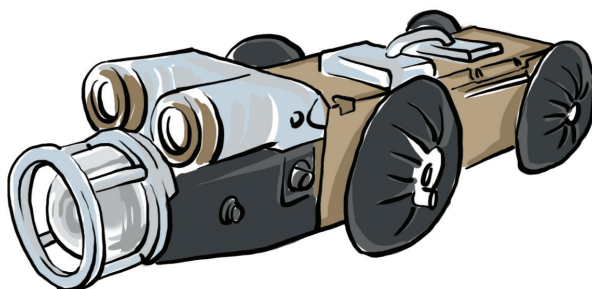
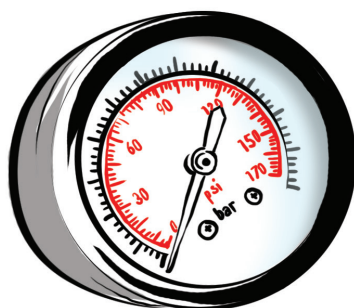


CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DE POSE



INTRODUCTION

Depuis la création de notre syndicat en 1989, la politique des *Canalisateurs* repose sur la recherche d'une valorisation des «mieux disant», plutôt que des «moins disant».

Nous avons conduit de nombreuses actions pour le développement de la qualité de nos réalisations, la première étant l'engagement de tous nos membres à respecter les règles de l'art de la profession, affecter du personnel qualifié à l'exécution des travaux, et assurer le contrôle de nos ouvrages par des tests adaptés.

Cette recherche de qualité est encore démontrée par l'existence des «Labels» *Canalisateurs*. Délivrés par une commission paritaire, ces labels attestent depuis maintenant plus de 20 ans de la compétence et du professionnalisme des entreprises labellisées pour la pose ou réhabilitation de canalisations.

Pour l'amélioration constante de nos réseaux, *Les Canalisateurs* œuvrent en collaboration avec tous les partenaires à l'acte de construction (collectivités, maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, agences de l'eau...). Ensemble nous développons les chartes de Qualité des réseaux, qui permettent à chacun de s'engager non seulement à assurer la qualité de ses propres tâches mais aussi à faciliter la qualité du travail de ses partenaires et du travail commun.

L'ensemble de ces actions nécessite des engagements constants. Dans cette ligne, pour soutenir cette recherche d'excellence et rester en phase avec les évolutions techniques et réglementaires, *Les Canalisateurs* éditent de nombreux ouvrages, comme ces nouveaux «Guide des techniques de pose», et «Guide de contrôle de la qualité de pose».

Ce guide prend en compte la réforme anti-ndommagement DT-DICT, et la refonte des fascicules 70 et 71 du CCTG. Il suit en particulier la nouvelle logique des fascicules, qui a abandonné la distinction eau/assainissement au profit d'une organisation en «réseau à écoulement à surface libre», et «réseaux sous pression».

Il s'inscrit, dans la démarche qualité car il est à la fois:

- Un rappel des règles applicables en matière de réseaux à écoulement à surface libre
- Un guide pour la rédaction des Instructions de Mise en Œuvre et de Contrôle
- Un support pédagogique pour la formation interne du personnel affecté aux chantiers de canalisations.

Il sera, nous l'espérons, un moyen de dialogue et de compréhension entre les Maîtres d'ouvrage, les Maîtres d'œuvre, les organismes de contrôle, les fournisseurs et l'entreprise.

Je tiens à remercier la commission technique des *Canalisateurs*, qui a conduit cette refonte qui démontre notre dynamisme, et capacité à promouvoir la qualité de nos travaux.

Alain GRIZAUD
Président des *Canalisateurs*

PRÉAMBULE

Les contrôles de la qualité de pose des réseaux ont pour objectif de permettre aux professionnels de la pose de canalisations de vérifier la conformité de leurs prestations aux exigences spécifiées (CCTP, Chantier effectué sous charte Qualité (ASTEÉ), etc.) ou implicites (Normes, règles de l'art, etc.).

Ces contrôles ont un grand intérêt :

- pour l'entreprise qui grâce au contrôle intérieur pourra fiabiliser ses chantiers, éviter des surcoûts de remise en conformité importants, et vérifier et faire valoir sa compétence dans des cas très variés,
- pour le Maître d'ouvrage qui pourra s'assurer de la pérennité du réseau et de l'efficacité de l'investissement,
- pour le Maître d'œuvre qui est garant de la bonne exécution des travaux,
- pour l'Agence de l'Eau qui incite à la réalisation de réseaux de qualité, afin de concilier une utilisation rationnelle des ressources en eau, la lutte contre la pollution et la protection des milieux aquatiques.

Ce guide s'adresse aux professionnels de la pose de canalisations et notamment aux conducteurs de travaux et aux chefs de chantiers.

Il pourra servir de base aux sessions de formation du personnel et il sera d'une aide précieuse pour ceux qui sont chargés de rédiger des Instructions de Mise en Œuvre et de Contrôle (IMOC).

Nous souhaitons également qu'il soit pris en compte par tous les autres acteurs de la réalisation d'un chantier de construction d'un réseau : maître d'ouvrage, maître d'œuvre, organisme de contrôle, fournisseurs...

Ce guide vient en complément du guide des techniques de pose des réseaux édités par *Les Canalisateurs*. Il ne se substitue pas au CCTP dont les exigences et les prescriptions restent applicables en premier, dans l'ordre de priorité des documents du marché.

Il se veut un outil pratique et concret au service de l'entrepreneur pour le plus grand bénéfice du maître d'ouvrage et bien sûr "in fine" de l'Environnement.

SOMMAIRE

I.	INTRODUCTION	8			
I A.	DOMAINE D'APPLICATION	8			
I B.	RAPPEL DES OBLIGATIONS	8			
I C.	OBJECTIFS DES CONTRÔLES	9			
II.	TEST DE DÉTECTION DES INVERSIONS DE BRANCHEMENT	10			
II A.	TEST À LA FUMÉE	10			
II.B	TEST AU COLORANT	11			
II.C	TEST SONORE	11			
III.	CONTRÔLES DE COMPACTAGE	12			
III A.	LES OBJECTIFS DE DENSIFICATION	13			
III.A.1	Zone d'enrobage	14			
III.A.2	Zone de remblai	15			
III.A.3	Couche de chaussée	15			
III B.	MÉTHODE DE CONTRÔLE DU COMPACTAGE AU MOYEN D'UN PÉNÉTROMÈTRE DYNAMIQUE	15			
III.B.1	Matériels de contrôle de compactage	16			
III.B.2	Contrôle du compactage des tranchées	16			
III.B.3	Fréquence des contrôles au pénétromètre	20			
III.B.4	Interprétation des pénétrogrammes	22			
III.B.5	Avantages et conditions d'utilisation du pénétromètre dynamique	24			
III C.	MÉTHODE DE CONTRÔLE DU COMPACTAGE	26			
III C.	AVEC UN GAMMADENSIMÈTRE À POINTE	26			
IV.	INSPECTION VISUELLE OU TÉLÉVISUELLE	27			
V.	ÉPREUVES D'ÉTANCHÉITÉ	29			
V A.	DÉTERMINATION DU TYPE D'ÉPREUVE ADAPTÉ	29			
V.A.1	Détermination du type d'épreuve adapté	29			
			V.A.2	Test d'infiltration	31
			V.A.3	Épreuve à l'air	32
			V.A.4	Épreuve à l'eau	39
			V B.	ÉPREUVES D'UNE CANALISATION SOUS PRESSION	46
			V.B.1	Mise en eau	46
			V.B.2	Pression d'épreuve de conduite en place	47
			V.B.3	Modalités des essais : méthodes préconisées	48
			V C.	ÉPREUVE D'UNE INSTALLATION SOUS VIDE	49
			V.C.1	Contrôle de la centrale de mise en dépression	49
			V.C.2	Epreuve d'étanchéité du réseau	49
			V.C.3	Contrôle des regards équipés (suivant les recommandations du constructeur)	50
			V.C.4	Contrôle général de l'installation	50
			V.C.5	Identification et remise des ouvrages	50
			VI.	GÉORÉFÉRENCEMENT	51
			VI A.	CLASSES DE PRÉCISION	51
			VI.B.1	Planimétrie	52
			VI.B.2	Altimétrie	52
			VI C.	LES PLANS GÉORÉFÉRENCÉS (PLANS DE RÉCOLEMENT)	53
			VI D.	LES TECHNIQUES ET OUTILS DE RELEVÉ	54
			LEXIQUE		55
			1	LE CONTRÔLE	55
			2	QUALITÉ	55
			3	LA GÉOTECHNIQUE	56
			RÉFÉRENCES DOCUMENTAIRES - BIBLIOGRAPHIE		57
			ANNEXE : Caractérisation des défauts de canalisations et leurs abréviations		59

INTRODUCTION

I.A. DOMAINE D'APPLICATION

Ce guide traite des contrôles à effectuer pour la construction de réseaux fonctionnant par écoulement à surface libre (réseau gravitaire d'assainissement ou d'eaux destinée à la consommation humaine type aqueducs), ainsi que des réseaux fonctionnant par écoulement sous pression (réseau d'eau potable, conduite de refoulement ou réseau sous vide). Une description plus détaillée de ces réseaux est consultable dans le guide de pose des réseaux édité par *Les Canalisateurs*.

Ce guide présente les contrôles suivants :

- Les tests de détection des inversions de branchements (assainissement),
- Les contrôles de la compacité des remblais,
- Les inspections visuelles ou télévisuelles,
- Les épreuves d'étanchéité.

Ces trois derniers contrôles doivent être réalisés dans l'ordre mentionné ci-dessus afin de s'assurer que l'épreuve de compactage n'ait pas endommagé le réseau, et de visualiser préalablement à l'essai d'étanchéité tout défaut qui le rendrait négatif.

Ce guide présente également les prestations de géo-référencement des ouvrages à réaliser pour permettre la localisation précise des réseaux.

I.B. RAPPEL DES OBLIGATIONS

Les opérations préalables à la réception des ouvrages sont définies dans les fascicules 70-1 et 71, chapitre 7, Conditions de réception.

Pour l'assainissement, les contrôles (notamment de compactage, visuel ou télévisuel, et d'étanchéité) sont effectués par un organisme de contrôle indépendant (extérieur à l'entreprise) et accrédité COFRAC, choisi par le maître d'ouvrage.

Pour l'eau potable, les contrôles (notamment de compactage et d'étanchéité) sont effectués par un organisme de contrôle indépendant (extérieur à l'entreprise) et accrédité COFRAC, choisi par le maître d'ouvrage. Le maître d'ouvrage peut toutefois déroger à l'obligation du contrôle d'étanchéité par un organisme indépendant. Dans ce cas, la mise en œuvre des essais est à la charge de l'entrepreneur et seul le contrôle de l'épreuve sous pression est obligatoire par un organisme extérieur. Le contrôle visuel est obligatoire uniquement pour les tubages et chemises sous réserve de faisabilité technique.

Les obligations de géo-référencement des ouvrages réalisés sont définies par la réglementation en vigueur, le Guide d'application de la réglementation anti-endommagement (fascicules 1, 2 et 3) ainsi que la norme NF S70-003-3 relative au géoréférencement des ouvrages.

I.C. OBJECTIFS DES CONTRÔLES

L'entrepreneur peut réaliser ses auto-contrôles et contrôles intérieurs avant les opérations préalables à la réception dans les mêmes conditions d'épreuves.

Les contrôles à effectuer doivent permettre de vérifier l'absence de défauts de construction des ouvrages (réseaux, branchements, regards, etc.), et d'identifier les éventuelles rectifications ou réparations à effectuer pour la mise en conformité avant livraison des ouvrages.

La combinaison des différentes techniques de contrôles permet de détecter l'ensemble des anomalies (identifiées notamment dans le guide de pose édité par *Les Canalisateurs* et dans le guide ASTEE de contrôle des réseaux d'assainissement).

Contrôles	Défauts détectables
Test de détection des défauts de branchement	<ul style="list-style-type: none"> - Inversion de réseau - Défauts de raccordements - Malfaçons
Contrôle de compactage	<ul style="list-style-type: none"> - Non-conformité par rapport au cahier des charges, aux épaisseurs de couches - Risque de déstabilisation du lit de pose - Risque de déformations de la canalisation - Risque de descellement de tampon, mauvais réglage de tampon - Tassement différentiel, risque de défaut de revêtement de surface
Contrôle visuel ou télévisuel	<ul style="list-style-type: none"> - Casse, épaufrure, fissure, effondrement, écrasement, perforation, éclatement, poinçonnement, armatures visibles, revêtement défectueux, déformation, ovalisation, dégradations de surface - Défaut de cunette ou de banquette, défaut de dispositif de descente en regard, joint visible, infiltration, défaut d'écoulement, bague de butée mal placée, tuyau ou raccord déboîté, raccord tuyau/regard défectueux - Flache, contre-pente, corps étranger dans les tuyaux ou regards, dépôt de matières - Réparations ou réhabilitations défectueuses
Contrôle d'étanchéité	<ul style="list-style-type: none"> - Fuite, exfiltration, infiltration - Défaut de pression du réseau, défaut de serrage de joint ou de raccord, joint défectueux ou mal positionné - Porosité des tuyaux ou regards, fissures, perforations - Réparations ou réhabilitations défectueuses

II TEST DE DÉTECTION DES INVERSIONS DE BRANCHEMENT

II.A. TEST À LA FUMÉE

Ce test est utilisé pour détecter la continuité du réseau. Il permet de repérer les branchements pluviaux sur le collecteur d'eaux usées d'un système séparatif, et inversement les branchements des eaux usées sur les eaux pluviales.

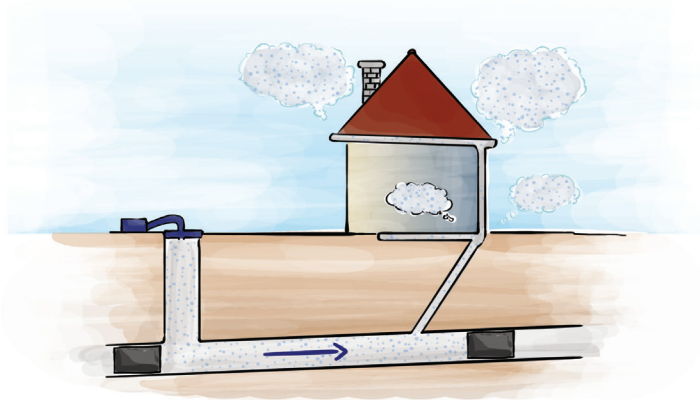
De la fumée (inoffensive, produite par un générateur) est envoyée dans un tronçon de collecteur isolé du reste du réseau par des obturateurs. Si des erreurs de branchements existent, il se produit des fumerolles au niveau des gouttières, des avaloirs, des boîtes de branchement, et éventuellement des événements (EU).

Avantages

- Localisation des mauvais branchements.
- Mise en œuvre simple, rapide et économique.
- Adapté aux grands diamètres.

Inconvénients

- Nécessité d'avertir les pompiers et les habitants de la rue.
- Risque de ne pas détecter un mauvais branchement (EP) s'il comporte un siphon.
- Risque d'introduction de fumée dans les habitations en cas de siphon (EU) vide ou inexistant



II.B. TEST AU COLORANT

Ce test est utilisé pour détecter les branchements d'eaux usées sur le collecteur d'eaux pluviales d'un réseau séparatif (ou inversement des branchements EP sur EU). Il est nécessaire de pénétrer dans les habitations après autorisation des propriétaires. De l'eau colorée, avec de la fluorescéine par exemple, est versée dans l'exutoire EU à vérifier.

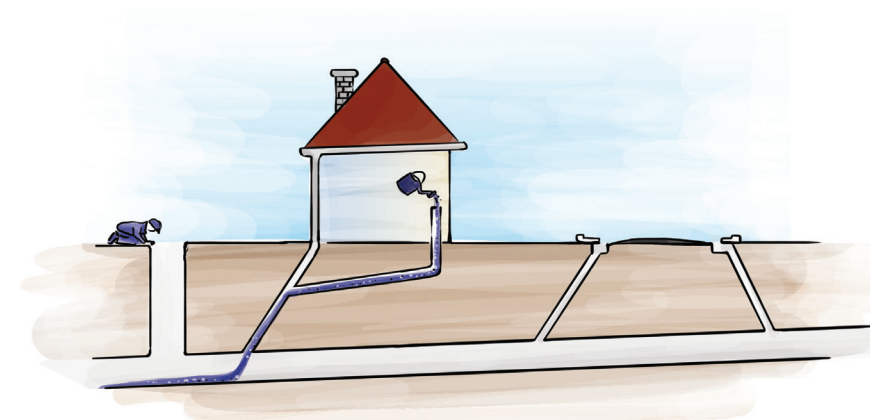
Si le branchement EU est incorrect, la personne chargée de surveiller les écoulements dans le regard aval EP le plus proche de l'habitation en question observera le passage de l'eau colorée après quelques instants.

Avantages

- Localisation des branchements incorrects
- Mise en œuvre simple, économique.

Inconvénients

- Nécessité d'avertir les habitants de la rue.
- Autorisation avant d'entrer dans les habitations.
- Temps d'écoulement parfois long.
- Quantité de colorant difficile à doser



II.C. TEST SONORE

Dans certaines configurations (absence de siphons, ..) un test sonore permet de contrôler la continuité d'un réseau gravitaire.

Le test consiste à frapper le tampon d'un regard pendant qu'un autre opérateur s'assure au point de contrôle (regard ouvert) de la parfaite réception du bruit émis.

III CONTRÔLES DE COMPACTAGE

Compacter un sol, c'est réduire les volumes des interstices ("les vides") pour limiter les tassements ultérieurs. La compacité de la zone d'enrobage conditionne la tenue dans le temps de la canalisation, celle de la zone supérieure de remblai, la stabilité de la chaussée.

Pourquoi est-il nécessaire de compacter ?

- Pour obtenir dans un temps très court, un équilibre proche de l'équilibre naturel du terrain qui est atteint après de longues années,
- pour éviter les tassements ultérieurs, car l'extraction d'un sol provoque un décompactage ou une décompression correspondant à une augmentation de volume, ou «foisonnement», de 20 à 30 % en moyenne. C'est l'opération inverse qu'il faudra réaliser par compactage,
- pour limiter des différences de perméabilité qui favorisent les cheminements préférentiels de l'eau.

Les contrôles de compactage ont pour objectif de vérifier la qualité des remblayages des tranchées et de signaler toute insuffisance de compactage dans la zone d'enrobage et de remblais proprement dit.

Comment mesurer la compacité ?

Le niveau de qualité du compactage se traduit par un objectif de densification. Elle se mesure, en général, par la plus ou moins grande difficulté à enfoncer une pointe dans le remblai et est régie par les normes NF P 94.063 et NF P 94.105 (pénétrromètres).

Les épreuves de compactage portent sur la zone de remblai proprement dit ainsi que sur la zone d'enrobage jusqu'au niveau inférieur du lit de pose ou de la substitution éventuelle. Il ne comprend pas les couches de chaussée, (le revêtement et l'assise).

Recommandation des Canalisateurs (cf Note N° 117 du SETRA) :

Les matériaux de type gravette utilisables en zone d'enrobage uniquement sont mis en place, par exemple par un serrage mécanique à l'aide de 2 passes de plaque vibrante légère. Ces matériaux étant difficilement compactables, le contrôle de compactage de cette zone d'enrobage n'a pas lieu, de ce fait, d'être réalisé.

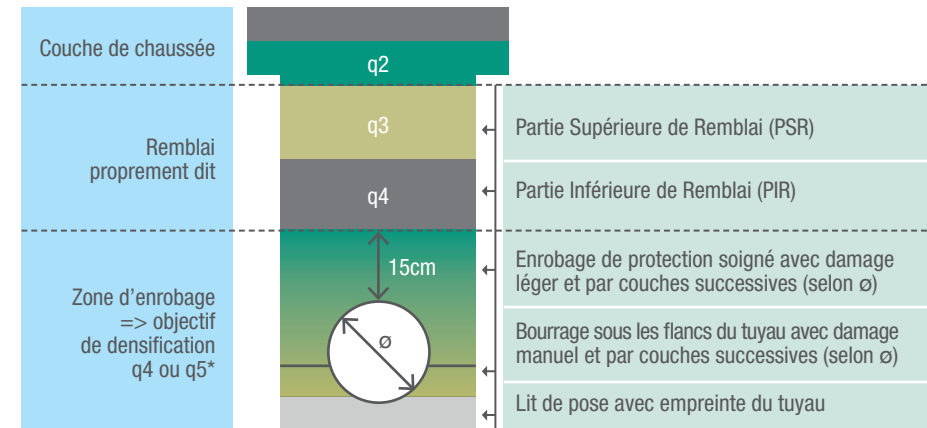
Les Canalisateurs préconisent :

- De vérifier sur un tronçon (planche d'essai) le mode opératoire théorique du compactage défini à l'aide du guide technique, du SETRA, GTR¹ (type de matériel, épaisseur des couches, nombres de passes...) compte tenu du matériau de remblai.
- De contrôler à 15cm des flancs de la canalisation la compacité:
 1. de la zone d'enrobage
 2. de la zone de remblai proprement dit.

Pour la fréquence des contrôles, se référer au paragraphe III.B.3 (Fréquence des contrôles au pénétromètre).

Les objectifs de densification du remblai sont fixés pour chaque zone de la tranchée.

Coupe type sous chaussée



*Le domaine d'emploi de l'objectif q5 est limité aux zones d'enrobage des tranchées dont la hauteur de recouvrement est supérieure ou égale à 1,30 m, ou en cas d'encombrement des réseaux ou de difficultés d'exécution particulières et ce, lorsque l'objectif q4 n'est pas demandé.

III.A. LES OBJECTIFS DE DENSIFICATION

Tableau 7 «Extrait de la norme 98-331 »: objectif de densification – Définition

Objectif de densification	Exigences	Utilisation en tranchées
q1 ¹	$\rho_{dm} \geq 100\% \rho_{dOPM}$ $\rho_{dfc} \geq 98\% \rho_{dOPM}$	Couche de roulement Non accessible au petit matériel de compactage
q2 ¹	$\rho_{dm} \geq 97\% \rho_{dOPM}$ $\rho_{dfc} \geq 95\% \rho_{dOPM}$	Couche de base de chaussée Chaussée
q3	$\rho_{dm} \geq 98,5\% \rho_{dOPN}$ $\rho_{dfc} \geq 96\% \rho_{dOPN}$	Partie Supérieure de Remblai
q4	$\rho_{dm} \geq 95\% \rho_{dOPN}$ $\rho_{dfc} \geq 92\% \rho_{dOPN}$	Partie Inférieure de Remblai Zone d'enrobage des tranchées de hauteur de recouvrement < 1,30 m et certaines tranchées de hauteur de recouvrement ² $\geq 1,30$ m
q5	$\rho_{dm} \geq 90\% \rho_{dOPN}$ $\rho_{dfc} \geq 87\% \rho_{dOPN}$	Zone d'enrobage (uniquement pour les tranchées dont la hauteur de recouvrement $\geq 1,30$ m lorsque q4 n'est pas exigé ³)

ρ_{dm} Masse volumique moyenne de la couche
 ρ_{dfc} Masse volumique en fond de couche
 ρ_{dOPN} Masse volumique sèche à l'OPN
 ρ_{dOPM} Masse volumique sèche à l'OPM

¹ q1 et q2 sont définis dans la norme NF P 98-115.

² Le choix q4 ou q5 pour l'enrobage dans le cas des tranchées profondes est à fixer en fonction des conditions rencontrées : encombrement des réseaux, difficultés d'exécution particulières.

³ Il peut s'avérer que l'objectif de densification q5 ne puisse être atteint : cette contrainte pouvant ou non avoir été démontrée dès les études préalables ou, si l'étude géotechnique ne l'a pas détectée, constatée à l'ouverture de la tranchée (par exemple un encombrement important de la tranchée, un fond de fouille en zone compressible, etc.). Dans ce cas, une étude spécifique sera exigée afin de définir les moyens pour garantir la bonne tenue de la tranchée et du réseau dans le temps. (Prise en compte dans le modèle de calcul, utilisation de matériaux adaptés, etc.).

III.A.1 ZONE D'ENROBAGE

Les fascicules 70-1 et 71 retiennent 3 objectifs de densification «Compacté Contrôlé et Validé» (contrôle des moyens de compactage et validation de l'objectif) pour la zone d'enrobage et la partie inférieure de remblai:

objectif	densité mesurée sur la hauteur de la couche supérieure ou égale à	densité mesurée en fond de couche supérieure ou égale à	Anomalies acceptées*
q4-t1	95% OPN	92% OPN	Type 1
q5-t1	90% OPN	87% OPN	Type 1
q5-t2	90% OPN	87% OPN	Type 1 et 2

* Fascicules 70-1 et 71, ch. Conditions de réception.

Le calcul de la résistance mécanique du tuyau a pris pour hypothèse l'un de ces trois niveaux.

Les trois niveaux prévoient une vérification de la compacité obtenue. Dans le cas de tranchées étroites et profondes, encombrées où ces niveaux sont difficiles à obtenir l'utilisation des matériaux autocompactants est à envisager. Les risques de casse du tuyau au cours du contrôle après remblayage incitent à réaliser ce contrôle dès la fin de l'opération d'enrobage (gamma densimètre ou pénétromètre).

Les gravettes (gravier roulés ou de forme quasi-sphérique à plage de granulométrie réduite dont le Dmax est de 25 mm) ne sont pas des matériaux totalement autocompactants ou autoplaçants. Ils nécessitent une vibration (même légère, par exemple par aiguille vibrante) pour leurs conférer les qualités requises par les hypothèses retenues pour le dimensionnement des canalisations. Cette vibration réduit le risque d'altération des propriétés mécaniques des ouvrages et le tassement ultérieur des matériaux remblayés, il a été constaté que le tassement ultérieur est réduit de moitié (type gravillon roulé 6/10).

III.A.2 ZONE DE REMBLAI

Le fascicule 70-1 impose des niveaux de compactage. Il prévoit que ceux-ci seront fixés dans le CCTP. Il est d'usage dans cette zone d'utiliser deux niveaux de qualité de compactage :

objectif	densité mesurée sur la hauteur de la couche supérieure ou égale à	densité mesurée en fond de couche supérieure ou égale à
q3	98% OPN	96% OPN
q4	95% OPN	92% OPN

III.A.3 COUCHE DE CHAUSSÉE

Seul le niveau de qualité de compactage q2 est retenu pour cette couche dite aussi couche de base (95 % de l'OPN en fond de couche et 97 % de l'OPN en moyenne). Dans cette zone destinée à supporter les couches de roulement, il peut être demandé un essai à la plaque :

Il mesure un module (=Pression/Déformation) de déformabilité de surface de tranchée sur une épaisseur égale à 1,5 fois le Ø de la plaque.

À titre d'information les valeurs à obtenir sont (PF= Plateforme) :

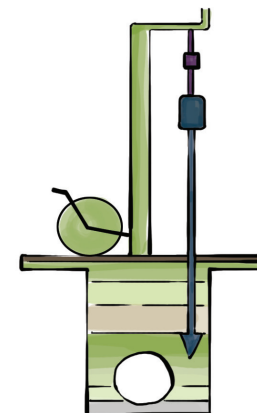
PF1 = 50 Mpa

PF2 = 50 à 120 Mpa

PF3 ≥ 120 Mpa

Le référentiel de cet essai est décrit dans la Norme NF P 94-117.

III B. MÉTHODE DE CONTRÔLE DU COMPACTAGE AU MOYEN D'UN PÉNÉTROMÈTRE DYNAMIQUE



Le principe consiste à mesurer l'enfoncement d'un train de tiges terminé par une pointe conique dans le sol en fonction de l'énergie de battage déployée.

La qualité du compactage est vérifiée en fin de remblayage au moyen d'un pénétromètre dynamique léger ou d'un pénétrodensitographe.

Les contrôles sont effectués au fur et à mesure de l'avancement du chantier et les résultats interprétés au regard des courbes de référence (droite de référence et droite de limite).

Pour établir celles-ci, il est indispensable de connaître pour chaque couche :

- Son épaisseur et l'objectif de compacité,
- La classification GTR des matériaux utilisés et leur état hydrique.

La régularité de la mise en œuvre des remblais et leur compacité sont vérifiés. Il est procédé aux essais lorsque la totalité ou une partie seulement du linéaire des tranchées est complètement remblayée, et avant la réfection provisoire des chaussées, trottoirs et accotements.

III.B.1 MATÉRIELS DE CONTRÔLE DE COMPACTAGE

Il y a 2 grandes familles de pénétromètres dynamiques pour les remblais en tranchées :

- Pénétromètre à énergie constante suivant norme NF P 94-063 (exemples PDG 1000, ou LRS).
- Pénétromètre à énergie variable suivant norme NF P 94-105 (exemple PANDA).

Les portances des couches de base et couche de roulement peuvent être mesurées par des essais à la plaque suivant la norme NF P 94-117

III.B.2 CONTRÔLE DU COMPACTAGE DES TRANCHÉES

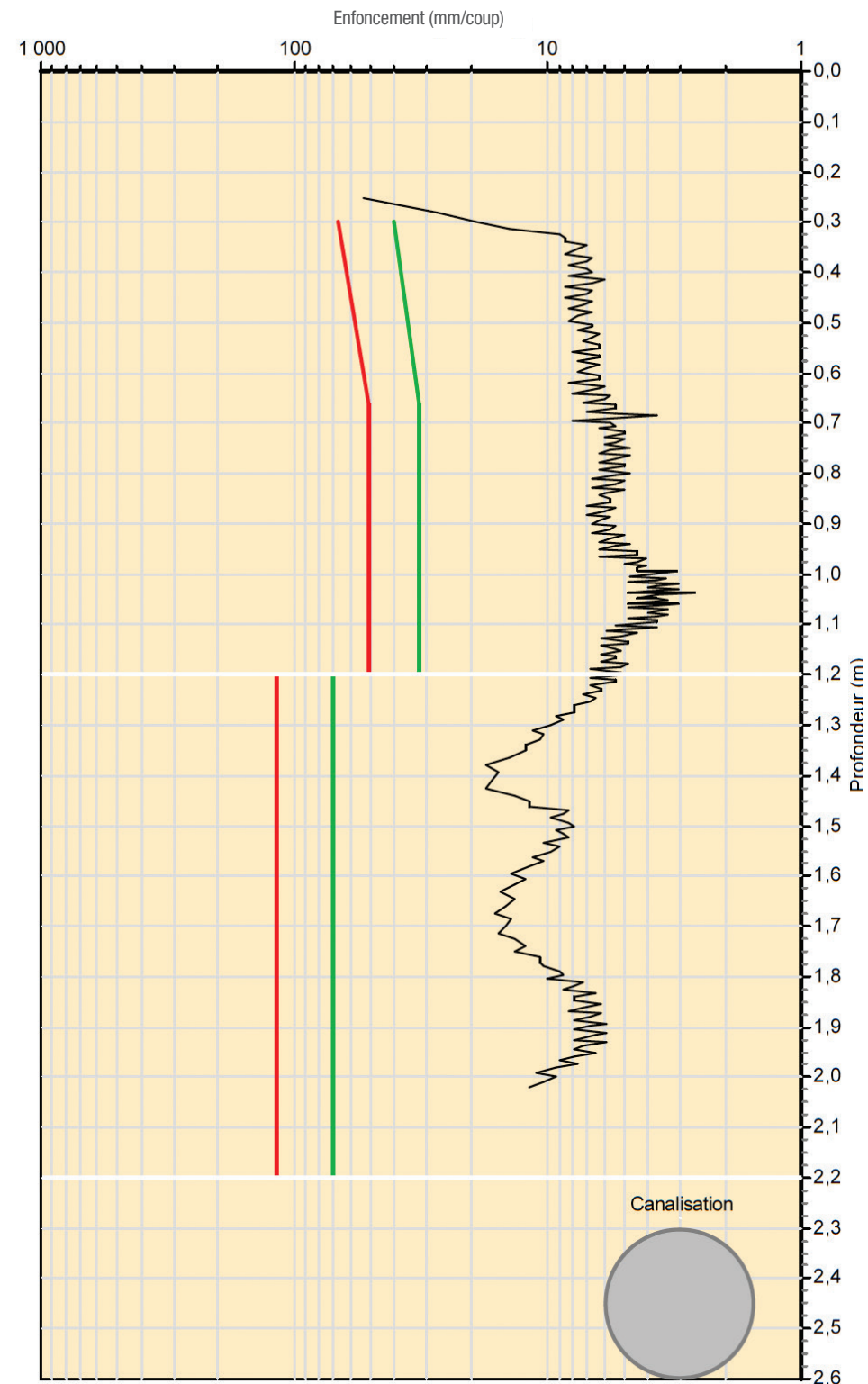
Le contrôle du compactage est une opération complexe et l'interprétation des résultats obtenus nécessite une formation adaptée.

III.B.2.1 PÉNÉTRMÈTRE À ÉNERGIE CONSTANTE : NORME NF P 94.063

A) Pénétromètre PDG 1000 ou similaire

C'est le pénétromètre dynamique le plus ancien et l'un des plus perfectionnés actuellement utilisé en France. Il s'agit d'un matériel lourd monté sur une remorque routière de 650 kg avec un poids de mouton de 36 kg tombant de 75 cm.

Les pénétrogrammes sont enregistrés automatiquement coup par coup et donnés en temps réel par le PDG 1000 ou similaire. Les droites de référence et de limite peuvent être tracées automatiquement avant les essais de battage. Il est doté d'un logiciel permettant de tracer en temps réel la variation de densité en fonction de la profondeur, coup par coup. Le pénétromètre PDG 1000 est reconnu comme un moyen officiel de contrôle de la compacité. Il est recommandé de ne pas utiliser ce matériel dans le cas de remblais avec des matériaux de Ø max > 100 mm.



Exemple : pénétrogramme établi par un pénétromètre SEDIDRILL

Les résultats d'un test de compacité sont liés à la présentation d'un « pénétrogramme ».

Pour interpréter celui-ci, on le superpose aux deux courbes déterminées en général à l'aide d'un logiciel :

- Une « droite de référence » (DR) qui correspond à ce que l'on devrait obtenir en moyenne compte tenu de l'objectif de compacité, du type de sol et du degré d'humidité,
- Une « droite de limite » (DL) qui correspond à des tolérances limites sur le taux de compactage à ne pas dépasser, quelles que soient les incertitudes sur le taux d'humidité, l'homogénéité des matériaux...

Le pénétrogramme réel reproduit les variations de résistance à l'enfoncement suivant les différentes couches. On peut ainsi observer le nombre de couches successivement compactées ainsi que leur épaisseur.

B) Pénétrömètre LRS ou similaire

Le contrôle de compacité peut utilement être réalisé à l'aide d'un outil peu coûteux, pratique et très rapide à mettre en œuvre. Cet appareil (LRS ou similaire) est utilisé depuis plusieurs années et permet :

- une approche relativement fiable de la densité du sol,
- une mise en évidence rapide des défauts de compactage d'une tranchée.

Ce pénétromètre léger est monté sur une petite remorque. Il est de mise en œuvre facile même en terrain difficile. Cette sonde est constituée d'une pointe d'un diamètre de 36 mm qui est enfoncée dans le remblai à l'aide d'un mouton de 30 kg tombant d'une hauteur de 50 cm. Le pénétrogramme n'est pas donné en temps réel, mais il faut le reconstituer après les essais. On enregistre le nombre de coup nécessaire pour enfoncer la pointe de 10 cm. Cette valeur sera comparée à la valeur minimale acceptable pour la densité des différents sols utilisés (tirée d'une base de données expérimentale). Le pénétromètre LRS est reconnu comme un moyen officiel de contrôle de la compacité.

Se référer aux fournisseurs pour connaître le Ø max du matériau au-delà duquel ce matériel est inapproprié.

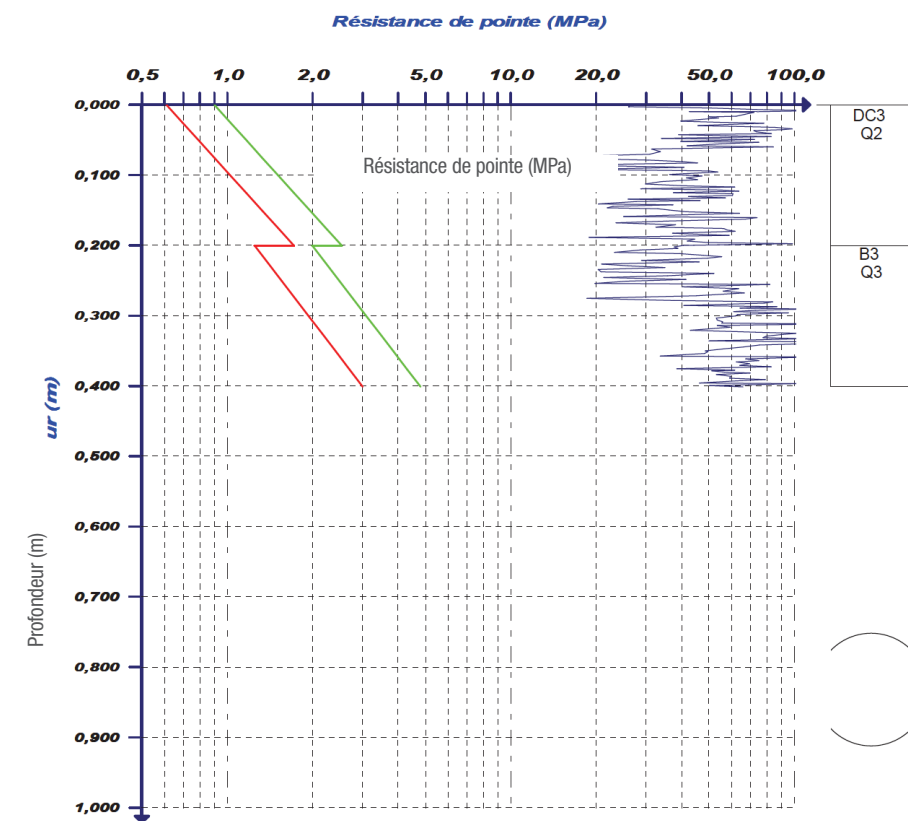
III.B.2.2 PÉNÉTRÔMÈTRE À ÉNERGIE VARIABLE PANDA OU SIMILAIRE : NORME NF P 94-105

Il s'agit d'un petit pénétromètre portable utilisable partout même en mauvais terrain par une seule personne. On frappe à l'aide d'un marteau (de 1 à 25Kg, usuellement 2kg pour le Panda) sur la tête du train de tiges. L'énergie est variable et doit être mesurée à chaque coup par un accéléromètre. Un guide posé à la surface du sol et dans lequel coulisse le train de tiges permet de mesurer l'enfoncement à chaque coup de marteau. Cet appareil permet le tracé du pénétrogramme en temps réel (lecture directe sur écran, ou via un pc et une imprimante).

Le pénétrogramme a pour abscisse la résistance de pointe en MPa et pour ordonnée orientée vers le bas la profondeur en mètres.

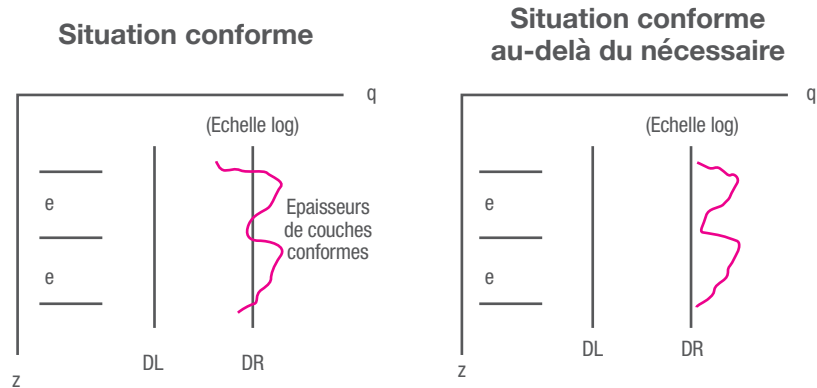
Le PANDA est reconnu comme un moyen officiel de contrôle de la compacité. Il est très adapté au contrôle intérieur à condition d'y affecter un personnel formé et spécialisé. Il ne doit pas être utilisé pour des matériaux de Ø ≥ 31,5mm, toutefois la norme NF P 94.105 indique son utilisation pour des Ø max de 50 à 80mm.

Exemple : pénétrogramme établi par un pénétromètre Panda



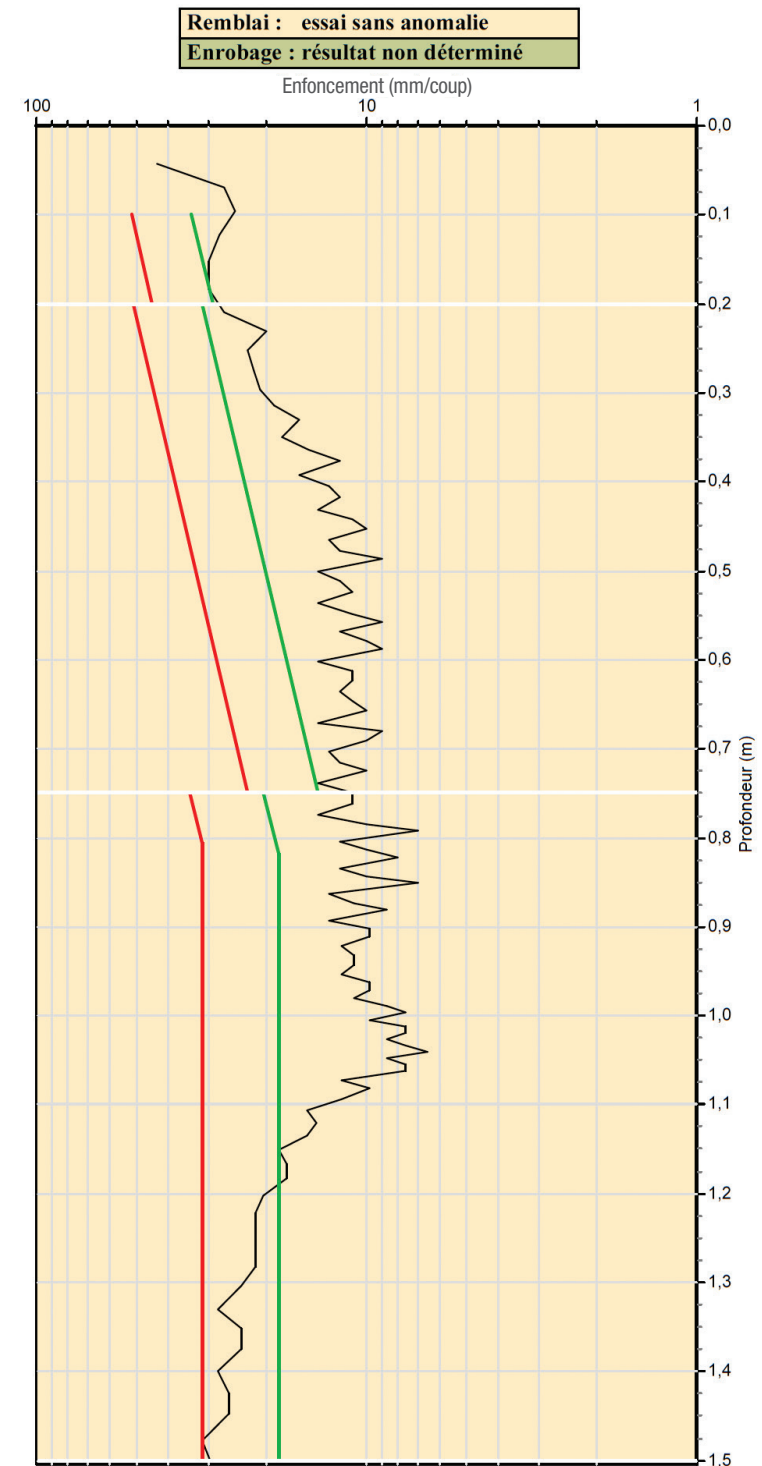
III.B.3 FRÉQUENCE DES CONTRÔLES AU PÉNÉTROMÈTRE

L'entreprise détermine dans son PAQ la fréquence des contrôles qu'elle compte réaliser. Sauf indication contraire du marché, les fréquences sont de 1 point par tronçon < 50 m, 1 point tous les 3 regards, 1 point tous les 5 branchements.



Rappel: Le contrôle incluant la zone d'enrobage se fait à 15 cm des plans verticaux tangents à la canalisation, à plus de 0,50 mètre de tout obstacle (par exemple parois des regards de visite). En cas de contrôle dans l'axe de la tranchée, on s'arrêtera à plus de 20 cm de la génératrice supérieure de la canalisation.

Essai sans anomalie



Exemple réel (pénétromètre Sedidrill à énergie constante)

III.B.4 INTERPRÉTATION DES PÉNÉTROGRAMMES

III.B.4.1 PÉNÉTROGRAMME SANS ANOMALIE

- Le pénétrogramme ne se trouve jamais en dépassement de DL.
- Les épaisseurs de couche sont conformes aux prescriptions.

III.B.4.2 INTERPRÉTATION DES ANOMALIES

Pour l'interprétation des anomalies, la hauteur à prendre en compte correspond à :

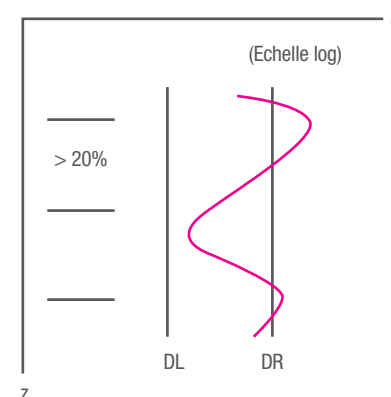
- La hauteur totale de remblai (hors enrobage) pour la zone de remblai proprement dit
- Uniquement la hauteur de l'enrobage (hors remblai) pour la zone d'enrobage

Anomalie		Zone de remblai proprement dit	Zone d'enrobage
Type 1	Le pénétrogramme ne se trouve jamais en dépassement de DL. Les épaisseurs de couche sont systématiquement supérieures de plus de 20 % aux valeurs prescrites.	Essai acceptable	Essai acceptable
Type 2	Le pénétrogramme dépasse DL d'un écart « a » inférieur à la distance « b » entre DL et DR et au total sur une hauteur de moins de 30 % de la profondeur contrôlée « h ».	Essai acceptable	Essai non acceptable*
Type 3	Le pénétrogramme dépasse DL d'un écart « a » supérieur à la distance « b » entre DL et DR, ou au total sur une hauteur de plus de 30 % à 50 % de la profondeur contrôlée « h », quelle que soit l'importance du dépassement.	Essai non acceptable	Essai non acceptable
Type 4	Le pénétrogramme dépasse DL sur plus de 50 % de la profondeur contrôlée « h ».	Essai non acceptable	Essai non acceptable

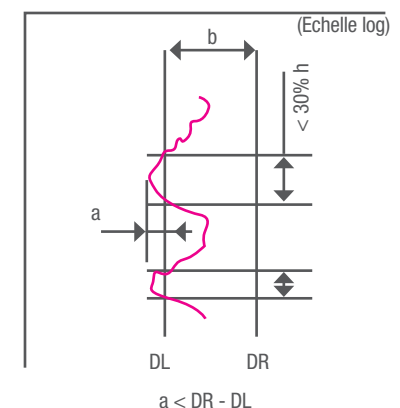
(cf Fascicule 70-1, Fascicule 71, Norme NF P 94-105, et Guide technique de réception de travaux ASTEE).

* En zone d'enrobage, si la justification de la tenue mécanique des canalisations se base sur un niveau de mise en œuvre « Compacté, contrôlé et validé q5-t2 » (Voir III.A.1), les anomalies de type 2 peuvent être considérées comme acceptables.

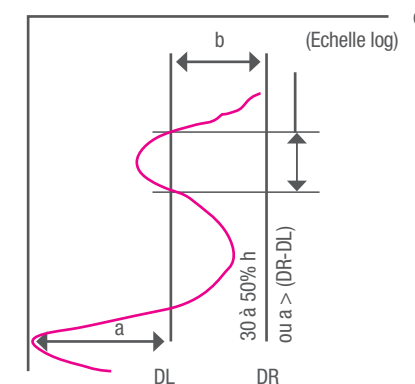
Anomalie de type 1



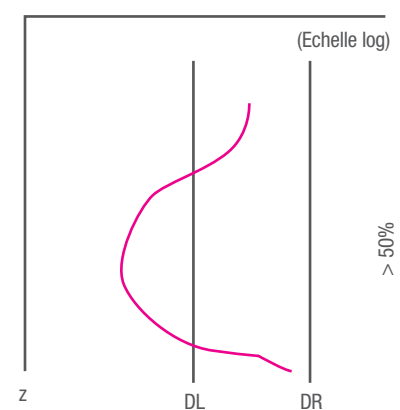
Anomalie de Type 2



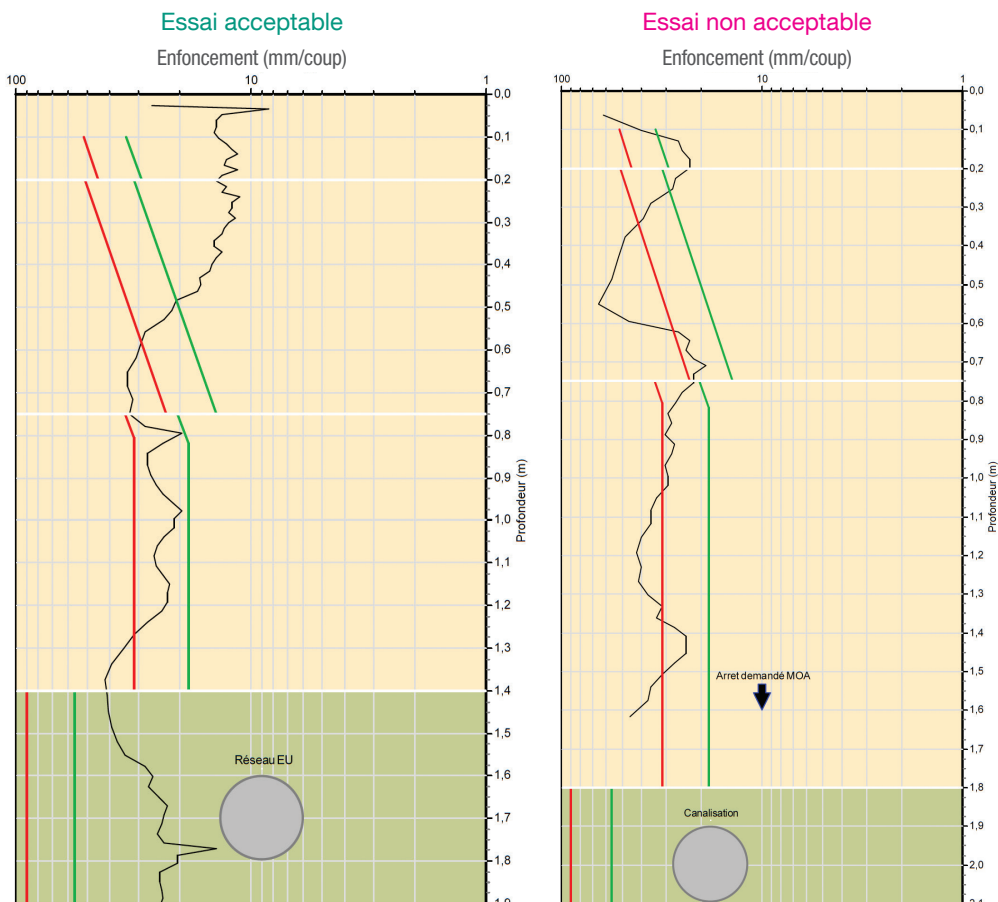
Anomalie de type 3



Anomalie de Type 4



Exemples réels (pénétrömètre Sedidril à énergie constante)



Le tableau ci-dessous, extrait de l'ouvrage « Contrôle de compactage en réception des réseaux d'Assainissement, fiabilité des essais au pénétromètre dynamique » (Étude sur l'eau n°91, édité en décembre 2004 par le ministère de l'Écologie et du Développement Durable), nous indique les caractéristiques des différents pénétromètres dynamiques.

Pénétrömètres	PDG 1000	Sédidrill	LRS A 30	PANDA
Hauteur de chute	75 cm	75 cm	50 cm	Non constante
Masse du marteau	36 kg	64 kg	30 kg	2 kg
Énergie unitaire de pointe	10 J/cm ²	23,5 J/cm ²	14,7 J/cm ²	Variable
Masse morte battue (Longueur d'une tige)	23 kg + 4 kg/ tige (1 m)	14 kg + 6 kg/ tige (1 m)	20 kg + 2,90 kg/tige (1 m)	2 kg + 0,6 kg/ tige (0,5 m)
Cadence de frappe	30 cp/min (conseillée)	Variable 10 à 35 cp/min	Variable 15 à 30 cp/min	Variable Conseillée 30 cp/min
Diamètre de la pointe	45 mm (perdue ou fixe)	50,5 mm (perdue ou fixe)	36 mm (perdue ou fixe)	16 mm
Section de la pointe	16 cm ²	20 cm ²	10 cm ²	2 cm ²
Diamètre des tiges	40 mm	32 mm	22 mm	14 mm

III.B.5 AVANTAGES ET CONDITIONS D'UTILISATION DU PÉNÉTRÖMÈTRE DYNAMIQUE

Avantages

- Contrôle possible en une seule opération sur toute la hauteur du remblai.
- Fiabilité des essais.

Conditions d'utilisation

- L'implantation des points d'essais est primordiale (à la charge de l'entreprise dans le cadre du contrôle intérieur)
- Choix du Pénétrömètre adapté au diamètre des plus gros éléments.
- Nécessité de l'intervention d'une personne formée et spécialisée.
- Risque d'endommager la canalisation.

III C. MÉTHODE DE CONTRÔLE DU COMPACTAGE AVEC UN GAMMADENSIMÈTRE À POINTE

Référentiel : Norme NF P 94.061.1

Très peu utilisé dans le domaine des canalisations, ce test de compactage doit être pratiqué couche par couche.

Il faut préalablement forer un trou dans le matériau à tester (diamètre 2 cm, profondeur 30 cm) avec une pige et un marteau.

Une source radioactive placée à l'extrémité d'une tige est introduite dans le trou. Le flux de rayons gamma émis est mesuré à la surface par un détecteur. Ce flux est fonction de la masse volumique du sol (densité humide du sol), et une mesure de la teneur en eau permet de définir la masse volumique déshydratée (densité sèche) qui sera comparée à celle obtenue à l'Optimum Proctor, pour préciser le taux de compactage.

Avantages

- Mise en œuvre rapide.
- Possibilité de mesurer la compacité du fond de fouille, de la zone d'enrobage et des différentes couches de remblai ; toutefois il faut bien se souvenir que la mesure ne porte que sur 30 cm.

Inconvénients

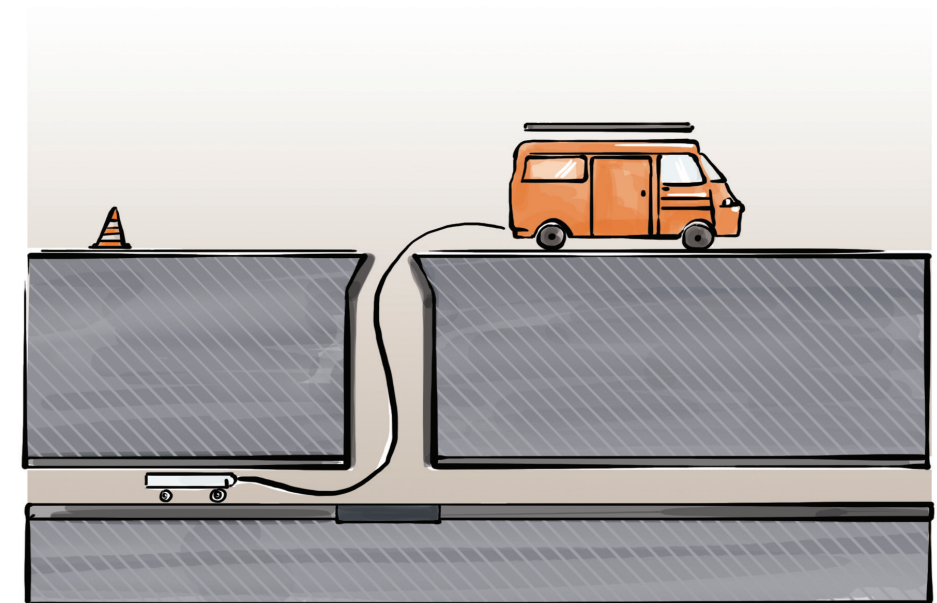
- Profondeur maximum testée environ 30 cm.
- Nécessité d'une autorisation spéciale et de précautions particulières (sécurité des personnes) du fait de la source radioactive.
- Coût élevé.

IV INSPECTION VISUELLE OU TÉLÉVISUELLE

Ce test consiste à examiner le réseau par l'intérieur. Dans les canalisations visitables, cet examen est réalisé visuellement. Dans le cas contraire, tout ou partie de ce contrôle est réalisé à l'aide d'une caméra. L'opération consiste à déplacer dans la canalisation, une caméra vidéo dont les images sont retransmises sur un écran placé dans un véhicule en surface. La caméra peut être tractée sur un traîneau à partir du regard amont ou placée sur un chariot motorisé.

Pour les réseaux d'assainissement, la Norme NF EN 13508-2+A1 définit le système de codage pour la description de l'état interne des réseaux, des regards de visite et des boîtes d'inspection (cf Annexe 1)

Le fascicule 70-1, impose l'inspection vidéo sur 100 % du réseau après hydrocurage obligatoire.



Les inspections visuelles ou télévisuelles ont pour objectifs de détecter :

Pour les canalisations et les branchements :

- Les anomalies d'assemblage (déboîtement, déviation angulaire, épaufrure, joint visible, bague de butée mal placée) ;
- Les anomalies de géométrie (changement de section, de pente, d'orientation, contre-pente, coude) ;

- Les anomalies d'étanchéité visibles (infiltration, exfiltration) ;
- Les anomalies structurelles (fissure, déformation, effondrement, écrasement, affaissement de voûte, éclatement, ovalisation, perforation, poinçonnement) ;
- Les obstructions et obstacles (dépôt, élément extérieur, masque et pénétration de branchement) ;
- Les défauts (défaut d'aspect, armature visible, détérioration des revêtements) ;
- Les raccords de branchements (en précisant leurs positions, types et défauts, branchement pénétrant) ;

Pour les regards de visite, de contrôle et boîtes de branchement (assainissement) :

- Les anomalies du tampon (voilé, descellé) ;
- Les anomalies liées au dispositif de descente ;
- Les anomalies du dispositif de réduction et de la cheminée (assemblage et fissure) ;
- Les anomalies de liaisons canalisation/regard ;
- Les anomalies de la cunette et des banquettes.

Dans le cas d'une inspection par caméra, un enregistrement vidéo accompagné d'un rapport explicitant l'ensemble des anomalies trouvées est adressé au Maître d'œuvre, puis au Maître d'ouvrage (l'annexe 1 détaille les termes devant être utilisés).

Le contrôle d'écoulement et l'observation de la régularité de la pente se font visuellement ou télé-visuellement sur l'ensemble du réseau après injection d'une quantité d'eau limitée.

Les contre-pentes sont aisément détectables, si l'on a pris soin d'envoyer de l'eau dans le réseau.

Avantages

- Localisation des défauts visibles, des contre-pentes, des ovalisations...
- Enregistrement sur support vidéo.
- Mise en œuvre rapide.

Inconvénients

- N'est pas un test d'étanchéité sauf dans le cas d'un réseau sous nappe.
- Nécessite du personnel ayant reçu une formation adaptée.
- Difficultés d'accès aux points singuliers.
- Investissement important.

V ÉPREUVES D'ÉTANCHÉITÉ

Pour les réseaux d'assainissement, l'arrêté du 21 juillet 2015 exige un contrôle afin d'éviter les fuites d'eaux usées qui polluent les nappes d'eau souterraines utilisées pour la production d'eau potable et les entrées d'eaux parasites dans la canalisation qui perturbent le fonctionnement des stations d'épuration. La norme NF EN 1610 et le fascicule 70-1 définissent les conditions de contrôle pour la construction ou le renouvellement de ces réseaux.

Pour l'eau potable, la loi Grenelle II impose d'établir des plans d'action en cas de rendement de réseau de distribution d'eau potable inférieur au seuil fixé par décret. Le fascicule 71 définit les conditions de contrôle pour la construction ou le renouvellement de ces réseaux.

V. A. ÉPREUVE D'ÉTANCHÉITÉ D'UN RÉSEAU FONCTIONNANT PAR ÉCOULEMENT À SURFACE LIBRE (GRAVITAIRE)

Les épreuves de ces réseaux ont pour objectif de vérifier l'absence de fuites dans le système de collecte à savoir l'ensemble tuyaux – regards – branchements.

La norme NF EN 1610 définit la méthode à utiliser (figure 6 de la norme). L'essai à l'air est la méthode la plus courante (facilité de mise en œuvre, coût inférieur). Dans le cas d'une épreuve à l'air négative, une épreuve à l'eau est réalisée et seul le résultat de l'épreuve à l'eau est décisif.

Le fascicule 70-1 établi sur la base de la norme européenne NF EN 1610 indique les conditions des essais à l'air et des essais à l'eau.

Les épreuves d'étanchéité sont toujours exécutées après remblai total des fouilles, et sauf exception après l'exécution des branchements.

Elles sont réalisées par tronçon, sur la totalité du réseau. Chaque tronçon est obturé à ses extrémités aval et amont.

Par tronçon, on entend (fascicule 70-1) :

- La conduite comprise entre deux regards et les branchements qui s'y raccordent hors boîtes de branchement,
- Un regard seul hors branchements qui s'y écoulent,
- Un branchement arrivant dans un regard hors boîte de branchement,
- une boîte de branchement.

En présence d'une nappe phréatique et suivant son niveau, l'épreuve à l'eau peut être la seule méthode applicable (cf. V.A.1).

V.A.1 DÉTERMINATION DU TYPE D'ÉPREUVE ADAPTE

En fonction du type d'ouvrage testé et de sa position par rapport à la nappe, nous disposons actuellement de trois types d'épreuve d'étanchéité :

- Test d'infiltration si la nappe est au-dessus de la génératrice supérieure du tuyau,
- Épreuve à l'air suivant le fascicule 70-1 (méthode L de la norme Européenne NF EN 1610)
- Épreuve à l'eau suivant le fascicule 70-1 (méthode W de la norme Européenne NF EN 1610).

Le tableau suivant indique (■) les types d'épreuve adaptés aux situations de l'ouvrage choisi par rapport à la nappe phréatique :

Situation du tuyau par rapport à la nappe phréatique		Type d'épreuve					Test d'infiltration par la nappe
		Type d'ouvrage	Épreuve suivant fascicule 70-1				
			À l'air			À l'eau	
			50 mb	100 mb	200 mb		
Le tuyau n'est pas dans la nappe	La nappe est au-dessous de la génératrice inférieure du collecteur	C		■ ou ■	■		
		C+B		■ ou ■	■		
		R	■			■	
Le tuyau est dans la nappe	Génératrice supérieure à moins de 2 m sous la nappe	C			■** ou ■	■	
		C+B			■** ou ■	■	
		R				■	
	Test d'infiltration par la nappe	C				■*	■
		C+B				■*	■
		R				■*	■

C : collecteur – B : branchement – R : regard.

* Uniquement test d'infiltration si la génératrice inférieure est à plus de 4 m dans la nappe.

** Pour DN > 1000, l'essai est effectué joint par joint.

V.A.2 TEST D'INFILTRATION

V.A.2.1 GÉNÉRALITÉS

Celui-ci consiste à mesurer les écoulements d'eau en provenance de la nappe sur un tronçon isolé par des obturateurs du reste du réseau. Le test d'infiltration est prévu dans la norme EN NF 1610, et doit être accompagné d'une prescription spécifique (le fascicule 70-1 ne définit pas ce test).

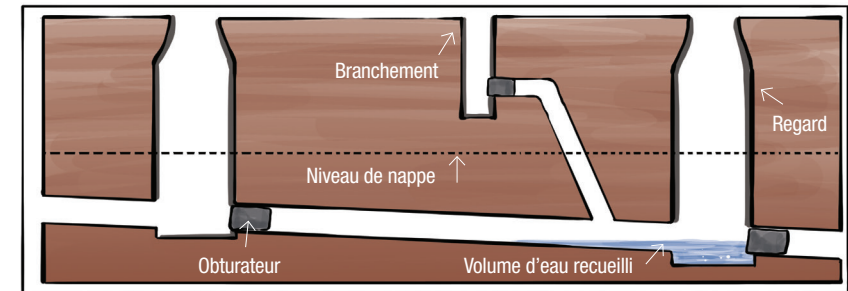
S'il existe une fuite sur le réseau, de l'eau va s'accumuler à l'aval, au cours du test. Au terme de celui-ci, on mesure la quantité d'eau infiltrée. Si celle-ci ne dépasse pas la quantité maximale tolérée, le test est déclaré positif. Cette quantité d'eau se calcule de la même manière que le volume d'appoint acceptable pour une épreuve à l'eau (cf.V.A.4.5).

Les *Canalisateurs* rappellent que :

- Le test à l'air est sans valeur dans le cas d'un réseau posé dans une nappe phréatique située à plus de 2 m au-dessus de la génératrice inférieure du collecteur.
- Le test à l'eau reste possible si la pression du test est supérieure à la contre-pression de la nappe, la limite de pression du test étant fixée à 500 mb (5 m de colonne d'eau)

V.A.2.2 MÉTHODOLOGIE DU TEST D'INFILTRATION

Schéma de principe



Méthodologie

L'imprégnation n'est pas utile dans ce test.

- Le tronçon, le regard ou la boîte de branchement sont correctement isolés
- La durée de l'épreuve est de 30 minutes.
- À la fin de cette période, on mesure à l'aval du tronçon, le volume d'eau recueilli.
- Le volume recueilli (éventuellement à l'aide d'une éponge), doit pour que le test soit positif, être inférieur à une valeur de tolérance exprimée en litres généralement proportionnelle à la surface mouillée (cf. calcul des quantités d'eau d'appoint V.A.4.5).

N.B.: Dans le cas où le tronçon testé comporte des branchements ou des regards dont une partie se trouve hors nappe, le test d'infiltration n'est pas suffisant. Il importe de réaliser en complément une épreuve à l'air.

V.A.3 ÉPREUVE À L'AIR

V.A.3.1 GÉNÉRALITÉS

La norme européenne NF EN 1610 prévoit uniquement des essais à l'air avec 4 valeurs nominales: 10, 50, 100 et 200 mbar. Le fascicule 70-1 ne reconnaît en France que 3 essais avec les valeurs de 50, 100 et 200 mbar. Le tableau ci-après extrait de la NF EN 1610, donne les chutes de pression et les temps d'essai pour les DN courants < 1000.

L'épreuve à l'air consiste à remplir d'air un tronçon, isolé par des obturateurs du reste du réseau. Le tronçon est porté à la pression définie, puis la perte de pression en un temps donné est mesurée.

A la fin de l'épreuve, la perte de pression relevée doit être inférieure à une valeur limite admissible (dans le cas d'un faible dépassement, on doit réaliser une épreuve à l'eau dont le résultat prévaudra).

Pression d'essai, chute de pression et temps d'essai pour les essais à l'air (extrait NF EN 1610)

	Condi- tions d'essai	P0 mbar	Δp ¹ mbar	Temps d'essai ² (mn)						
				DN 100	DN 200	DN 300	DN 400	DN 600	DN 800	DN 1000
tuyau béton non mouillé	LB	50	10	4	4	4	6	8	11	14
	LC	100	15	3	3	3	4	6	8	10
	LD	200	15	1,5	1,5	1,5	2	3	4	5
	Kp ³			0,058	0,058	0,053	0,04	0,027	0,02	0,016
tuyau béton mouillé et tous les autres maté- riaux	LB	50	10	4	4	6	7	11	15	19
	LC	100	15	3	3	4	5	8	11	14
	LD	200	15	1,5	1,5	2	2,5	4	5	7
	Kp ³			0,058	0,058	0,04	0,03	0,02	0,015	0,012

1/ Pression au-dessus de la pression atmosphérique

2/ $t = \frac{1}{Kp} \ln \left(\frac{P0}{P0-\Delta P} \right)$ où t est le temps d'essai en minute, arrondi à la demi-minute la plus proche lorsque $t \leq 5$ min, à la minute la plus proche lorsque $t > 5$ min.

3/ Kp est le coefficient de fuite pour tous matériaux. Pour les tuyaux

- en béton non mouillés, $Kp = \frac{16}{DN}$ avec un maximum de 0,058.

- en béton mouillés et tous les autres matériaux, $DN Kp = \frac{12}{DN}$ avec un maximum de 0,058.

Pour les tuyaux non circulaires, les diamètres nominaux de substitution doivent être calculés.

V.A.3.2 SÉCURITÉ

Les épreuves à l'air nécessitent des mesures de sécurité spécifiques. Les risques sont ceux liés à la mise en œuvre d'obturateurs sous pression, et à la pression que l'air comprimé va exercer tant sur les obturateurs que sur les tronçons à éprouver.

- Surpression occasionnant des ruptures, projections, coups de fouet.
- Ejection d'obturateurs insuffisamment stabilisés, avant, pendant et après l'essai.
- Soulèvement de tampons, etc.

Pour les DN > 1000, il est recommandé d'effectuer les tests joint par joint, notamment en raison des efforts sur les obturateurs.

Tous ces risques doivent être pris en compte dans l'évaluation des risques de l'entreprise et doivent figurer dans le document unique.

V.A.3.3 MÉTHODE D'ÉPREUVE PRÉCONISÉE PAR LES CANALISATEURS

Les canalisations, les regards et les boîtes doivent être testés séparément.

Les *Canalisateurs* préconisent :

- Pour les épreuves de canalisations (hors nappe), un test à 100 mbar pour des raisons de sécurité, de simplicité et d'économie
- Pour les épreuves de canalisations (sous nappe <2m) le test est porté à 200 mbar.
- Pour les épreuves sur les regards et boîtes de branchement : un test à 50 mbar.

La méthode de test de regards et boîtes, indépendamment de la canalisation permet de faciliter la localisation des fuites éventuelles (cf fascicule 70-1).

Précautions préalables :

Avant de s'engager dans ce test, il est indispensable de vérifier l'absence de venues d'eaux parasites et la hauteur de la nappe (par ex : dans un puits voisin ou à un piézomètre mis en place lors du remblayage).

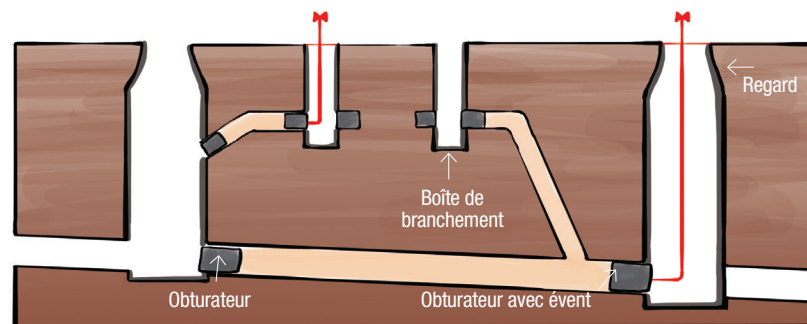
Toutes les mesures nécessaires doivent être prises pour assurer la sécurité des personnes pendant l'épreuve.

- Vérifier les poussées admissibles supportées par les obturateurs.
- Interdire la circulation à proximité de ceux-ci lorsque la conduite est sous pression.
- Remettre à pression atmosphérique le tronçon avant démontage des obturateurs.
- Vérifier la stabilité des éléments supérieurs des regards (pour une pression maximale de 60 mbar le poids de l'élément supérieur ne doit pas être inférieur à 600 kg pour un regard de diamètre intérieur de 1000 mm).

V.A.3.4 MÉTHODOLOGIE DU TEST D'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

Trois cas à considérer: les canalisations de diamètre inférieur ou supérieur à DN1000, et les branchements.

Schémas de principe: Test à l'air d'un tronçon comportant une canalisation avec un branchement sur culotte, et un branchement



V.A.3.4.1 Test d'étanchéité sur canalisation de DN ≤ 1000 mm

Méthode

Hors nappe:

- Isolement correct du tronçon.
- Mise en pression du tronçon et saturation préalable au test : la pression d'air est maintenue à une valeur de 110 mbar (soit la valeur de la pression d'épreuve + 10%) pendant une durée de 5 minutes.
- Ajustement de la pression à 100 mbar ($\pm 1,5$ mbar) et fermeture de l'arrivée d'air.

Sous nappe:

Un test d'infiltration pourra être exécuté au préalable, avant de déclencher l'essai d'étanchéité.

- Si la nappe est ≤ 2 m, l'essai d'étanchéité sera identique au test « hors nappe » en portant la pression d'air initiale à 220 mbar, et en ajustant la pression à 200 mbar.
- Si la nappe est > 2 m, l'essai d'étanchéité sera exécuté à l'eau.

Mesure

Mesure de la pression finale à l'issue du temps « t » de l'épreuve, compté à partir de la fermeture de l'arrivée d'air (la durée de l'épreuve est indépendante de la longueur du tronçon vérifié).

Résultat

Résultat de l'épreuve: ΔP étant la chute de pression relevée:

- Si $\Delta P < 15$ mbar Épreuve satisfaisante.
- Si $\Delta P \geq 15$ mbar Épreuve non satisfaisante; vérifier les conditions de mise en œuvre et recommencer. Si l'essai est négatif 2 fois consécutives, un recours à une épreuve à l'eau est requis et le résultat de l'épreuve à l'eau est seul décisif (norme NF EN 1610).

V.A.3.4.2 Test d'étanchéité sur canalisation de DN > 1000 mm

Méthode

Pour les grands diamètres, en plus des méthodes applicables aux diamètres ≤ 1000 , une alternative permet de se contenter d'un test d'étanchéité joint par joint. Certains fournisseurs proposent des appareils à âme métallique et à serrage pneumatique dotés de deux anneaux de caoutchouc entre lesquels le joint est isolé en vue d'un test sous pression d'air.

Hors nappe:

- Aspersion avec de l'eau pour les tuyaux en béton
- Obturation correcte de part et d'autre du joint.
- Mise en pression du joint et saturation préalable au test: la pression d'air est maintenue à une valeur 110 mbar pendant une durée de 5 minutes.
- Vérification visuelle de l'étanchéité de l'obturateur.
- Ajustement de la pression à 100 mbar $\pm 1,5$ mbar et fermeture de l'arrivée d'air.

Sous nappe:

Un test d'infiltration pourra être exécuté au préalable, avant de déclencher l'essai d'étanchéité.

- Si la nappe est ≤ 2 m, l'essai d'étanchéité sera réalisé joint par joint, à 200 mbar.
- Si la nappe est > 2 m, l'essai d'étanchéité sera exécuté à l'eau.

Mesure

Mesure de la pression finale à l'issue du temps « t » de l'épreuve, compté à partir de la fermeture de l'arrivée d'air (la durée de l'épreuve est indépendante de la longueur du tronçon vérifié).

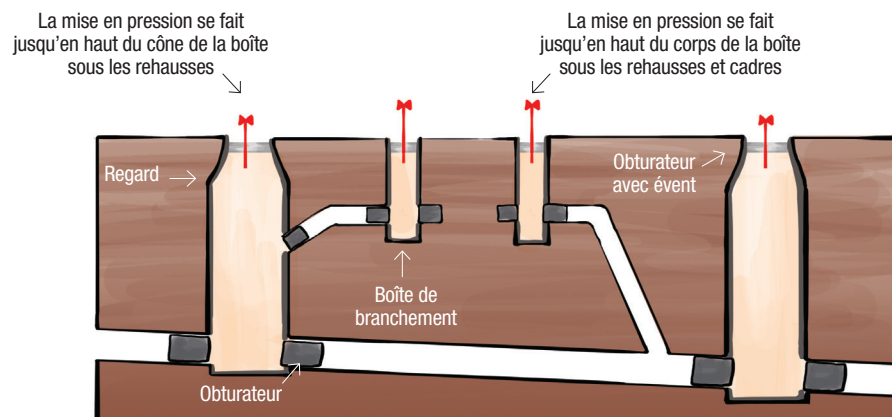
Résultat

Résultat de l'épreuve : ΔP étant la chute de pression relevée :

- Si $\Delta P < 15$ mbar \Rightarrow Epreuve satisfaisante.
- Si $\Delta P \geq 15$ mbar \Rightarrow Epreuve non satisfaisante; vérifier les conditions de mise en œuvre et recommencer. Si l'essai est négatif 2 fois consécutives, un recours à une épreuve à l'eau est requis et le résultat de l'épreuve à l'eau est seul décisif (norme NF EN 1610).

V.A.3.4.3 Test d'étanchéité sur Regards ou boîtes de branchement

Schémas de principe : Test à l'air des regards et des boîtes de branchement



Méthode

Hors nappe :

- Isolement correct du regard ou de la boîte de branchement.
- Mise en pression et saturation préalable au test: la pression d'air est maintenue à une valeur de 55 mbar (soit la valeur de la pression d'épreuve + 10%) pendant une durée de 5 minutes.
- Ajustement de la pression à 50 mbar ± 1 mbar et fermeture de l'arrivée d'air.
- Mesure de la pression finale à l'issue du temps "t" de l'épreuve, compté à partir de la fermeture de l'arrivée d'air.

Sous nappe :

Un test d'infiltration pourra être exécuté au préalable, avant de déclencher l'essai d'étanchéité, qui sera réalisé à l'eau.

Mesure

Le temps d'essai sur regards et boîtes de branchement est égal à la moitié du temps d'essai sur les canalisations de diamètre équivalent pour tenir compte des contraintes spécifiques de ces ouvrages².

Résultat de l'épreuve

Résultat de l'épreuve: ΔP étant la chute de pression relevée :

- Si ΔP < 10 mbar => Epreuve satisfaisante.
- Si ΔP ≥ 10 mbar => Epreuve non satisfaisante ; vérifier les conditions de mise en œuvre et recommencer. Si l'essai est négatif 2 fois consécutives, un recours à une épreuve à l'eau est requis et le résultat de l'épreuve à l'eau est seul décisif (norme NF EN 1610).

² cf. norme européenne NF EN 1610

V.A.3.5 CALCUL DU TEMPS DE L'ÉPREUVE

Pour mémoire (cf. tableau V.A.3):

$$t = \frac{1}{Kp} \ln \left(\frac{P_0}{P_0 - \Delta P} \right)$$

t temps de l'épreuve en minutes

P₀ pression d'essais en mbar

Δp chute de pression d'essais admissible en mbar

Kp coefficient de fuite commun à tous les matériaux y compris les bétons lorsqu'ils sont mouillés ($\frac{12}{DN}$ ou $\frac{16}{DN}$ sans dépasser 0.058)

Exemple de calcul de «t» pour une canalisation DN300 mm en béton de 40 m comprenant un branchement sur culotte DN 150 mm en PVC d'une longueur de 10 m.

$$Ici, Kp = \frac{12}{DN} = \frac{12}{300} = 0,04$$

Temps de l'épreuve t après imprégnation

$$t = \frac{1}{(12/300)} \ln \left(\frac{100}{(100-15)} \right) = \frac{1}{0,04} \ln \left(\frac{100}{85} \right) = 25 \times 0,1625 = 4,06$$

Collecteur imprégné: **4,06 mn** arrondi à **4,00 mn** (< 5 mn)

Exemple de calcul de «t» pour un tronçon comprenant un regard DN 1000 de 2 m de profondeur et une canalisation DN 200 mm en PVC d'une longueur de 40 m:

Temps d'épreuve sur la canalisation

$$Ici Kp = \frac{12}{DN} = \frac{12}{200} = 0,06 > 0,058 \text{ donc on retient } Kp = 0,058$$

$$t = \frac{1}{0,058} \ln \left(\frac{100}{(100-15)} \right) = \frac{1}{0,058} \ln \left(\frac{100}{85} \right) = \frac{1}{0,058} \times 0,1625 = 2,802 \text{ mn}$$

2,802 < 5mn, donc t est arrondi à la demi-minute la plus proche : t = 3 mn

Temps d'épreuve sur le regard

$$Ici Kp = 12/1000 = 0,012 \ll 0,058 \text{ donc on retient } Kp = 0,012$$

$$t = 1/2 \times 1/0,012 \ln(50/(50-10)) = 1/0,012 \ln 1,25 = 9,3 \text{ mn}$$

9,30 mn > 5 mn, t est arrondi à la minute la plus proche t = 9 mn

V.A.3.6 TABLEAU DE TEMPS D'ÉPREUVE POUR LES TESTS À L'AIR

Le temps de test ne dépend pas de la longueur du tronçon, ni de la profondeur des regards ou des boîtes.

Le temps d'essai sur regards et boîtes de branchement est égal à la moitié du temps d'essai à la même pression sur les canalisations de diamètre équivalent.

Tableau récapitulatif des temps d'épreuve usuels (établis suivant la méthode du paragraphe V.A.3.1)

			Temps d'épreuve (en minutes) selon DN (mm)													
		PO (mb)	Δp (mb)	100	125	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
Tuyau béton non mouillé	Conduite seule ou avec branchement sur culotte	100	15	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
		200	15	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
	Regard ou boîte de branchement	50	10					2,0	2,0	3,0	3,5	4,0	5,0	5,5	6,5	7,0
Tuyau béton mouillé et tous les autres matériaux	Conduite seule ou avec branchement sur culotte	100	15	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	4,0	5,0	7,0	8,0	9,0	11,0	12,0	14,0
		200	15	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0	6,0	6,0
	Regard ou boîte de branchement	50	10					2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	7,0	8,0	9,0

V.A.3.7 AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE L'ÉPREUVE À L'AIR

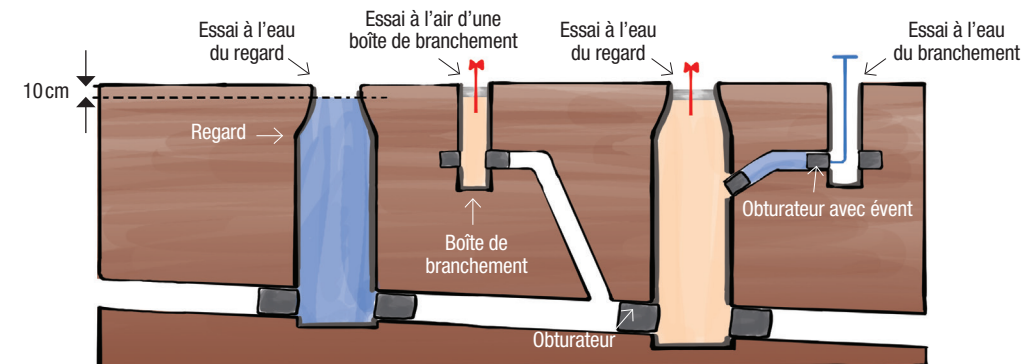
Avantages

- Épreuve d'étanchéité plus facile, plus rapide et moins coûteuse à mettre en œuvre que l'épreuve à l'eau,
- Possibilité de réaliser un test après enrobage (et avant remblayage),
- Pas de contrainte d'approvisionnement,
- Possibilité de localiser la fuite avec un test complémentaire (corrélation acoustique, déplacement d'obturateur, gaz traceur),
- Utilisation possible pour les grands diamètres avec des obturateurs adaptés (attention aux poussées),
- La norme NF EN 1610 indique les valeurs de chute de pression et les temps d'essais.

Inconvénients

- Risque pour le personnel exposé : projections d'objets et d'obturateurs,
- Imprégnation souhaitable pour les matériaux à base de ciment.
- Non utilisable sous nappe phréatique >2m.
- Le test peut ne pas être décisif: si l'essai à l'air est négatif (2 fois consécutives), un recours à une épreuve à l'eau est requis et le résultat de l'épreuve à l'eau est seul décisif (norme NF EN 1610).

Schéma de principe: test à l'eau ou à l'air de deux regards, d'un branchement et d'une boîte de branchement



V.A.4 ÉPREUVE À L'EAU

V.A.4.1 GÉNÉRALITÉS

Celle-ci consiste à remplir (après imprégnation éventuelle) un tronçon isolé du reste du réseau par des obturateurs, et à le mettre artificiellement en charge en y maintenant une pression d'eau. L'épreuve à l'eau est définie dans la norme NF EN 1610 et reprise dans le fascicule 70-1.

S'il existe une fuite sur le réseau, le niveau de l'eau baisse au cours de l'épreuve. On mesure la quantité d'eau nécessaire pour maintenir le niveau d'origine. Si celle-ci ne dépasse pas la quantité maximale tolérée, le test est déclaré positif.

Pour des raisons pratiques, il est préférable que les canalisations soient testées indépendamment des regards et des boîtes de branchement.

V.A.4.2 SÉCURITÉ

Les épreuves à l'eau nécessitent des mesures de sécurité spécifiques.

Les risques sont ceux liés à la mise en œuvre d'obturateurs sous pression, et à la pression que l'eau va exercer tant sur les obturateurs que sur les tronçons à éprouver.

- Surpression occasionnant des ruptures, projections, coups de fouet.
- Éjection d'obturateurs insuffisamment stabilisés, avant, pendant et après l'essai.
- Soulèvement de tampons, etc.

Tous ces risques doivent être pris en compte dans l'évaluation des risques de l'entreprise et doivent figurer dans le document unique.

V.A.4.3 L'IMPRÉGNATION

L'imprégnation est une opération indispensable car les matériaux constituant les tuyaux et les regards peuvent absorber beaucoup d'eau (particulièrement dans le cas d'ouvrage en béton). En effet un matériau sec s'imbibe au contact de l'eau. En conséquence un test à l'eau réalisé sans imprégnation préalable pourrait être déclaré négatif à tort, l'eau d'appoint ayant été absorbée par le matériau lui-même.

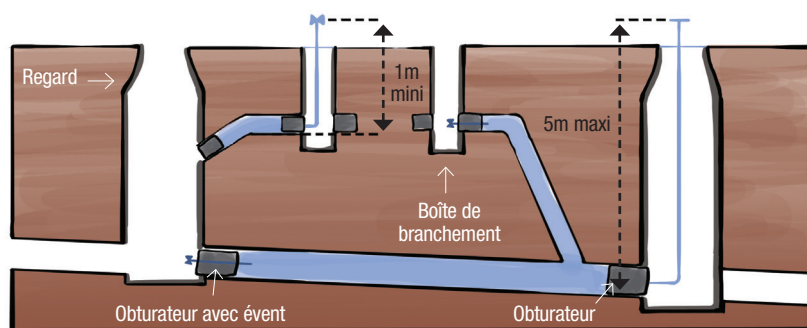
L'opération d'imprégnation consiste à remplir d'eau les ouvrages. Les délais d'imprégnation dépendent des matériaux à tester. Sauf dispositions contraires, les délais d'imprégnation sont les suivants :

- Béton : minimum 1 heure, plus généralement 24 heures.
- Grès, PVC, PEHD, PRV, Fonte: 1 heure (en pratique ces matériaux permettent un essai quasi immédiat).

V.A.4.4 MÉTHODOLOGIES DU TEST D'ÉTANCHÉITÉ À L'EAU DES CANALISATIONS

Avant de s'engager dans un test d'étanchéité, il est indispensable de vérifier l'absence de venues d'eaux parasites (infiltrations) et la hauteur de la nappe (par ex: dans un puits voisin ou à un piézomètre mis en place lors du remblayage).

Schéma de principe: Test à l'eau d'un tronçon comportant une canalisation avec un branchement sur culotte et un branchement sur regard.



V.A.4.4.1 Test d'étanchéité sur canalisation : DN ≤ 1000 mm

- Le tronçon étant correctement isolé, on remplit par le point bas pour permettre à l'air de s'échapper par le point haut (obturateur amont équipé d'une évacuation d'air).
- Les culottes de branchement et les branchements raccordés sur celles-ci sont éprouvés en même temps que les collecteurs (obturateurs situés dans la boîte de branchement).
- L'étanchéité des obturateurs est vérifiée par un contrôle visuel.

- La pression d'essai doit être celle qui résulte du (ou qui est équivalente au) remplissage de la section soumise à essai, jusqu'au niveau des sols des regards amont ou aval, avec un maximum de 5 kPa (5 m) et un minimum de 10 kPa (1 m), mesuré au fil d'eau.
- Après la période d'imprégnation, la durée de l'épreuve est de 30 minutes et on mesure le volume d'appoint nécessaire pour maintenir la hauteur de colonne d'eau constante.
- Pour que le test soit positif le volume d'appoint doit être inférieur à une valeur de tolérance exprimée en litres généralement proportionnelle à la surface mouillée (cf. calcul des quantités d'eau d'appoint au V.A.4.5).

V.A.4.4.2 Test d'étanchéité sur canalisation : DN > 1000 mm

Pour les grands diamètres ($\varnothing > 1000$), il est possible de se contenter d'un test d'étanchéité joint par joint. Certains fournisseurs proposent des appareils à âme métallique et à serrage pneumatique dotés de deux anneaux de caoutchouc entre lesquels le joint est isolé en vue d'un test sous pression.

- Le joint est correctement isolé.
- La pression appliquée entre les flasques est celle correspondant à une hauteur d'eau de 5 m au radier (0,5 bar).
- L'étanchéité de l'obturateur est vérifiée visuellement.

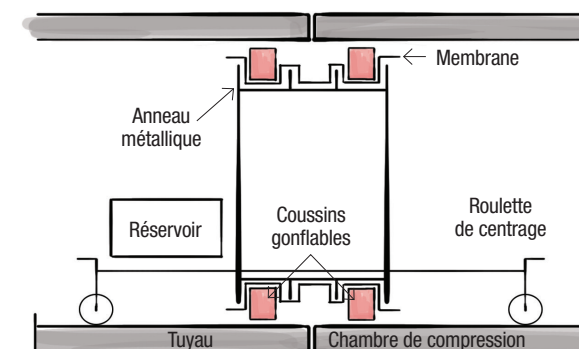
Prescription du fascicule 70-1 :

La durée de l'épreuve est de 30 minutes et on mesure le volume d'appoint nécessaire pour maintenir la pression constante.

Le volume d'appoint, pour que le test soit positif, doit être inférieur à une valeur de tolérance exprimée en litres généralement proportionnelle à la surface mouillée. La longueur prise en compte pour le calcul est fixée forfaitairement à 1 mètre (cf. calcul des quantités d'eau d'appoint).

- 0,15L/m² mouillé pour les canalisations

Coupe sur tuyau et appareillage d'essai joint par joint (schéma de principe)



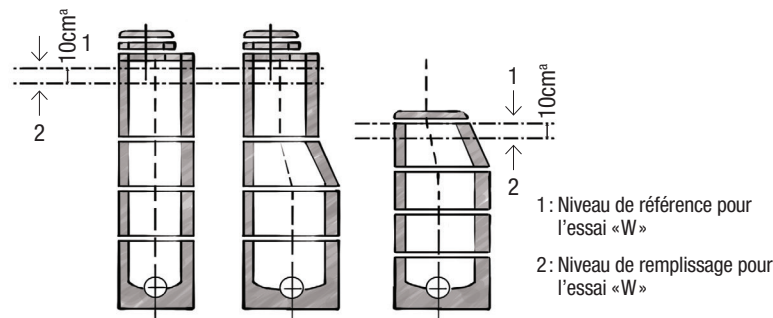
Recommandation des Canalisateurs (Contrôle intérieur)

Afin de réduire la durée de l'épreuve, il est possible d'opérer de la façon suivante :

- Toutes les 6 minutes, on mesure le volume d'appoint nécessaire
- Dès que celui-ci est inférieur à 20% de la valeur de tolérance pour 30 minutes, on considère le résultat comme positif.
- Si après 3 essais successifs, cette valeur est nettement dépassée, le résultat est négatif.

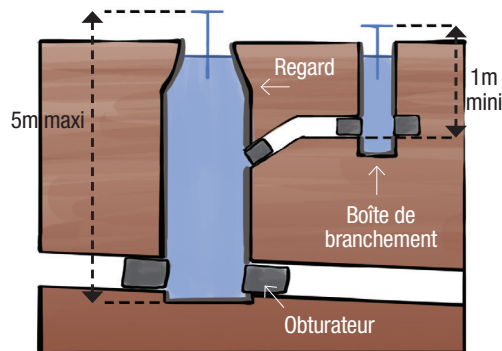
V.A.4.4.3 Test d'étanchéité sur regards ou boîtes de branchement

- Les regards ou boîtes de branchement sont correctement isolés par des obturateurs mis en place avec soin.
- Le remplissage pour les regards ou les boîtes de branchement s'effectue jusqu'à 10 cm sous le niveau de référence (voir schéma ci-dessous, extrait NF EN 1610):
- Il faut repérer le niveau initial de l'eau au début de l'épreuve (par ex: pointe fixe affleurant la surface de l'eau ou systèmes avec contacts électriques).



- Après la période d'imprégnation, la durée de l'épreuve est de 30 minutes et on mesure le volume d'appoint nécessaire pour maintenir le niveau de l'eau dans l'ouvrage.
- Le volume d'appoint, pour que le test soit positif, doit être inférieur à une valeur de tolérance exprimée en litres généralement proportionnelle à la surface mouillée (cf. calcul des quantités d'eau d'appoint).
- 0,40L/m² mouillé pour les regards et boîtes de branchement

Tests de regard et de boîte de branchement (schéma de principe)



V.A.4.5 CALCUL DES QUANTITÉS D'EAU D'APPOINT

Suivant la nature du matériau employé pour que le test soit positif, le volume d'appoint doit être inférieur à la valeur figurant dans le tableau ci-dessous (extrait de la norme NF EN 1610) pour une durée d'épreuve de 30 minutes.

V.A.4.5.1 Calcul détaillé

Éléments (*)	Volume d'appoint / surface paroi mouillée
Canalisation seule	0,15 l/m ²
Canalisation + branchement sur culotte	0,15 l/m ²
Branchement seul, hors boîte	0,15 l/m ²
Regard ou boîte de branchement seul	0,40 l/m ²

(*) Tous matériaux : béton armé ou non, Grès, PVC, PEHD, PRV, Fonte, autres matériaux)

Exemples de calcul du volume d'appoint maximal (en 30 minutes)

- Surface mouillée (canalisation ou branchement) = π x DN (diamètre nominal) x Longueur
- Volume d'appoint maximal = Surface mouillée x coefficient matériau (volume maximum d'appoint par m², selon matériau)

Canalisation fonte DN 200 mm de 40 m, avec un branchement PVC DN 150 mm de 10 m raccordé sur une culotte :

- Surface mouillée de la canalisation = 3,14 x 0,2 x 40 = 25,12 m²
- Surface mouillée du branchement = 3,14 x 0,15 x 10 = 4,71 m²
- Surface mouillée totale = 25,12 + 4,71 = 29,83 m²
- Volume total d'appoint maximum = 29,83 x 0,15 = 4,47 litres

Canalisation béton DN 600 mm de 50 m :

- Surface mouillée de la canalisation = 3,14 x 0,6 x 50 = 94,25 m²
- Volume total d'appoint maximum = 94,25 x 0,15 = 14,14 litres

Regard béton DN 1000 mm d'une profondeur de 4,5 m sur collecteur de DN 300mm avec un branchement Grès DN 150 mm de 10 m :

Le regard et le branchement doivent être éprouvés séparément.

- Surface mouillée du regard
- Parois : = 3,14 x 1,0 x 4,5 = 14,13 m²
- Fond : = 3,14 x $\frac{1,02}{4}$ = 0,785 m²
- Section des collecteurs : = 2 x $(\frac{3,14 \times 0,302}{4})$ = 0,141 m²
- Section du branchement : = $\frac{3,14 \times 0,152}{4}$ = 0,018 m²

Volume d'appoint maximal du regard = (14,13 + 0,785 - 0,14 - 0,018) x 0,40 = 5,90 litres

Surface mouillée du branchement
 = 3,14 x 0,15 x 10 = 4,71 m²
 Volume d'appoint maximal du branchement = 4,71 x 0,15 = 0,71 litre

V.A.4.5.2 Calcul simplifié pour les conduites seules

Caractéristiques géométriques pour 1 ml de tuyau		Eau d'appoint pour tous matériaux (l)	
DN (mm)	Surface mouillée (m ²)	Pour 1ml tuyau	Pour 1m regard ou de boîte de branchement
100	0,31	0,047	
125	0,39	0,059	
150	0,47	0,071	
200	0,63	0,094	
250	0,79	0,118	0,314
300	0,94	0,141	0,377
400	1,26	0,188	0,503
500	1,57	0,236	0,628
600	1,88	0,283	0,754
700	2,20	0,330	0,880
800	2,51	0,377	1,005
900	2,83	0,424	1,131
1000	3,14	0,471	1,257
1100	3,46	0,518	1,382
1200	3,77	0,565	1,508
1300	4,08	0,613	1,634
1400	4,40	0,660	1,759
1500	4,71	0,707	1,885
1600	5,03	0,754	2,011
1800	5,65	0,848	2,262
2000	6,28	0,942	2,513
2100	6,60	0,990	2,639
2200	6,91	1,037	2,765

V.A.4.6 Exemple d'utilisation du tableau simplifié pour le calcul du volume d'appoint maximal en 30 minutes :

Canalisation fonte DN 200 mm de 40 m comprenant un branchement PVC DN 150 mm de 10 m raccordé sur culotte.

Pour la canalisation

- Lecture directe dans la table : DN 200 => eau d'appoint 0,094 l/ml,
- soit pour 40 ml un volume d'appoint maximal de la canalisation apport de 0,094 x 40 = 3,76 litres

Pour le branchement

- Lecture directe dans la table: DN 150 => eau d'appoint 0,071 l/ml,
- soit pour 10 ml un volume d'appoint maximal du branchement de 0,071 x 10 = 0,71 litres

Volume total d'appoint maximum = 3,76 + 0,71 = 4,47 litres.

V.A.4.7 Avantages et inconvénients de l'épreuve à l'eau

La norme prévoit que l'épreuve est réalisée suivant les conditions de fonctionnement les plus défavorables : remplissage du tronçon jusqu'au niveau du sol à la hauteur des regards amont ou aval, suivant le cas, avec un maximum de 5 mètres et un minimum de 1 mètre au-dessus de la génératrice supérieure.

En général une durée d'imprégnation d'une heure est suffisante. Une durée plus longue (par exemple 24 h), peut se révéler nécessaire, par exemple pour des conditions climatiques sèches dans le cas de tuyaux en béton.

L'épreuve dure 30 minutes et le débit de fuite admissible est le même pour tous les matériaux :

- 0,15 l/m² de parois pour les canalisations,
- 0,40 l/m² de parois pour les regards de visite et les branchements.

Si le niveau de la nappe est au-dessus de la génératrice supérieure du tuyau pendant l'essai, un essai d'infiltration peut être prévu avec une prescription spécifique.

Avantages

- Matériel et mise en œuvre classique.
- Épreuve de référence.

Inconvénients

- Peu adaptée aux grands diamètres.
- Localisation des fuites difficile.
- Contrainte d'approvisionnement en eau.
- Durée plus longue que pour l'essai à l'air.
- Coût de mise en œuvre plus élevé que pour l'épreuve à l'air.
- Nécessité de bien mesurer le niveau de la nappe.

V. B. ÉPREUVES D'UNE CANALISATION SOUS PRESSION

Les épreuves sous pression sont détaillées dans le fascicule 71. Elles portent sur l'ensemble des ouvrages :

- Conduites
- Robinetterie
- Branchements
- Accessoires.

Les épreuves sont effectuées après remblayage de la tranchée, à l'exclusion éventuelle des points singuliers déterminés conjointement avec la maîtrise d'œuvre et avant raccordement définitif sur le réseau existant.

Les dispositifs de butée et d'ancrage doivent être fonctionnels avant le démarrage des essais. La longueur maximale recommandée d'un test est de 2 km. Une longueur supérieure doit être justifiée par le maître d'œuvre en fonction du matériau et du projet. Pour faciliter la recherche d'éventuelles anomalies, il est recommandé de réaliser des épreuves sur des tronçons courts (quelques centaines de mètres) au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Dans le cas des ouvrages rénovés, pour vérifier l'atteinte du (ou des) objectif(s) fixé(s) dans le C.C.T.P., le fascicule 71 précise dans son annexe 8 pour chaque technique de rénovation, les cas où les épreuves d'étanchéité doivent être réalisées.

V.B.1 MISE EN EAU

Préalablement à la mise en eau, il est recommandé de procéder à un contrôle des conduites, pour en expurger tout corps étranger (par exemple : visite, passage d'un piston racleur, hydrocurage,...).

Toutes les dispositions sont à prendre pour que l'imbibition et/ou le gonflement des matériaux soient complètement réalisés avant le démarrage de l'épreuve, conformément aux normes de produits correspondantes.

Même dans le cas de conduites posées en extension d'un réseau existant ou d'un ouvrage alimenté en eau, la mise en eau est faite à l'aide d'un dispositif de raccordement provisoire munie d'un système anti-retour. Elle est effectuée progressivement, en évitant les coups de bélier dus à un remplissage trop rapide et en assurant une purge correcte de l'air de la conduite. Une première purge d'air est réalisée au minimum après 5 minutes de mise à la pression d'épreuve

La mise en pression se fait progressivement. Si des modifications de la position des équipements se produisent ou si des fuites apparaissent, l'essai est stoppé, la conduite dépressurisée et les dysfonctionnements sont corrigés avant la reprise de l'essai.

Lorsque les conduites concernent l'eau potable :

- l'eau utilisée pour les épreuves ne doit pas être susceptible de contaminer l'eau ultérieurement utilisée.
- L'épreuve sera suivie d'une opération de rinçage et de désinfection (voir §6.14 du Fascicule 71). Une attention particulière est portée à la désinfection des pièces de raccordement qui n'ont pas fait l'objet du contrôle après désinfection.

V.B.2 PRESSION D'ÉPREUVE DE CONDUITE EN PLACE

La pression d'épreuve du réseau (STP³ selon la norme EN 805) est fixée au CCTP et résulte d'un calcul préalable tenant compte, en particulier, des phénomènes transitoires.

A défaut, la STP est calculée selon la norme EN805 en considérant la pression de calcul en régime permanent (DP), les pressions maximales de calcul tenant compte des phénomènes transitoires (MDP) indiquées dans les Données Préalables du CCTP :

- Coup de bélier calculé : $STP = MDPc + 1 \text{ bar}$
- Coup de bélier non calculé $STP = MDPa \times 1,5$ ou $STP = MDPa + 5 \text{ bars}$ (La plus petite des deux valeurs est retenue).

MDP (Maximum Design Pressure) s'écrit MDPc lorsque le coupe de bélier est calculé et MDPa lorsqu'il est fixé forfaitairement. MDPa ne doit pas être inférieure à 2 bars.

Dans tous les cas, la STP ne peut être supérieure à la PMA (Pression maximale admissible) pour les équipements à éprouver (vannes, appareillage, etc.) et les équipements déjà en service.

V.B.3 MODALITÉS DES ESSAIS : MÉTHODES PRÉCONISÉES

Deux méthodes sont décrites selon les matériaux utilisés, à comportement viscoélastique ou non. Dans tous les cas :

- si un 1^{er} essai est négatif, on vérifiera les conditions de mise en œuvre
- si un 2^{ème} essai est positif, seul celui-ci sera retenu. S'il est négatif, on recherchera les fuites, en tronçonnant l'ouvrage éprouvé.

L'épreuve se déroule de la façon suivante :

- Vérifier que les vannes intermédiaires sont ouvertes
- Mettre en eau progressivement par le point bas de la conduite pour chasser l'air par les dispositifs de purges, en évitant les coups de béliers ;
- Fermer les événements après remplissage ;

Puis selon les matériaux, l'épreuve se poursuit par :

³ System Test Pressure

V.B.3.1 CAS DE MATÉRIAUX AUTRES QUE CEUX À COMPORTEMENT VISCO-ÉLASTIQUE

- Mettre le tronçon à la pression d'épreuve et maintenir pendant 5 mn ;
- Vérifier qu'il n'y a aucun obstacle (ex : vanne fermée) dans le tronçon éprouvé en ouvrant la purge opposée au système de mise en pression, et rétablir la pression d'épreuve ;
- Désolidariser le tronçon éprouvé du matériel de mise en pression ;
- Maintenir l'essai pendant 30 mn (*).

L'essai est déclaré conforme si la chute de pression est inférieure à la chute de pression admissible de 0,2 bar (*).

L'entrepreneur doit tenir à disposition du maître d'œuvre les procès-verbaux attestant l'étalonnage des équipements de mesures de la pression en conformité avec les prescriptions des fournisseurs de ces appareils.

V.B.3.2 CAS DES MATÉRIAUX À COMPORTEMENT VISCO-ÉLASTIQUE (EX : POLYÉTHYLÈNE...)

- Mettre la Pression maximale de service ou au moins 6 bar ;
- Maintenir la pression pendant 30mn en pompant pour l'ajuster ;
- Ramener la pression à 3 bar ;
- Dès que la pression est stabilisée, désolidariser le tronçon éprouvé du matériel de mise en pression ;
- Maintenir l'essai pendant 90mn, et enregistrer les valeurs de pression aux temps suivants :
 - Entre 0 et 10mn, 1 mesure toutes les 2 mn (5 mesures)
 - Entre 10 et 30mn, 1 mesure toutes les 5 mn (4 mesures)
 - Entre 30 et 90mn, 1 mesure toutes les 10 mn (6 mesures)

L'essai est déclaré conforme si la pression finale est supérieure ou égale à la pression d'essai. (Voir graphe)

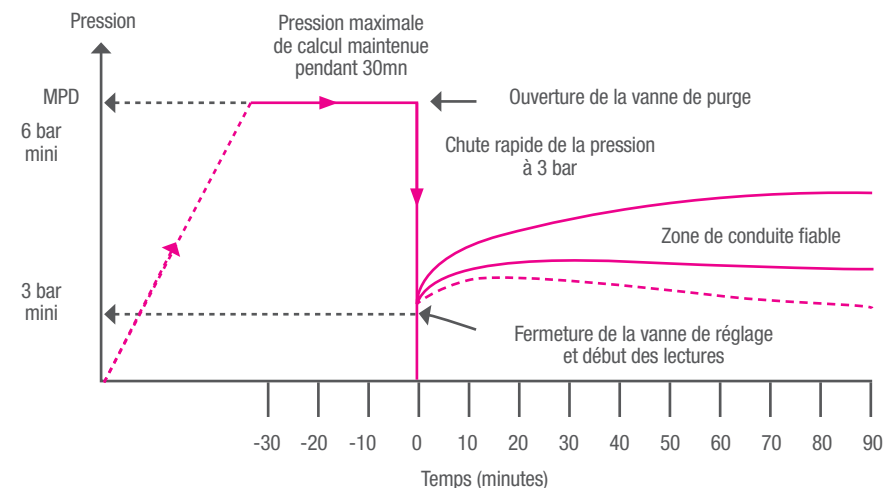
L'épreuve est arrêtée si la chute de pression est supérieure à 0,2 bar.

Les valeurs successives doivent être croissantes puis éventuellement stables, par suite de la réponse viscoélastique du matériau.

Une bonne indication est généralement obtenue en 90 minutes. Si durant cette période la pression diminue c'est le signe d'une fuite sur le tronçon. Toute anomalie constatée doit être rectifiée et l'épreuve recommencée.

Exemple du polyéthylène

Le graphique obtenu en l'absence de fuite présente une allure similaire à celui de la figure ci-dessous.



V.C. ÉPREUVE D'UNE INSTALLATION SOUS VIDE

Cette épreuve est développée dans la norme NF EN 1091.

Les recommandations des *Canalisateurs* qui suivent ont été établies pour servir de guide aux entreprises de pose.

Les composants d'une installation sous vide (réseau, regards équipés et centrale de mise en dépression) doivent être contrôlés de manière individuelle avant de réaliser une épreuve globale.

V.C.1 CONTRÔLE DE LA CENTRALE DE MISE EN DEPRESSION

Il s'agit essentiellement de réaliser les contrôles du matériel électromécanique installé (liste non limitative).

- Relevé des compteurs horaires,
- Contrôle de l'isolement moteur des pompes,
- Contrôle des intensités,
- Contrôle des niveaux d'huile sur les pompes à vide
- Contrôle du filtre à l'aspiration des pompes à vide,
- Contrôle permutation des pompes sur arrêt et/ou défaut,
- Contrôle des performances des pompes à vide,
- Contrôle du dispositif de refoulement des effluents

V.C.2 ÉPREUVE D'ÉTANCHÉITÉ DU RÉSEAU

Les collecteurs sous vide (sans points d'inspection) et les canalisations de branchement installées sont soumis à un vide partiel de (70 ± 5) kPa

(*) Les valeurs de référence de 30 mn et 0,2 bar peuvent être aménagées par le marché.

(au-dessous de la pression atmosphérique) admis à être stabilisé pendant au moins 30 min. Ensuite ils ne doivent pas perdre plus de 1 % de la dépression d'essai par heure et pour une durée d'essai de 2 h. Pendant cet essai, la station de vide doit être isolée des canalisations.

S'il y a des points d'inspection, la variation de dépression ne doit pas dépasser 5%.

Les essais sont réalisés :

- à l'avancement des travaux et avant le montage des valves,
- avec la mise en place d'un enregistreur (contrôlé et réglé avant essais).

Chaque essai comprend :

- la réalisation d'une purge complète du tronçon de réseau à contrôler,
- la réalisation d'un essai complet d'étanchéité avec enregistrement par ligne de vide (maximum 450 m de canalisations),
- la production d'un rapport d'essai avec indication a minima de la date et l'heure de l'essai, la localisation et la production du graphe de dépression.

V.C.3 CONTRÔLE DES REGARDS EQUIPES (SUIVANT LES RECOMMANDATIONS DU CONSTRUCTEUR)

Avant la mise en service, il est procédé à une inspection visuelle des regards de collecte. Aucune infiltration d'eau ne doit être constatée venant du cadre et du tampon d'accès. Les parois et les fonds de regard ne doivent présenter aucun signe d'infiltration d'eau.

Les contrôles de pose sont :

- Vérifier l'ouverture du tampon d'accès.
- Nettoyer le fond de bêche.
- Vérifier les cotes de construction.
- Vérifier le montage de la valve et la régler.

V.C.4 CONTRÔLE GÉNÉRAL DE L'INSTALLATION

Lorsque toutes les canalisations de branchement et les collecteurs sous vide (sans point d'inspection) ont été posés, la totalité du réseau y compris la station de vide doit être soumise à un vide partiel de (70 ± 5) kPa (en dessous de la pression atmosphérique) admis à être stabilisé pendant au moins 30 min, ensuite ils ne doivent pas perdre plus de 1 % de la dépression d'essai par heure et pour une durée d'essai de 4 h. Pendant la durée de cet essai à réaliser avant le montage des valves, la station de vide doit être mise à l'arrêt après la mise en dépression du réseau. S'il y a des points d'inspection, la variation de dépression ne doit pas dépasser 5%.

Le contrôle de fonctionnement de l'installation se fait par :

- Mise en dépression du réseau complet,
- Remplissage des regards et contrôle du démarrage des valves,
- Tests et vérifications des fonctionnalités des automatismes,

- Test éventuel de télésurveillance.

V.C.5 IDENTIFICATION ET REMISE DES OUVRAGES

Avant remise de l'installation aux exploitants, l'entreprise doit s'assurer des points suivants :

- Contrôle du marquage et des numérotations des ouvrages.
- Remise du Dossier complet de l'installation (DUO)
- Formation des exploitants

VI GÉORÉFÉRENCIEMENT

Les opérations de géoréférencement des réseaux neufs ou existants doivent être effectuées en respectant les spécifications de la norme NF S70-003-3.

Les plans doivent notamment être géo-référencés et toutes les pièces particulières (équipements, coudes,...) triangulées afin de pouvoir localiser l'ouvrage sur la totalité de son linéaire. Le géo-référencement altimétrique des canalisations doit figurer sur les plans en faisant apparaître la cote IGN69 de la génératrice supérieure des équipements posés.

Les branchements doivent être repérés selon les mêmes modalités.

Les plans doivent faire apparaître, pour chaque conduite, le matériau, le type de joint, la classe de pression, le diamètre nominal et la classe de précision de localisation en référence à la réglementation afférente à la réforme anti-endommagement des réseaux.

Les plans doivent également faire apparaître, selon les mêmes spécifications, les ouvrages abandonnés et avoisinants.

VI. A. CLASSES DE PRÉCISION

Depuis le 1^{er} juillet 2012 il est obligatoire de fournir les coordonnées géoréférencées des réseaux et ouvrages réalisés, dans la classe de précision A.

Cette obligation s'applique également pour :

- Modification d'ouvrage existant
- Découverte d'ouvrage ou d'écart de position

La densité des points relevés doit garantir la localisation des tronçons concernés dans la classe de précision A. Entre deux points relevés l'ouvrage est considéré comme linéaire. S'il existe des modifications de trajet (baïonnettes ou autres ouvrages) elles doivent être signalisées distinctement.

VI. B. SYSTÈME DE RÉFÉRENCE

VI.B.1 PLANIMÉTRIE

La planimétrie est un terme générique qui désigne tout ce qui a trait aux mesures et à la représentation du terrain sur un plan horizontal.

En planimétrie, conformément aux textes législatifs en vigueur, les travaux seront systématiquement rattachés aux systèmes géodésiques et projections suivants :

Zone	Système Géodésique	Ellipsoïde Associé	Projection
France Métropolitaine	RGF93	IAG GRS 1980	Lambert 93 Coniques conformes 9 zones
Guadeloupe Martinique	WGS84	IAG GRS 1980	UMT Nord fuseau 20
Guyane	RGFG95	IAG GRS 1980	UMT Nord fuseau 22
Réunion	RGR92	IAG GRS 1980	UMT Nord fuseau 40
Mayotte	RGM04	IAG GRS 1980	UMT Nord fuseau 38

VI.B.2 ALTIMÉTRIE

L'altimétrie est un terme générique qui désigne tout ce qui a trait aux mesures et à la représentation du relief du terrain par des valeurs verticales : les altitudes.

L'altitude mesurée dans un référentiel donné ne varie pas au fil du temps. En effet, elle est donnée dans un système absolu qui est le système de nivellement général de la France (voir tableau ci-dessous).

Zone	Système Altimétrique
France Métropolitaine hors Corse	IGN 1969
Corse	IGN 1978
Guadeloupe	IGN 1988
Martinique	IGN 1987
Guyane	IGN 1977
Réunion	IGN 1989
Mayotte	IGN 1953

Nota : il ne faut pas confondre altitude et profondeur. La profondeur est une mesure directe entre la génératrice supérieure et le sol. Si le sol est remanié, la profondeur du réseau est modifiée alors que son altitude reste inchangée puisque déterminée dans un système absolu.

Près de la zone d'intervention, il se peut que l'intervenant ait à sa disposition des points de référence installés par le maître d'ouvrage, par la commune ou par l'IGN. Avant de pouvoir utiliser ces points, il faut vérifier que le point utilisé est encore valide, qu'il n'a pas été endommagé ou déplacé. Pour ce faire il convient de vérifier sa cohérence avec les autres points du réseau mis à disposition (le contrôle doit être fait avec au moins un autre point, voire deux si une incohérence apparaît). Ce canevas de points doit être de précision suffisante pour permettre le géoréférencement en classe A.

Il est rappelé qu'un plan cadastral ne permet pas de faire un géoréférencement. C'est un document administratif permettant de déterminer l'assiette de l'impôt foncier.

VI. C. LES PLANS GÉORÉFÉRENCES (PLANS DE RÉCOLEMENT)

Rappel de l'article 15 de l'arrêté du 15 février 2012 sur la liste d'informations minimum à associer obligatoirement à chaque relevé de mesures :

1. Le nom du responsable de projet relatif au chantier concerné
2. Le nom de l'entreprise ayant fourni le relevé final géoréférencé
3. Le nom du prestataire certifié qui est intervenu pour le géoréférencement
4. Le cas échéant, le nom du prestataire certifié ayant procédé à un relevé indirect par détection de l'ouvrage fouille fermée
5. La date du relevé géoréférencé
6. Le numéro de la déclaration de projet de travaux et celui de la déclaration d'intention de commencement de travaux
7. La nature de l'ouvrage objet du relevé, au sens de l'article R. 554-2 du code de l'environnement
8. La marque et le numéro de série de l'appareil de mesure
9. L'incertitude maximale de la mesure (en différenciant, le cas échéant, les trois directions)
10. Dans le cas de détection d'ouvrage fouille fermée, la technologie de mesure employée.

Ces informations obligatoires doivent figurer avec chaque relevé de mesure et de ce fait, il apparaît judicieux de les faire figurer soit dans le cartouche de chaque plan soit dans un tableau figurant sur chaque planche.

À ces informations obligatoires et pour la bonne compréhension du plan, il est nécessaire d'ajouter les informations complémentaires suivantes :

- **Le système de coordonnées**

Il paraît utile de rappeler sur les plans le système de coordonnées bien que celui-ci ne pourra pas être différent du système de référence (voir paragraphe système de référence ci-avant)

• **La classe de précision**

Il paraît utile de rappeler sur les plans que la classe de précision est la classe A. Elle permettra aux utilisateurs ultérieurs de s'assurer de la bonne précision du plan dont il dispose.

• **La légende**

Le plan comporte une légende qui permet de comprendre tous les symboles et types de ligne utilisés. Cette légende doit détailler notamment :

- Les éléments apparents des réseaux (regards, chambres...)
 - Le type de réseau avec application des couleurs normalisées
 - Éventuellement, la définition d'une hachure pour les emprises multi réseaux
- Elle doit être adaptée en fonction de l'ouvrage ou des ouvrages relevés.

• **L'échelle du plan**

L'échelle est le 1/200 mais dans le cas de superpositions importantes de réseaux notamment, le plan général pourra être complété par un détail au 1/100 voire au 1/50 afin d'assurer une interprétation précise du plan.

• **Orientation du plan et données de repérage**

Pour permettre à tous les utilisateurs du plan de se repérer, le plan comportera :

- Son orientation (flèche nord)
- Un carroyage
- Le nom des rues
- les numéros de rue

VI. D. LES TECHNIQUES ET OUTILS DE RELEVÉ

Les outils et les techniques de réalisation des relevés topographiques font l'objet de fiches :

Outils	N° de Fiche
Mètre Ruban	OL-MRU
Station totale / Scanner 3 D	OL-STT
Zone	N° de Fiche
Nivellement Direct	OL-NID
Relevé par GPS	OL-GPS
Photogrammétrie	OL-PHO
Levé déporté	OL-LDO

- Les fiches techniques sont disponibles dans le guide technique (fascicule 2) du guide d'application de la réglementation relative aux travaux à proximité des réseaux.

Les prestataires de géoréférencement sont certifiés par un organisme certificateur accrédité.

LEXIQUE

I. LE CONTRÔLE

Contrôle Action de mesurer, examiner, essayer une ou plusieurs caractéristiques d'un produit et de les comparer aux exigences spécifiées en vue d'établir leur conformité.

On distingue :

Auto-contrôle Contrôle exercé par chaque intervenant à l'intérieur de son organisation pour s'assurer de la qualité de sa production ou de sa prestation.

Contrôle interne Opérations de surveillance, de vérifications, d'essais exercées sous l'autorité du responsable de la fabrication ou de la production dans les conditions définies par le Plan d'Assurance Qualité

Contrôle externe Opérations de surveillance, de vérifications, d'essais exercées par du personnel de l'entreprise indépendant de la chaîne de production ou par un organisme extérieur mandaté par l'entreprise.

Contrôle extérieur Contrôle exercé sur le chantier par le maître d'œuvre ou par un opérateur indépendant de l'entreprise pour le compte du Maître d'ouvrage.

II. QUALITÉ

Enregistrement Document faisant état de résultats obtenus ou apportant la preuve de la réalisation d'une activité.

- Exemples
- Les rapports journaliers.
 - Les rapports de compactage.
 - Les fiches de non-conformité.
 - Les procès verbaux des contrôles extérieurs.

En fin de chantier les enregistrements sont incorporés au dossier de synthèse qui constitue alors le «dossier de l'ouvrage»

Exigence Besoin ou attente formulés, habituellement implicites, ou imposés

IMOC Instruction de Mise en Œuvre et de Contrôle
Une IMOC détaille une tâche mentionnée dans une procédure. Elle peut prendre la forme d'un mode opératoire, de consignes écrites, de plan ou de croquis d'exécution. Elle précise toujours les contrôles applicables à cette tâche.

Non-conformité Non satisfaction d'une exigence

Exemples :

- Défaut d'étanchéité: arrivée d'eau parasite.
- Contre-pente.
- Défaut de compacité.

PAQ Plan d'Assurance Qualité Document explicitant, pour un chantier donné, les dispositions d'organisation et de contrôle prises par l'entreprise pour réaliser l'ouvrage et atteindre la qualité requise

Procédure C'est une règle écrite, interne à l'entreprise, qui détermine l'organisation et le déroulement d'une activité. Elle précise l'enchaînement et la succession des tâches. Elle renvoie à des IMOC

Processus Ensemble d'activités corrélées ou interactives qui transforme des éléments d'entrée en éléments de sortie.

Qualité Aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques à satisfaire des exigences

On distingue:

Qualité d'usage Caractérise l'aptitude de l'ouvrage à satisfaire aux exigences de sa fonction

à savoir, pour un réseau d'assainissement

- L'étanchéité,
- Le respect des pentes,
- L'absence d'obstruction à l'intérieur de la canalisation,
- La pérennité de l'ouvrage.

Qualité requise Traduction de la qualité sous forme d'exigences contractuelles (de moyens ou de résultat) en vue d'obtenir la qualité d'usage.

Elle est définie par le concepteur à travers :

- Le programme,
- Les dispositions du projet,
- Les stipulations contractuelles.

III. LA GÉOTECHNIQUE

OPN Optimum Proctor Normal
Paramètre géotechnique indiquant les conditions optimales de compactage d'un sol en fonction de sa teneur en eau

OPM Optimum Proctor Modifié
Paramètre géotechnique indiquant les conditions optimales de compactage d'un sol en fonction de sa teneur en eau. La méthode est différente de celle de la détermination de l'OPN

RÉFÉRENCES DOCUMENTAIRES - BIBLIOGRAPHIE

1. TEXTES RÉGLEMENTAIRES

- a. Arrêté du 21 juillet 2015 relatif aux systèmes d'assainissement collectif et aux installations d'assainissement non collectif, à l'exception des installations d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique inférieure ou égale à 1,2 kg/j de DBO5
- b. Directive 98/83/CE du 03/11/1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine
- c. Directive 2015/1787 du 06/10/2015 modifiant les annexes 2 et 3 de la directive 98/83/CE
- d. Code de la santé publique

2. NORMES

- a. Norme européenne NF EN 1610 : mise en œuvre et essai des branchements et canalisations d'assainissement.
- b. Norme française NF P 11-300 Appellation des sols GTR.
- c. Norme française NF P 98-331 : ouverture, remblayage et réfection des tranchées.
- d. Norme NF P 98-332 : Chaussées et dépendances - Règles de distance entre les réseaux enterrés et règles de voisinage entre les réseaux et les végétaux.
- e. Norme NF EN 805 : Alimentation en eau – exigences pour les réseaux extérieurs aux bâtiments et leurs composants
- f. NF EN 13508-2+A1 : Investigation et évaluation des réseaux d'évacuation et assainissement à l'extérieur des bâtiments- Partie 2 : système de codage de l'inspection visuelle.
- g. NF P 94-063 Reconnaissance et essais - Contrôle de la qualité du compactage (pénétrromètre dynamique à énergie constante)
- h. NF P 94-105 : Reconnaissance des sols – contrôle de la qualité de compactage-. (pénétrromètre dynamique à énergie variable).
- i. NF EN 1091 Réseaux d'assainissement sous vide à l'extérieur des bâtiments
- j. NF S70-003-Travaux à proximité des réseaux - Partie 3 : géoréférencement des ouvrages

3. GUIDES DE RÉFÉRENCE

- a. Fascicule 70-1 du CCTG «Fourniture, pose et réhabilitation de conduites d'eau qui fonctionnent par écoulement à surface libre»
- b. Fascicule 71 du CCTG «Fourniture, pose et réhabilitation de conduites d'eau qui fonctionnent par écoulement d'eaux sous pression»
- c. Guide technique de remblayage des tranchées publié par le SETRA/LCPC
- d. Compléments au guide SETRA-LCPC : remblayage des tranchées et réfection des chaussées introduisant le nouvel objectif de densification q5.
- e. Guide des Techniques de pose des réseaux d'eau et d'assainissement (Les Canalisateurs)
- f. Guide d'application de la réglementation anti-endommagement :
 - Fascicule 1 : dispositions générales (document succédant avec le fascicule 3 à la norme NF S 70-003 partie 1)
 - Fascicule 2 : guide technique des travaux (document succédant à la version 1 du guide technique)
 - Fascicule 3 : formulaire et autres documents pratiques
- g. Guide Technique pour la réception des travaux de réseaux d'assainissement neufs

4. AUTRES TEXTES UTILES

- a. Charte qualité des réseaux d'assainissement communaux publiée par l'ASTEE (Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement)
- b. Charte qualité des réseaux d'eau potable publiée par l'ASTEE (Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement),

ANNEXE

CARACTÉRISATION DES DÉFAUTS DE CANALISATIONS ET LEURS ABBREVIATIONS

Extrait du supplément n°10 bis de la revue *Technique, Sciences et Méthodes* publié par l'AGHTM.

DÉFINITION

Un défaut est une particularité physique et/ou fonctionnelle de l'ouvrage, affectant ou susceptible d'affecter à terme la structure et/ou le fonctionnement du réseau.

- Défaut structurel : S
- Défaut fonctionnel : F
- Défaut fonctionnel hydraulique : Fh
- Défaut fonctionnel d'étanchéité : Fe
- Défaut fonctionnel d'hydraulique et d'étanchéité : Fhe

Défauts communs (Canalisations et parties basses des ouvrages de visite)

Défauts	Définitions	Caractérisation	Dimensions (mesurées ou évaluées)
1. Fissure	Ouverture limitée sans déplacement apparent	Longitudinale Circulaire Multiple Déformée	Longueur (m) Ouverture (mm)
2. Cassure	Ouverture avec déplacement		Longueur (m) Ouverture (mm) Décalage (mm)
3. Effondrement	Destruction avec obstruction	Total Partiel	Longueur (m)
4. Perforation (S, Fe)	Destruction avec disparition locale de la structure	Ponctuelle	Longueur (mm) Diamètre (mm)
5. Poinçonnement (S)	Déformation ponctuelle non traversante	Ponctuelle	
6. Déformation			
6.1. Ovalisation (S, Fhe)	Déformation de la section		% du diamètre Hauteur (mm) Longueur (m)
6.2. Déformation longitudinale (S, Fh)		Verticale Horizontale	Importante Très importante
7. Assemblage défectueux			
7.1 Décalage (S, Fhe)	Désaxement avec présence d'une marche	Vertical Latéral	Léger : < 10 mm ou < 5 % de la section Important : > 10 mm ou > 5 % de la section
7.2. Emboîtement insuffisant (S, Fhe)	Écart entre deux tuyaux	Longitudinal	Mesure en mm
7.3. Déboîtement (S, Fhe)	Discontinuité entre deux tuyaux	Longitudinal	Partiel Total
7.4. Déviation angulaire (S, Fhe)	Présence d'un angle à l'assemblage entre 2 tuyaux	Verticale Horizontale	Evaluation (en degrés)
7.5 Epaufrure (S)	Défaut à l'about	Ponctuel	Légère importante

Défauts	Définitions	Caractérisation	Dimensions (mesurées ou évaluées)
7.6 Joint d'étanchéité apparent (Fhe)		Pendant Rompu Bouclé	
7.7. Dispositif de butée saillant (Fhe)		Pendant Bouclé Rompu	
7.8. Changement de section (S, Fhe)	En partie courante sans regard		
8. Infiltration (Fe)	Arrivée d'eau	Trace Suintement Fuite	Léger(e), Important(e) Giclant (fuite), Localisé(e), Généralisé(e)
9. Exfiltration (Fe)	Perte d'effluents	Réduction du débit	Importante Très importante
10. Entrée de matériaux ou de racines (S, Fhe)	Entrée par un défaut structurel ou non : de matériaux ou de racines en provenance de l'environnement du collecteur	Constat direct	% de la section
11. Obstacles (Fh)	Présence d'éléments étrangers à l'intérieur de la canalisation	Concrétion Branchement pénétrant Racine Dépôt (meuble ou dur) Corps étranger	% de la section
12. Contre-pente ou flache (Fh)	Inversion de pente	Présence de flache	Longueur (de la contre pente et/ou de la flache) (m) Hauteur maxi de la flache (% de la section)
13. Dégradations de surface			
13.1 Abrasion (S)	Changement d'aspect du matériau résultant d'une dégradation due à une usure mécanique		Longueur (m) % de la section concernée
13.2 Corrosion (S)	Changement d'aspect du matériau résultant d'une dégradation due à une action chimique ou biologique	Partielle Totale En voûte et/ou en radier	Longueur (m) % de la section concernée

Défauts	Définitions	Caractérisation	Dimensions (mesurées ou évaluées)
13.3 Armatures visibles (S)		Défaut isolé ou généralisé	Longueur (m) Affleurantes ou apparentes
13.4 Dégradation du revêtement (S)		Partielle Généralisée	Longueur (m)
14. Raccordements défectueux			
14.1 Branchement pénétrant (F, Fh)	Branchement saillant dans la canalisation principale	Perpendiculaire Oblique À contre sens d'écoulement	Diamètre de branchement (mm) % de pénétration par rapport au diamètre de la canalisation principale
14.2 Raccordement direct (S, Fh)	Réalisé sans pièce de raccordement	Perpendiculaire Oblique À contre sens d'écoulement	% de pénétration par rapport au diamètre de la canalisation principale
14.3 Raccordement indirect défectueux (S, Fhe)	Réalisé avec pièce de raccordement mal placée ou en mauvais état	Perpendiculaire Oblique À contre sens d'écoulement	Diamètre du branchement (mm) rapport au diamètre de la canalisation principale
14.4 Raccordement non étanche (Fe)	Constat d'infiltration en périphérie du piquage		Légère Importante
14.5 Regard non visitable (borgne) défectueux (Fe)	Raccordement réalisée directement à l'aide d'une boîte de branchement ou d'un regard non accessible	Superposé ou intégré à la canalisation (avec ou sans discontinuité du fil d'eau)	Section de l'ouvrage de raccordement

Défauts spécifiques aux parties basses des ouvrages de visite

Défauts	Définitions	Caractérisation	Dimensions (mesurées ou évaluées)
1. Absence de cunette (Fh)		Totale Partielle	
2. Défaut de la forme de la cunette (Fh)		Rétrécissement Marche contre pente	
3. Défaut de banquettes (Fh)		Trop basse Trop haute Pente trop forte	> 15 % < 5%
4. Défaut à la liaison entre la canalisation et le regard (Fhe)	Se reporter au défaut 7 du tableau précédent sur les assemblages défectueux (Points 7.1 à 7.8)		

REMERCIEMENTS À

La Commission Technique des *Canalisateurs* sous l'autorité de laquelle le groupe de travail composé de Michel BENEDETTI, Philippe BORONI, Nicolas DUBREUILH et Michel THOMAS, présidé par Christian JAULIN, a réalisé cet ouvrage.

Les Canalisateurs

Organisation professionnelle membre de la Fédération Nationale des Travaux Publics (FNTP).

Conception – Réalisation – Impression : Isabelle Castelain
Dépôt Légal : 03 – 2019



Les Canaliseurs

9 rue de Berri 75008 Paris

Tél. 01 45 63 26 08

www.canaliseurs.com

 @canaliseurs  Les Canaliseurs

ISBN : 978-2-9565136-1-2

© Les Canaliseurs, 2019

Prix TTC : 15€