Dans le cas où un recensement existe au moins partiellement, il convient tout de même de le compléter afin de respecter le cadre de la présente méthodologie.

## 4.2 - Principe de découpage

Le découpage de l'ouvrage en tubes et tronçons et la recherche des ouvrages annexes associés constituent l'étape clé dans le recensement d'une tranchée. Il est présenté au schéma 1.

Il permet de visualiser, à partir d'un plan synoptique, les principales parties de l'ouvrage à recenser.

Il est rendu possible sur le terrain grâce à un système de repérage spatial dont le principe est décrit au chapitre 5 - Marquage.

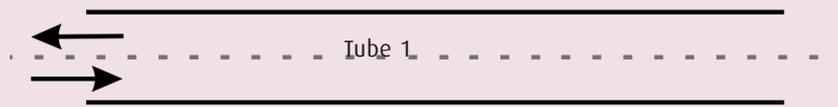


### Schéma 1

#### Principe de découpe en tubes des ouvrages

**Ouvrage bi-directionnel :**

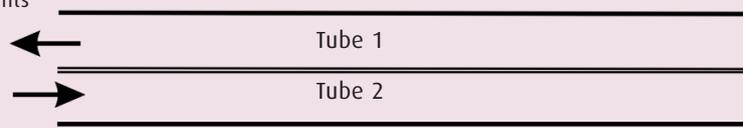
pas de séparation physique entre les sens : c'est un monotube



**Ouvrage bi-directionnel :**

Séparation physique entre les 2 sens : bi-tube

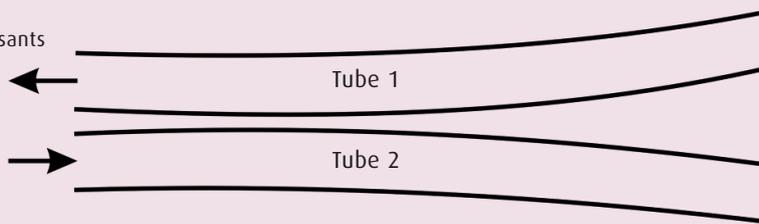
Sens des PR croissants



**Ouvrage bi-directionnel :**

Les sens de circulation divergent : bi-tube

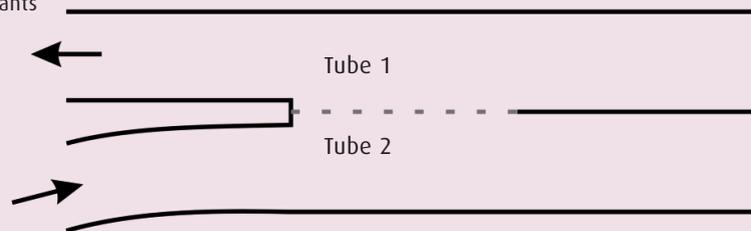
Sens des PR croissants



**Ouvrage bi-directionnel :**

Séparation physique entre les 2 sens sur une partie de l'ouvrage bi-tube

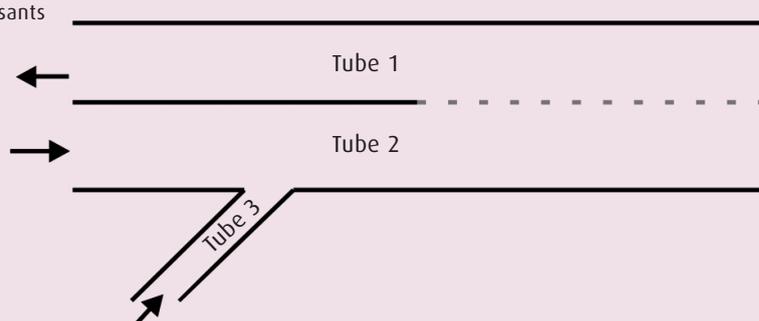
Sens des PR croissants



**Ouvrage bi-directionnel :**

avec bretelle d'accès sur un sens de circulation : multitube

Sens des PR croissants





#### 4.2.1 - Éléments constitutifs d'une tranchée couverte

Il est rappelé qu'une tranchée peut comporter :

- un ou plusieurs tubes ;
- une ou plusieurs bretelles d'accès et de sortie ;
- des ouvrages d'exploitation associés ;
- des équipements de génie civil ;
- d'autres équipements.

Les ouvrages et équipements de génie civil sont seuls concernés par ce recensement. Les autres équipements seront recensés en fonction des besoins du gestionnaire.

#### 4.2.2 - Tubes

##### Découpage en tubes

L'ouvrage est décomposé en tubes et peut comporter un tube (mono-tube), deux tubes (bi-tube) ou trois tubes et plus (multitube).

##### Détermination des tubes

Un tube est destiné à la circulation routière, unidirectionnelle ou bidirectionnelle, délimitée par des éléments structuraux (piédroits, piles...).

Par hypothèse, on considère qu'un ouvrage bidirectionnel est un bi-tube quand on trouve sur le long de l'ouvrage une portion d'élément structural séparant les 2 sens de circulation.

Un ouvrage bidirectionnel ne comportant pas, sur sa longueur, d'élément structural séparatif des 2 sens de circulation est un mono-tube.

Pour les voies principales, un tube commence à l'entrée de la tranchée et se termine à son extrémité, même si la couverture des voies et/ou la structure de séparation des sens de circulation s'interrompent ponctuellement entre-temps. Dans le cas des bretelles, le tube commence à l'entrée de la bretelle et se termine à la jonction avec la voie principale.

Les tubes peuvent être parallèles et participant à la même structure, parallèles et indépendants, divergents avec tronc commun, divergents sans tronc commun.

La détermination des tubes s'effectue à partir du dossier d'ouvrage complété par une visite de l'ouvrage.

##### Repérage des tubes

Sur le terrain les tubes sont repérés par une numérotation matérialisée par des plaques fixées aux extrémités du tube. Le premier tube numéroté est celui contenant des PR croissants dans le sens de la circulation.

#### 4.2.3 - Cas des bretelles

Les bretelles assurent les échanges entre la tranchée et la voirie locale. Deux cas de figure peuvent se présenter :

1<sup>er</sup> cas : la bretelle est indépendante de la tranchée et couverte, elle constitue un tube indépendant du tube principal (cf. schémas 1 et 4),

2<sup>ème</sup> cas : la bretelle est intégrée à un tube principal, elle fait partie du tube (cf. schéma 4bis). Les murs de soutènement en extrémité de ces bretelles sont recensés avec les ouvrages annexes ponctuels.

#### 4.2.4 - Tronçons

##### Découpage en tronçons du tube

Chaque tube est découpé en tronçons successifs selon le schéma 2 pour un ouvrage monotube, selon le schéma 3 pour un ouvrage bi-tube.

Notamment, un éventuel passage supérieur situé en extrémité et jointif à la tranchée est considéré comme un tronçon de l'ouvrage.



## Détermination des tronçons

Dans chaque tube, les limites des tronçons peuvent être déterminées par rapport :

- au changement des caractéristiques structurelles des parties de l'ouvrage qui sont les piédroits, la couverture et la liaison piédroits - couverture ;
- au changement d'épaisseur des traverse et piédroits (schémas 4-4bis) ;
- au changement brusque (décrochement) des caractéristiques géométriques (largeur, hauteur) du tube ;
- à la présence d'une structure secondaire comme des gaines de ventilation par exemple, ou des ouvrages d'exploitation tels que les trappes de désenfumage, etc... (schémas 5-6).

Schéma 2

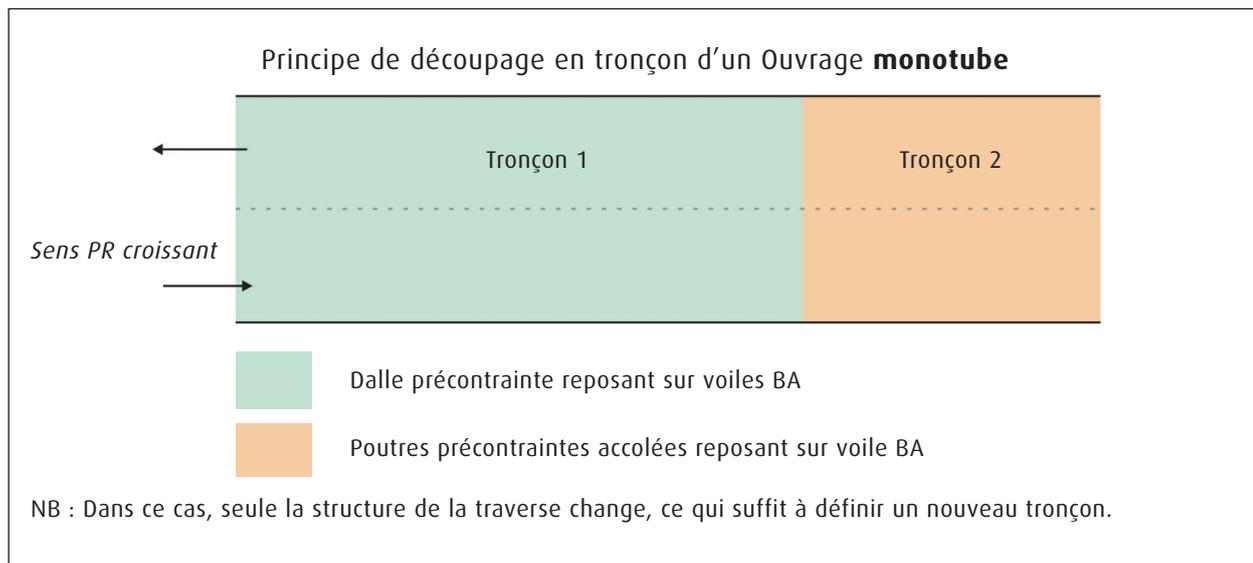




Schéma 3

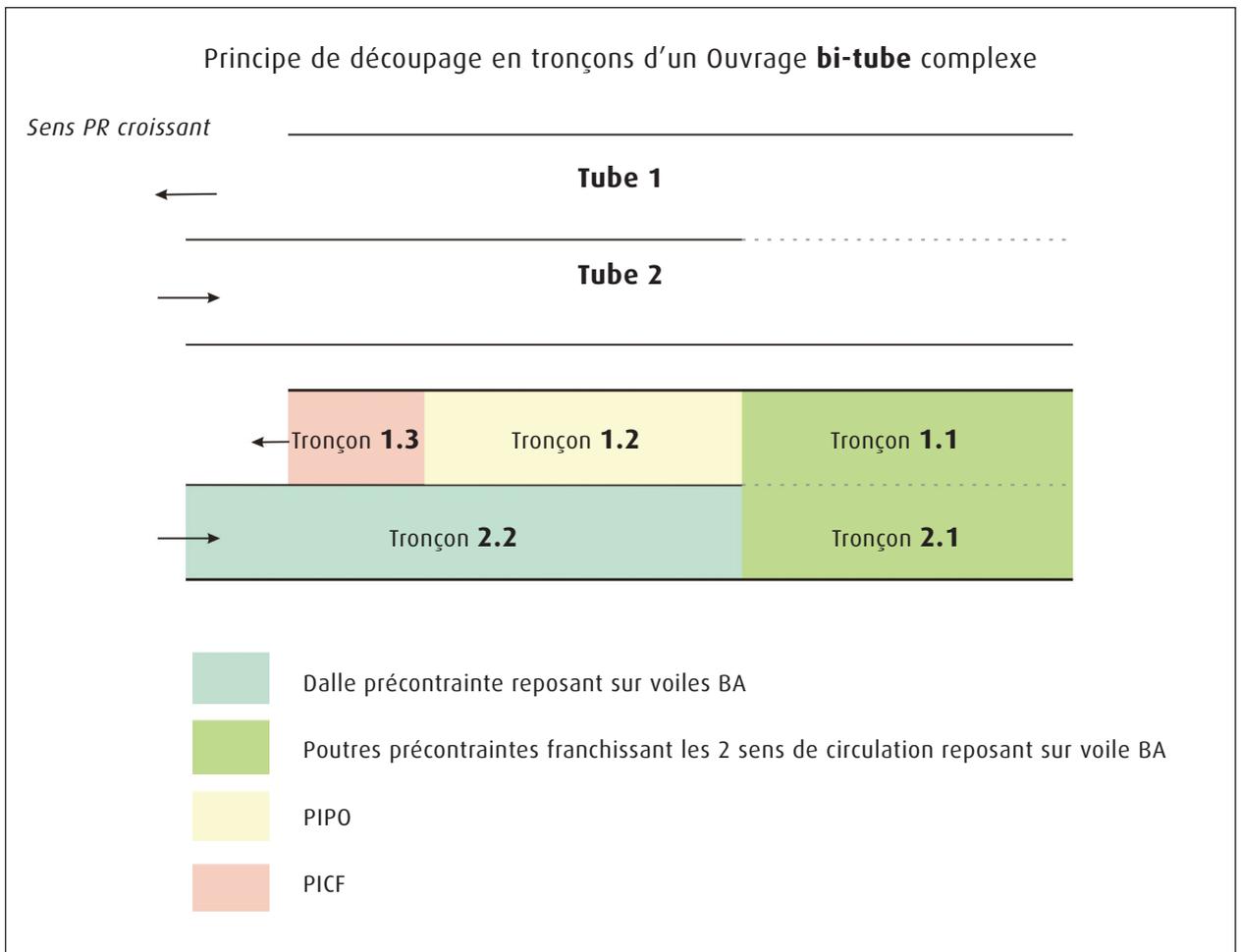




Schéma 4

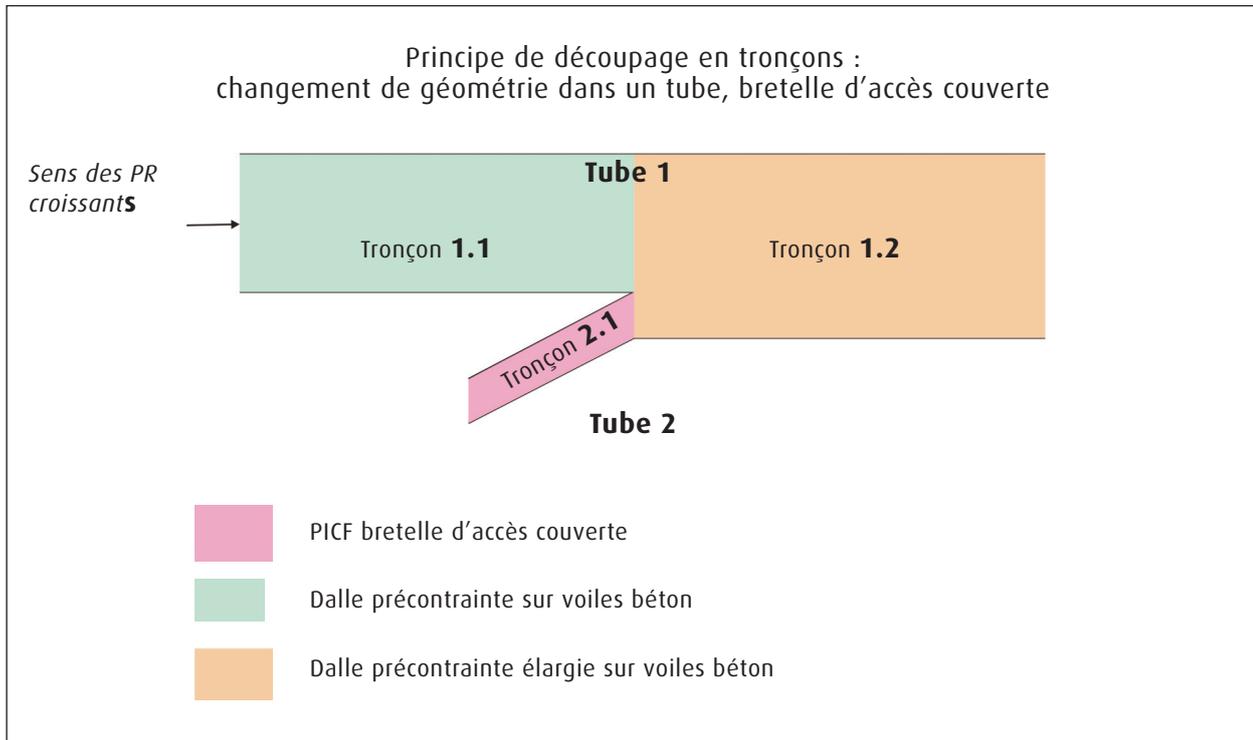
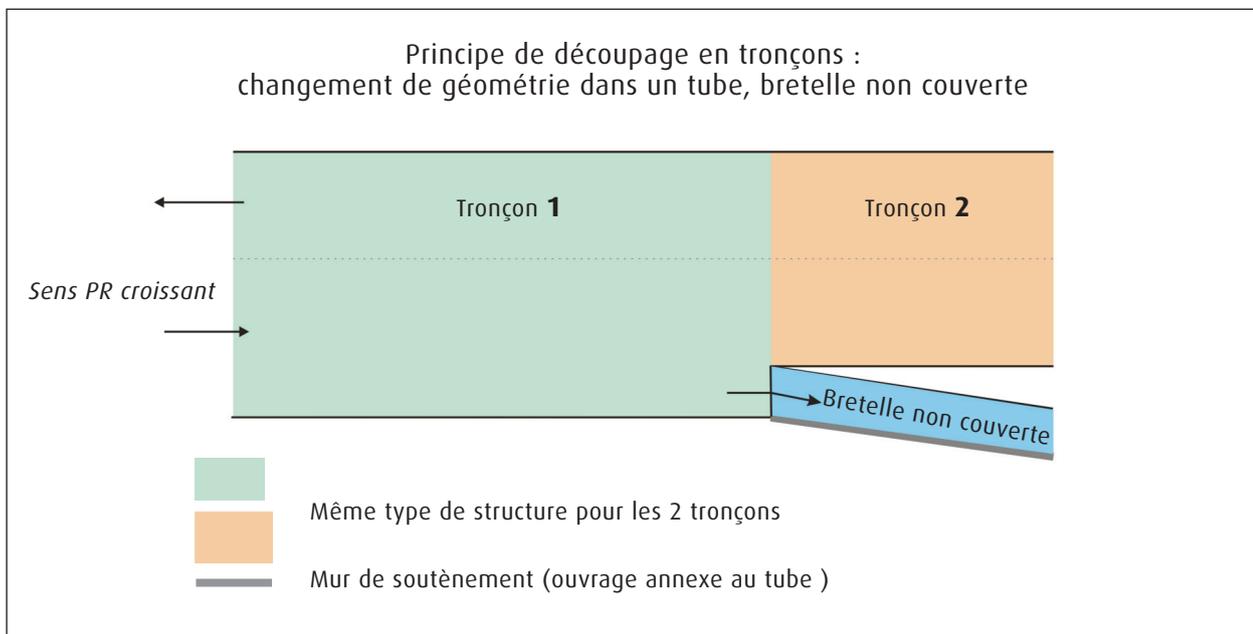


Schéma 4bis





### Schéma 5

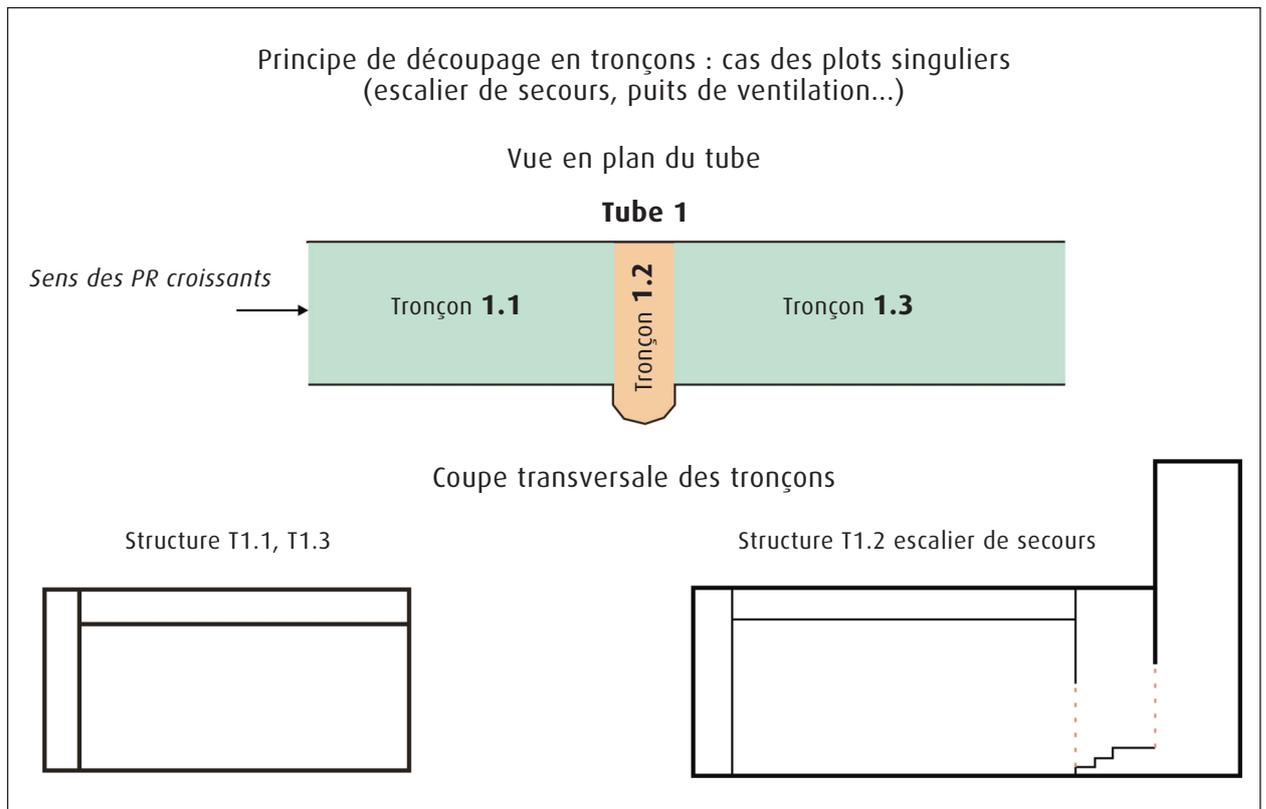
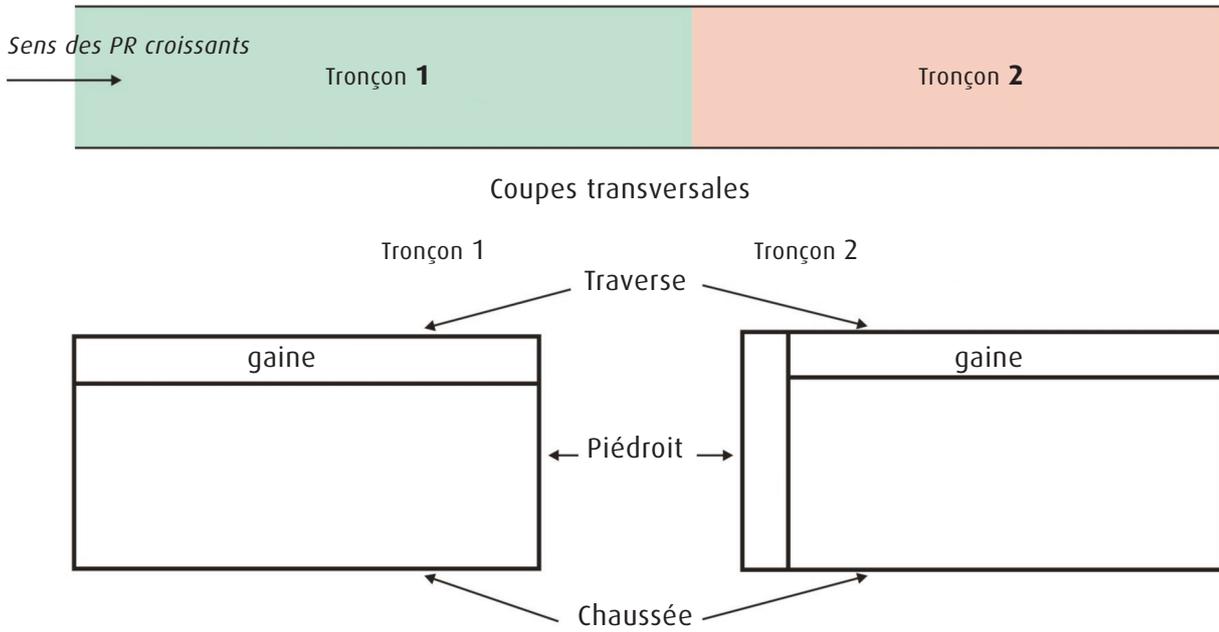


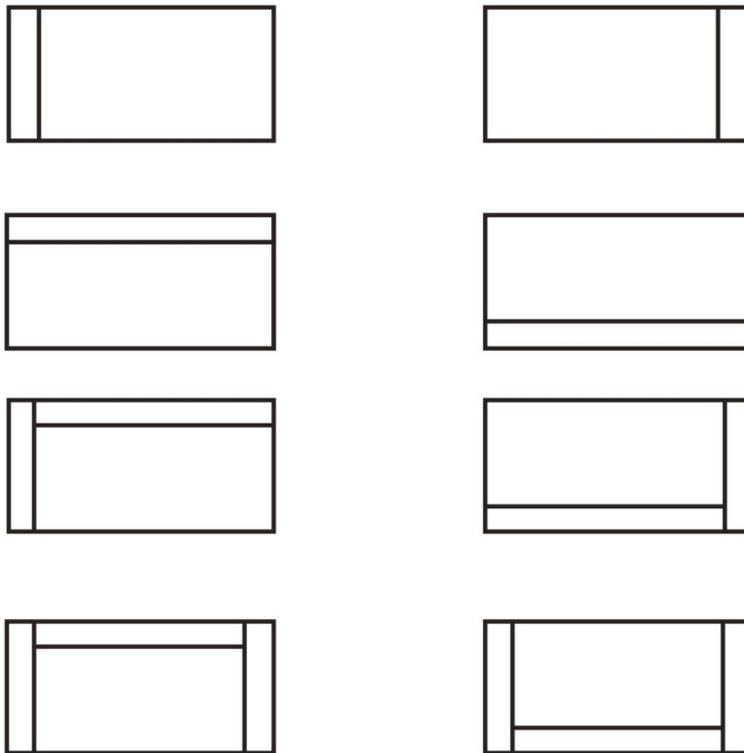


Schéma 6

Principe de découpage des tubes :  
les structures secondaires qui impliquent un changement de tronçon



exemples de gaines de ventilation que l'on peut rencontrer  
vues en coupes transversales





La méthode de recensement permet d'aboutir à l'identification du type d'ouvrage de chaque tronçon. Sa détermination se fait par une reconnaissance visuelle de la couverture, des piédroits et de leur liaison (cf. chapitre 3 – Classification des ouvrages).

Dans la pratique, le découpage en tronçons s'effectue au fur et à mesure de la progression dans le tube.

Pour un même PR, les tronçons de deux tubes adjacents peuvent participer à la même structure (cf. tronçons T1.1 et T2.1 du schéma 3). Dans ce cas, cette information est reportée sur la fiche de recensement.

### Identification visuelle du type de piédroits

Sur le terrain, la détermination des caractéristiques structurelles des éléments d'une section est délicate. En effet la présence d'habillage sur les piédroits ou l'existence de gaines de ventilation intégrées à la structure (cf. schéma 6) peuvent être source d'erreurs car ils masquent les indices structurels qui permettent la détermination du type de structure.

Dans le cas d'une ventilation transversale ou semi-transversale, il convient de localiser avec certitude les gaines de ventilation à partir de l'examen du dossier d'ouvrage, quand il existe. Dans le cas contraire, il faudra ouvrir toutes les portes ou trappes rencontrées dans le tube à la recherche de ces gaines. Il est possible d'identifier la constitution des piédroits en procédant à la visite des gaines de ventilation (les conditions de sécurité seront examinées avec l'exploitant).

Dans le cas où les piédroits sont masqués par un parement ou un habillage et en l'absence d'indications dans le dossier d'ouvrage, la zone revêtue est considérée comme un unique tronçon dont les piédroits sont de nature indéterminée ; même raisonnement si c'est la traverse qui est masquée.

Après avoir identifié précisément les éléments structurels constituant la section d'un tronçon, leur type est consigné dans les pages prévues à cet effet, en utilisant les abréviations fournies dans la fiche.

### Repérage des tronçons

On numérote les tronçons au fur et à mesure de leur détermination sur le terrain à l'aide du marquage dont le principe est donné au chapitre 5.

La numérotation des tronçons se fait en référence à un tube, et suit le sens des PR croissants (cf. schémas 2, 3, 4 et 4bis).

## 4.2.5 - Ouvrages annexes et équipements

Les **ouvrages annexes** sont décrits au chapitre 2.5 et rappelés ci-après :

- ouvrages annexes linéaires ;
- ouvrages annexes de tête ;
- ouvrages annexes ponctuels.

Les **équipements** sont décrits au chapitre 2.6.

### Recensement des ouvrages annexes et équipements

Les ouvrages annexes et équipements sont à recenser conformément à la fiche de recensement.

Les **ouvrages annexes** (cf. § 2.5) sont des structures de génie civil indépendantes ou connectées à la tranchée, en tête ou sur son linéaire. Le principe retenu est de les recenser tous.

Dans les tranchées, on trouve essentiellement les ouvrages annexes de tête et les ouvrages annexes ponctuels ; les ouvrages annexes linéaires cités au § 2.5.1 sont pratiquement inexistantes dans les tranchées.

Les **ouvrages annexes de tête** (cf. § 2.5.2) sont connectés à la structure principale en tête de la tranchée, côté PM d'origine ou de fin. On distingue notamment :

- les murs anti-recyclage des fumées ;
- les murs de soutènement des trémies d'accès.

Si les murs de soutènement des trémies d'accès sont recensés dans IQOA Murs, leur identifiant LAGORA est à renseigner dans IQOA Tranchées couvertes comme prévu dans la fiche de recensement. Dans le cas contraire ils sont considérés



comme des ouvrages annexes de tête dans IQOA Tranchées couvertes ; un nom et des caractéristiques géométriques sont à fournir dans Lagora Tunnels et seront récupérés pour être complétés dans Lagora Murs.

Les **ouvrages annexes ponctuels** (cf. § 2.5.3) sont les ouvrages de génie civil indépendants ou reliés ponctuellement au tube. Leur présence sur une portion de l'ouvrage peut parfois entraîner la définition d'un tronçon spécifique.

On en repère de nombreux types, parmi lesquels :

- les locaux techniques (stations de ventilation, poste de transformateur, etc.) ;
- les cheminées de ventilation ;
- les issues de secours ;
- les murs des bretelles non couvertes.

Il est rappelé qu'une bretelle d'accès ou de sortie non couverte, mais juste protégée par des murs de soutènement, n'est pas considérée comme un « tube ». Les murs de soutènement sont considérés dans IQOA Tranchées couvertes (cf. schéma 4bis) comme des ouvrages annexes ponctuels et leur recensement est identique à celui des murs des trémies d'accès.

Les **équipements** peuvent être classés soit dans les équipements de génie civil soit dans les autres équipements.

Les équipements de génie civil (cf. § 2.6.1) sont des ouvrages de second œuvre inclus dans la structure principale de la tranchée. Leur recensement est systématique.

Quant aux autres équipements (cf. § 2.6.2), leur recensement est à faire en fonction des besoins du gestionnaire. Dans la fiche de recensement, seules les données succinctes sur le système de ventilation et sur le réseau d'éclairage sont prévues.

### Rattachement des ouvrages annexes et équipements

Les ouvrages annexes ponctuels et les ouvrages annexes de tête sont rattachés aux tubes tout comme les équipements.

Les ouvrages de type mur de soutènement seront suivis et surveillés par la méthodologie IQOA Murs. S'ils ne sont pas encore recensés dans IQOA Murs, un identifiant sera attribué par le gestionnaire dans le cadre du recensement des tranchées et servira à l'identifier par la suite dans la base des murs.

Les autres ouvrages annexes recensés dans IQOA Tranchées couvertes seront identifiés par un nom attribué par le gestionnaire pour être surveillés et suivis par une méthodologie spécifique.

## 4.3 - Organisation du recensement

L'organisation du recensement se déroule en 2 phases, une phase préparatoire et une phase de recensement proprement dite.

Le recensement est réalisé à l'aide d'une fiche de renseignements et d'une notice explicative.

Cette fiche ne concerne que le recensement des ouvrages de génie civil de la tranchée. Les équipements d'exploitation et de sécurité en sont exclus.

Elle comporte des données administratives et techniques des ouvrages qui peuvent être trouvées dans les dossiers suivants :

- dossier de construction ;
- dossier de sécurité (pour les ouvrages de plus de 300 m) ;
- dossier de vie de l'ouvrage (inspections détaillées, évaluations IQOA, visites annuelles, éventuelles réparations).

Dans ce qui suit, les travaux des différentes phases de recensement sont définis selon qu'on est en possession ou non de ces dossiers.

### 4.3.1 - Phase préparatoire

NB : On ne reviendra pas dans ce chapitre sur la mise en place d'un marquage (développé au chapitre 5) conseillée pour le repérage spatial dans les ouvrages.



### **En présence du dossier d'ouvrage : report des informations disponibles**

L'étude du dossier d'ouvrage permet de prendre connaissance de l'ouvrage et renseigner la fiche de recensement correspondante. Si certaines données sont manquantes au dossier d'ouvrage, elles seront complétées lors des visites de terrain.

Il est recommandé d'utiliser au maximum les données disponibles dans les dossiers pour remplir la fiche. Il est souhaitable que la visite de terrain serve avant tout de validation des données recueillies lors d'un pré-remplissage exhaustif.

Une partition structurelle de l'ouvrage conformément au chapitre 4.2 est élaborée à partir de l'étude du dossier et des plans d'exécution.

Cette partition sera synthétisée par un plan synoptique permettant la visualisation des principales parties du génie civil de l'ouvrage et du découpage en tubes et tronçons. Si les documents à disposition ne permettent pas de se faire une idée de la nature des tronçons, une visite préliminaire peut être envisagée.

Les limites des tronçons (cf. § 4.2.3) seront repérées sur le plan synoptique et matérialisées sur le terrain lors de la visite de recensement.

### **En l'absence du dossier d'ouvrage : la visite préliminaire**

Si l'on ne retrouve pas de dossier d'ouvrage, la phase préparatoire au recensement est une (ou plusieurs) visite(s) préliminaires sur le terrain dont les objectifs consistent à :

- prendre connaissance des spécificités de l'ouvrage (exploitation, topographie, importance) ;
- relever les informations nécessaires à l'établissement du plan synoptique au niveau des tubes (nombre, longueur des tubes, ouvrages de tête, tronçons communs, etc.) ;
- organiser la mise en œuvre de la visite détaillée de recensement (cf. § 4.3.2) devant faire suite.

Cette visite sur le terrain pourra s'effectuer sans recours à la fermeture de l'ouvrage par simple reconnaissance à bord d'un véhicule de service. Plusieurs passages dans chaque sens peuvent être nécessaires à l'obtention des informations souhaitées. L'exploitant doit être associé à cette opération pour garantir la sécurité des personnes et apporter sa connaissance de l'ouvrage.

L'objectif principal est de cerner l'importance à donner à la visite de recensement proprement dite. L'attention des agents devra se concentrer sur les points suivants :

- détermination des tubes ;
- détermination du système de ventilation ;
- conditions de visite liées à l'exploitation (coupure ventilation, coupure circulation, etc.).

### **Point méthode**

Le système de ventilation transversal peut présenter une implication structurelle forte et son repérage préalable permettra d'estimer la durée et les moyens à mettre en œuvre pour la seconde visite. En effet, si des gaines de ventilation sont à parcourir, le temps nécessaire pour la visite de recensement peut être considérablement accru.

De même si des ouvrages annexes linéaires importants sont à prendre en compte, le relevé de leurs dimensions et leur découpage en tronçon seront aussi consommateur de temps de visite.



### 4.3.2 - Visite de recensement

#### En présence du dossier d'ouvrage

Si le dossier d'ouvrage a fourni toutes les informations nécessaires au découpage en tronçons et au repérage des ouvrages annexes, cette visite consiste à vérifier la concordance de ces informations avec celles relevées sur le terrain. Elle peut également être l'occasion de compléter la fiche de recensement si certaines informations sont manquantes au dossier d'ouvrage.

#### En l'absence du dossier d'ouvrage

Si le dossier d'ouvrage n'a pas été retrouvé, cette visite constitue le complément de la pré-visite décrite au paragraphe précédent (§ 4.3.1). La liste des informations à obtenir est établie de manière exhaustive d'après la visite préliminaire. Le remplissage de la fiche de recensement passe par le découpage de l'ouvrage défini au chapitre 4.2.

#### Organisation matérielle de la visite

Dans le cas d'un ouvrage en exploitation, et si des itinéraires de déviation existent, il est recommandé de procéder à la fermeture totale du tube quels que soient les compléments d'information recherchés. Les conditions d'intervention, en particulier en cas d'impossibilité de fermeture totale sont à définir précisément avec l'exploitant.

De manière générale, cette phase du recensement permettra la détermination :

- des caractéristiques dimensionnelles de l'ouvrage citées dans la fiche de recensement ;
- des ouvrages annexes (NB : afin de déterminer leur existence, leur localisation et leur nature en l'absence du dossier d'ouvrage, on procédera à l'ouverture de toutes les portes ou trappes rencontrées sur ou dans l'ouvrage) ;
- des caractéristiques structurelles des différents tronçons de l'ouvrage.

On se reportera à la notice explicative de l'utilisation de la fiche pour des précisions concernant la définition et l'exécution des différentes caractéristiques à relever.

#### Moyens en personnel et qualification requise

Les moyens en personnel sont à adapter en fonction de la quantité des travaux à réaliser.

Il est vivement conseillé que des agents d'exploitation connaissant l'ouvrage, participent à la visite. Un minimum de 2 personnes est à prévoir.

#### Moyens requis en matériel

La visite de recensement n'est pas une inspection détaillée. Néanmoins le matériel courant utilisé pour ce type de travail pourra se révéler nécessaire :

- lampes ;
- roulettes ou décamètre ;
- distance-mètre laser ;
- appareil photo ;
- outil de marquage (peinture, feutre, craie, etc.).

Il convient de veiller au respect de la réglementation et normes de sécurité concernant les protections individuelles et collectives.

### 4.3.3 - Exploitation des résultats

Les données recensées seront saisies dans la base de données à l'aide du module « Tunnels » de LAGORA.

### 4.3.4 - Mise à jour des données après travaux

Conformément au fascicule 40 de l'ITSEOA, tous les travaux de réparation et/ou de réhabilitation doivent faire l'objet d'une mise à jour des données de recensement.



### 4.3.5 - Consignes de sécurité (extraites de l'annexe 3 du guide du CETU)

Cet extrait est à adapter par l'utilisateur en fonction de l'évolution de la réglementation et de ses directives internes.

#### Préambule

Conformément au décret n°77-1321 du 29 novembre 1977, modifié par le décret n°92-158 du 20 février 1992, toutes entreprises ou administrations intervenant sur un chantier de visite de tranchées couvertes doivent respecter le Cahier des Clauses Administratives et Techniques sur la Prévention et la Sécurité (CCAT-PS). Ce cahier définit les mesures de sécurité que les salariés doivent scrupuleusement respecter à l'occasion de leur travail ou de leurs déplacements en vue d'éviter les risques d'accidents pouvant résulter de ces visites ou de ces travaux.

Le CCAT-PS a pour objet de définir les mesures essentielles que doit prendre le personnel pour assurer sa propre sécurité, ainsi que celle des usagers de la voie concernée et des personnes étrangères au chantier autorisées à y accéder. Le document concerne également les mesures de maintien en excellent état de marche et d'entretien du matériel, des véhicules, des installations, utilisés sur toute l'étendue du chantier.

#### Les risques d'accident de travail – la réglementation

Indépendamment de la bonne observation du code du travail et de celui de la sécurité sociale, les entreprises ou les administrations qui interviennent sur des chantiers en tunnel ou en tranchées couvertes, doivent respecter la réglementation afin de neutraliser au maximum les risques d'accidents.

Les dispositions à prévoir et les dispositions légales générales d'hygiène et de sécurité qui régissent cette réglementation sont répertoriées dans l'annexe 7 de l'instruction technique pour la surveillance et l'entretien des ouvrages d'art deuxième partie fascicule 2.

L'actualisation de cette réglementation est faite par le dictionnaire permanent sécurité et conditions de travail qui fait l'objet d'une remise à jour permanente.

Ces règles ne concernent que les interventions programmées, en relation avec la surveillance et l'entretien courant. Les situations d'urgence et les réparations sont régies par leur propre réglementation.

#### Les dispositions particulières – mesures de sécurité

Les interventions relèvent de la responsabilité du gestionnaire. Tout intervenant doit se conformer aux règles et consignes légales, réglementaires ou organisationnelles qui en découlent.

Les règles qui suivent seront à confronter avec les règles en vigueur au jour de l'intervention.

#### Les interventions en tranchée couverte

Les interventions en tranchée couverte comportent généralement des dangers plus importants que ceux des travaux à l'air libre, tant par leur nature, qu'en raison des niveaux réduits d'éclairage, de la présence de zones d'ombre diminuant la visibilité, de l'humidité réduisant les coefficients d'adhérence, du confinement latéral rendant les manœuvres plus délicates, de la pollution, etc.

Toutes les dispositions appropriées pour les éviter doivent être prises en temps utile. L'exploitant de la voie doit toujours examiner si la circulation peut être maintenue en toute sécurité, compte tenu de la nature des travaux et de leurs éventuelles répercussions sur le comportement des conducteurs.

Lors des visites de recensement, pour des raisons d'hygiène et de sécurité, il est très fortement recommandé que le tube inspecté soit totalement fermé à la circulation.

En dehors des prescriptions réglementaires concernant la signalisation temporaire nécessitée par les chantiers, les dispositions complémentaires suivantes sont à prendre :

- éclairage fixe de la tranchée couverte (quand il existe) : mise au régime maximal pendant toute la durée du chantier et sur toute la longueur de l'ouvrage, sauf si celui-ci fait plusieurs kilomètres ;
- chantier lui-même : éclairage général avec des moyens puissants pour attirer de loin l'attention des conducteurs ;
- signalisation de position et signalisation intercalaire : même dans les tranchées couvertes équipées d'un éclairage fixe, les signaux et panneaux réglementaires qui ne sont normalement que rétro-réfléchissants doivent en outre être éclairés.



À noter qu'en matière de balisage, il est interdit de débiter un balisage de neutralisation de voie (biseau) à l'intérieur de la tranchée. La pré-signalisation et le biseau de réduction de voie sont obligatoirement effectués avant l'entrée dans le tunnel.

L'exploitant de la voie doit examiner l'opportunité d'une limitation de la vitesse plus stricte qu'à l'air libre en fonction de la nature des travaux, des conditions d'éclairage et de balisage possibles dans la tranchée. Les panneaux de limitation de vitesse doivent être éclairés ou munis de feux à éclats synchronisés.

Les mesures à prendre contre la pollution produite par les différents engins de chantier, et prévues dans le plan de prévention et de sécurité, devraient en principe suffire pour que les usagers, qui ne séjournent qu'un temps relativement court, ne soient pas gênés, les concentrations maximales admissibles étant, dans ce cas, très supérieures à celles s'appliquant à une exposition de longue durée.

Toutefois en cas de circulation alternée, de ralentissement ou d'arrêt prolongé, l'exploitant veillera à ce que les usagers ne soient pas gênés tant par les dégagements de polluants propres au chantier que par ceux provenant des véhicules eux-mêmes.

Il est souhaitable que les engins d'intervention utilisés pour effectuer les travaux soient équipés d'un dispositif efficace d'épuration des gaz d'échappement (catalyse, barbotage).

### **Les interventions dans les gaines techniques ou de ventilation et dans les puits de ventilation**

Les interventions dans les gaines techniques et de ventilation ne peuvent s'effectuer qu'après un repérage complet des réseaux existants. Les intervenants doivent être équipés d'un détecteur de CO avec alarme sonore pour prévenir les risques d'asphyxie.

La visite de ces espaces confinés pouvant être très longue, elle ne devra se faire qu'en l'absence de circulation dans le tube et après une ventilation forcée de plusieurs minutes, destinée à renouveler l'atmosphère.

Les puits de ventilation sont visités par des cordistes habilités munis des Équipements de Protection Individuels (EPI) adaptés. Les interventions se font par binôme (un seul cordiste en inspection, l'autre à l'extérieur du puits), en liaison radio permanente. Les cordes font l'objet d'un examen détaillé avant intervention.

Le cordiste d'intervention est par ailleurs équipé d'un éclairage frontal et d'un masque de protection pour lutter contre des remontées intempestives de fumée. L'outillage électrique utilisé est de classe II avec protection 30 mA.

### **Application du décret n°92-158 du 20 février 1992**

Conformément au décret n°92-158 du 20 février 1992, de la circulaire d'application n°93-14 du 18 mars 1993 et de l'arrêté du 19 mars 1993, les prescriptions d'hygiène et de sécurité applicables aux interventions effectuées dans les tranchées couvertes par une entreprise extérieure doivent faire l'objet d'un plan de prévention notamment dans les cas suivants :

- durée du chantier supérieure à 400 heures ;
- travaux exposant à des risques de chute de hauteur de plus de trois mètres ;
- travaux en atmosphère confinée.

Dans les cas où le plan de prévention n'est pas obligatoire, il est recommandé à l'exploitant de la voirie d'établir une « Notice Particulière » comprenant au minimum :

- l'identification des risques (en particulier la configuration du tracé pour les problèmes de visibilité) ;
- les précautions à prendre pour gérer le gaz carbonique et les poussières ;
- les conditions d'éclairage ;
- la gestion des liaisons entre les intervenants et l'extérieur ;
- les consignes d'intervention.



# 5 Marquage d'une tranchée

## 5.1 - But du marquage

Lors du recensement, il est nécessaire de localiser les observations faites sur le terrain telles que les limites de tronçon, l'emplacement des ouvrages annexes, etc.

Pour situer rapidement et précisément ces éléments, un système de repérage est nécessaire. Ce système constitué de points de repérage ne devrait pas être trop espacé. Un espacement de marquage de l'ordre de 10 m est conseillé pour ces points, appelés PM ou «points métriques».

## 5.2 - Mode opératoire du marquage

### 5.2.1 - Principes

Lors du recensement, la limite des tronçons est repérée sur le terrain par un pré-marquage (Fig. 29). Ce pré-marquage sera ensuite pérennisé par des plaques de repérage.

Après le recensement et avant les visites d'évaluation, pour les ouvrages ne possédant pas de marquage existant, un marquage décimétrique est à réaliser conformément aux stipulations du fascicule 40 de l'ITSEOA.

Le marquage s'effectue de façon indépendante, tube par tube. Chaque tube aura son marquage propre (Fig. 29).

Le premier PM, le PM0, est défini par le premier profil en travers fermé (totalement ou partiellement) du tube (quelque soit le sens de circulation).



Figure 28 - Exemples de marquage



Dans un souci d'homogénéité avec l'itinéraire, le sens croissant des PM à retenir est celui des PR (ou PK) croissants.

Si un « PM 0 » et un sens des PM croissants existent, ils seront conservés.

Les principes préconisés pour un tube sont également applicables aux bretelles couvertes indépendantes.

En présence d'ouvrage en tête de la tranchée, les murs des trémies d'accès sont comptés en PM positif ou en PM négatif selon leur position par rapport au PM0 (schéma 7 : dans cet exemple, le mur en tête du tube 1 est en PM négatifs).

Les gaines de ventilation visitables doivent être marquées de la même façon que les tubes et en cohérence avec ceux-ci.

Dans le cas des bretelles couvertes indépendantes, suivant le sens des PR croissants, le PM0 peut être soit le premier profil en travers fermé soit la section de jonction avec le tube (schéma 7).

Dans le cas d'un cuvelage, le PM0 est positionné à l'endroit du soutènement ayant une hauteur vue égale à 0,00 m.

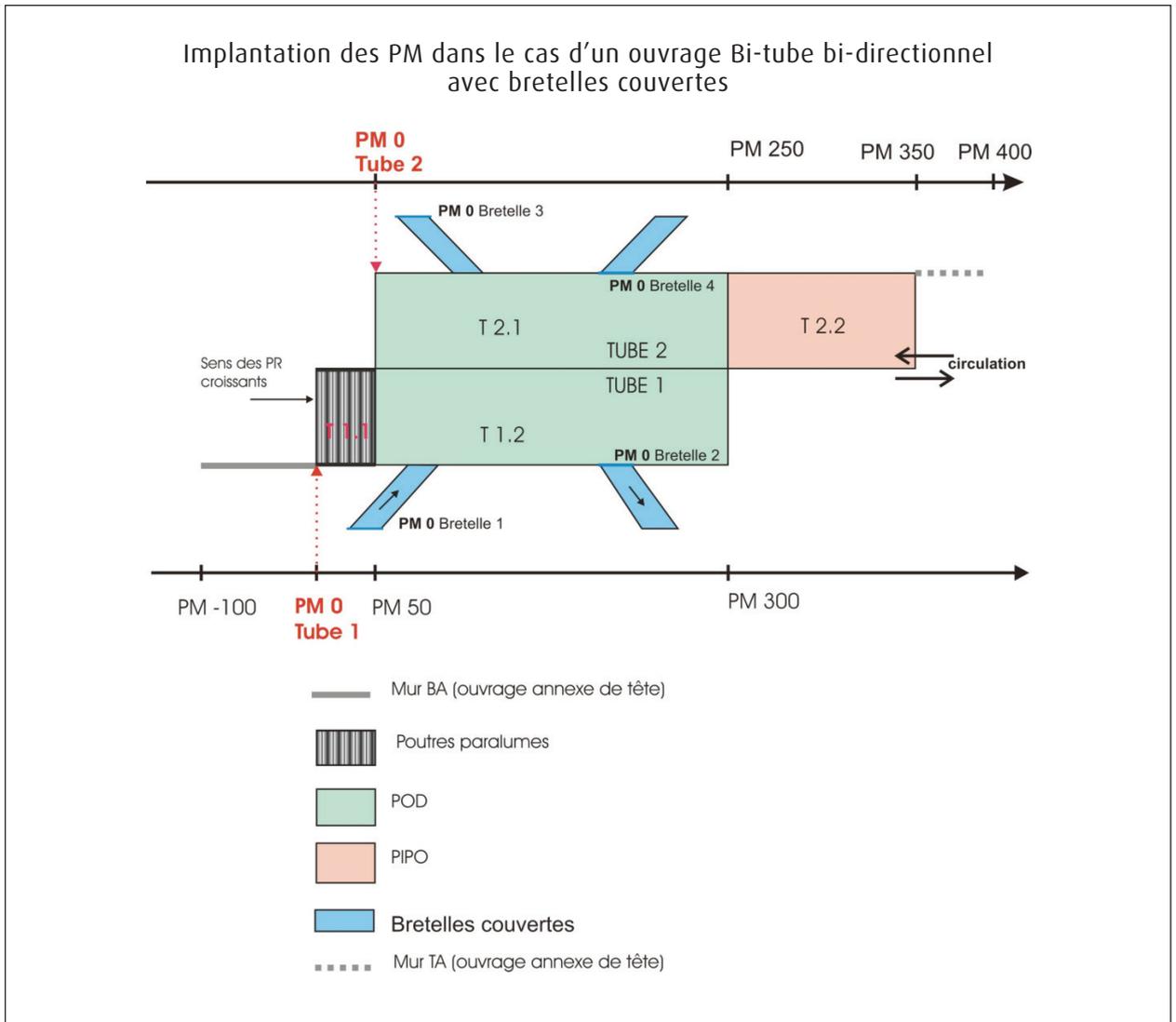
### 5.2.2 - Pérennité du marquage

Indispensable à la surveillance de l'ouvrage, le marquage doit être :

- conservé durant toute la vie de l'ouvrage : les inspections détaillées relèvent de très nombreuses indications s'appuyant sur le marquage existant. Dans le cas où le marquage existant ne serait pas homogène avec l'itinéraire, ou aurait une origine peu logique, on le conservera néanmoins dans le souci de pérennité du suivi. Il ne doit pas être modifié dans le temps, sauf si l'ouvrage a été profondément transformé ;
- précis : la méthode la plus sûre, nécessitant un géomètre, consiste à projeter les PM précis calculés sur l'axe du tube (et non du projet) sur l'un des parements. En l'absence de géomètre ou pour des tunnels anciens ou courts, un ruban (le plus long possible) sera déroulé à la base d'un piédroit, permettant de matérialiser l'emplacement des valeurs décamétriques. Cette méthode demande un soin maximum, car les erreurs de recalage du ruban peuvent rapidement se cumuler jusqu'à atteindre 2 à 3 % de la longueur totale. L'emploi des odomètres est déconseillé, leur usure entraînant de fortes erreurs cumulées. Il en est de même des topo fils ;
- fixé à l'abri des accrochages par les véhicules et du vandalisme, une hauteur minimale de 2 m est à prévoir ;
- lisible de loin (8 à 10 m de distance) aussi bien à pied qu'en voiture : les chiffres auront une hauteur de 8 à 10 cm ;
- régulièrement entretenu (remplacement des plaques) : un nettoyage périodique est nécessaire. Si les plaques doivent être fixées sur des éléments remplaçables (tôles parapluie, bardages...), on veillera à les récupérer pour leur repose précise.



Schéma 7



### 5.2.3 - Nature des plaques

Les plaques en aluminium embouti de type «minéralogique» sont adaptées aux supports irréguliers. Sensibles à la corrosion dans certaines tranchées, elles deviennent progressivement difficiles à lire.

Les plaques plastiques gravées ou sérigraphiées conviennent pour les parements lisses, tels que ceux de béton coffré. Fragiles aux chocs et supportant mal les déformations, elles ont l'avantage d'être inaltérables. Cependant, on évitera les plaques rétro-réfléchissantes incompatibles avec les méthodes de relevé en continu (scanner, etc.).

### 5.2.4 - Fixation des plaques

Les plaques peuvent être fixées à l'aide :

- des spits : suivant le support, la tenue est aléatoire et la durée de vie assez courte ;
- d'un trou à la perceuse et cheville + vis mécanique : meilleur système qui s'adapte à tous les supports. Sur des tôles, on utilisera des vis parker. L'emploi d'acier inoxydable est impératif ;
- d'un scellement au ciment prompt : à éviter (décollements rapides) ;
- d'un collage à la résine (ou colles spéciales) : valable uniquement sur un support de béton neuf et régulier.



© 2014 - Cerema

Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement, créé au 1<sup>er</sup> janvier 2014 par la fusion des 8 CETE, du Certu, du Cetmef et du Sétra.

Le Cerema est un établissement public à caractère administratif (EPA), sous la tutelle conjointe du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie et du ministère de l'Égalité des territoires et du Logement. Il a pour mission d'apporter un appui scientifique et technique renforcé, pour élaborer, mettre en œuvre et évaluer les politiques publiques de l'aménagement et du développement durables, auprès de tous les acteurs impliqués (État, collectivités territoriales, acteurs économiques ou associatifs, partenaires scientifiques).

Toute reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement du Cerema est illicite (loi du 11 mars 1957). Cette reproduction par quelque procédé que se soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

Coordination et suivi d'édition › Cerema, Direction technique infrastructures de transport et matériaux, Département de la valorisation technique, Pôle édition multimédia : **Karine Massouf**

Mise en page › **Domigraphic** - 17 avenue Aristide Briand - 91550 Paray-Vieille-Poste

Illustrations › © **MEDDE/DRIEA/Dirif** - Cerema

ISBN : 978-2-37180-019-9

ISSN : en cours

Pour toute correspondance › Cerema - DTecITM - Bureau de vente - BP 214 - 77487 Provins Cedex  
ou par mail › [bventes.DTecitm@cerema.fr](mailto:bventes.DTecitm@cerema.fr)

**[www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)** › Rubrique Ressources documentaires

Page laissée blanche intentionnellement

## La collection « Les outils » du Cerema

Cette collection regroupe l'ensemble des documents de référence portant sur l'état de l'art dans les domaines d'expertise du Cerema (recommandations méthodologiques, règles techniques, savoirs-faire...), dans une version stabilisée et validée. Destinée à un public de généralistes et de spécialistes, sa rédaction pédagogique et concrète facilite l'appropriation et l'application des recommandations par le professionnel en situation opérationnelle.

### IQOA - Tranchées et couvertures

#### Guide du recensement

L'application de la méthode IQOA aux tranchées couvertes et aux couvertures hors sol fait l'objet de trois guides méthodologiques.

Le présent guide de recensement, décrit les familles de structures et la méthode préconisée pour identifier les ouvrages du patrimoine et les recenser.

Le gestionnaire y trouvera aussi des recommandations pour l'organisation du recensement. Quant au principe de marquage proposé pour les tranchées, il est inspiré des pratiques utilisées pour les tunnels creusés.

Le guide du gestionnaire est le document de référence de la méthodologie pour l'évaluation de l'état des tranchées et des couvertures hors sol. Il s'adresse à tous les personnes concernées par la surveillance de ce patrimoine et, en particulier, à ses maîtres d'ouvrage gestionnaires.

Le guide de l'inspecteur, complète le guide du gestionnaire en exposant les modalités d'organisation et de mise en oeuvre des inspections détaillées de ces ouvrages.

### Sur le même thème

- IQOA - Tranchées et couvertures - Guide du gestionnaire. Cerema/DTecITM, 2014.
- IQOA - Tranchées et couvertures - Guide de l'inspecteur. Cerema/DTecITM, 2014.

Connaissance et prévention des risques - Développement des infrastructures - Énergie et climat - Gestion du patrimoine d'infrastructures  
Impacts sur la santé - Mobilité et transports - Territoires durables et ressources naturelles - Ville et bâtiments durables

ISSN : en cours  
ISBN : 978-2-37180-019-9

