

CHAPITRE P

DISTRIBUTION D'EAU

TABLE DES MATIERES

	Pages
P. 1. TRANCHEES, POSE DES TUYAUX, APPAREILS ET ACCESSOIRES.....	1
P. 1.1. DESCRIPTION.....	1
P. 1.2. EXECUTION	1
P. 1.3. VERIFICATION.....	10
P. 1.4. PAIEMENT.....	10
P. 2. PROTECTION CONTRE LA CORROSION, LES COURANTS VAGABONDS ET L'ACTION DU SOL, EFFECTUEE SUR LE CHANTIER.....	11
P. 2.1. DESCRIPTION.....	11
P. 2.2 CLAUSES TECHNIQUES.....	12
P. 2.3. VERIFICATION	15
P. 2.4. PAIEMENT	15
P. 3. JONCTIONS SUR LE RESEAU EXISTANT	16
P. 3.1. DESCRIPTION.....	16
P. 3.2. EXECUTION	17
P. 3.3. VERIFICATION	17
P. 3.4. PAIEMENT.....	17
P. 4. EPREUVES EN TRANCHEE	17
P. 4.1. DESCRIPTION ET GENERALITES.....	17
P. 4.2. EXECUTION	18
P. 4.3. VERIFICATION	19
P. 4.4. PAIEMENT.....	21
P. 5. DESINFECTION DES INSTALLATIONS	22
P. 5.1. DESCRIPTION.....	22
P. 5.2. MODE D'EXECUTION	22
P. 5.3. ANALYSES	22
P. 5.4. PAIEMENT.....	22
P. 6. HYPOTHESES DE CALCUL POUR LE DIMENSIONNEMENT DES CHAMBRES POUR APPAREILS CONSTRUITES SUR SITE	23
P. 6.1. CHAMBRES EN MACONNERIE ET EN BETON ARME	23
P. 6.2. DALLES DE COUVERTURE ET CHAMBRE EN BETON ARME	23

P. 1. TRANCHEES, POSE DES TUYAUX, APPAREILS ET ACCESSOIRES

P. 1.1. DESCRIPTION

Les tranchées sont réalisées conformément aux prescriptions du E. [5.1.2.2.4](#).

Les tuyaux, appareils et accessoires répondent aux prescriptions des [C. 57](#), [C. 58](#) et [C. 59](#).

Les documents d'adjudication précisent :

- le profil en long des canalisations à poser (ou à défaut, la profondeur de pose minimale)
- la nature du ou des matériau(x) autorisé(s) en cas de fourniture des tuyaux par l'entrepreneur (ou du matériau prévu en cas de fourniture par le pouvoir adjudicateur)
- les diamètres nominaux
- la série ou la classe de résistance des tuyaux
- la pression nominale.

P. 1.2. EXECUTION

P. 1.2.1. TRANSPORT, LIVRAISON, MANUTENTION, STOCKAGE ET MISE A PIED D'OEUVRE

Les tuyaux, appareils et accessoires sont transportés, manutentionnés, stockés et mis à pied d'œuvre de façon à ne pas détériorer leurs caractéristiques.

Sont notamment interdit :

- tout choc ou contact du revêtement avec des pièces métalliques
- le frottement des tuyaux entre eux
- l'emploi d'élingues métalliques
- le contact des emboîtures avec le corps des tuyaux
- la flexion prolongée des tuyaux pendant le transport et le stockage
- le déchargement des camions par basculement des tuyaux
- le roulement des tuyaux sur des pierres ou sur sol rocheux sans interposition de madriers.
- le transport des tuyaux en matière plastique en porte-à-faux
- l'utilisation de dispositifs ou de méthodes de stockage comportant un risque de perforation des tuyaux en matière plastique.

Pour les livraisons et le stockage, les tuyaux sont obturés aux deux extrémités.

Pour les manutentions et le transport des tubes thermoplastiques, les points 5 et 7 de la norme NBN T 42-009 sont d'application.

L'endroit retenu pour le stockage des tuyaux est consistant, aussi plat que possible et exempt de pierres, roches ou corps durs susceptibles de blesser les tuyaux et d'entailler leur revêtement.

La durée du stockage et la mise à pied d'œuvre des tuyaux le long du tracé sont fixées en fonction de la programmation des travaux pour éviter de soumettre inutilement les tuyaux aux intempéries et aux multiples causes de détérioration. Même pour un laps de temps très court, les tuyaux ne peuvent être déposés dans les filets d'eau ou dans les fossés.

L'aire de stockage des tuyaux est stabilisée et à l'abri des inondations ainsi que de toute cause de contamination; elle est établie à une distance supérieure à 20 m de la projection au sol des lignes électriques aériennes à haute tension.

En attendant leur mise en œuvre, les appareils, les raccords, les pièces spéciales, les joints et autres accessoires sont entreposés dans un local fermé, couvert et présentant en outre les mêmes caractéristiques que l'aire de stockage des tuyaux. Les appareils, raccords, etc. y sont rangés avec ordre, par catégorie, de manière à permettre un contrôle aisé par le fonctionnaire dirigeant. De plus, pour les joints et autres pièces en élastomère, le local est à l'abri de la chaleur.

Les baguettes, électrodes et fils nécessaires aux soudures à exécuter sur chantier sont stockés, dans leur emballage d'origine, en un endroit sec. Toute électrode dont l'enrobage est endommagé est écartée du chantier. Les produits de revêtement et de protection anticorrosive ainsi que les peintures sont stockés, dans les mêmes conditions, dans leurs récipients d'origine; ceux-ci ne peuvent être ouverts qu'au moment de l'emploi et ils sont soigneusement refermés après usage.

Le matériel à mettre en œuvre est soigneusement examiné avant la pose.

Tout le matériel portant des traces de choc, sauf toutefois si celles-ci n'affectent que des revêtements réparables sur site, est immédiatement écarté du chantier. Son remplacement est soumis aux mêmes formalités, notamment en matière de réception technique préalable, que celles relatives au matériel neuf non encore approvisionné.

Avec l'accord du fonctionnaire dirigeant, les légers dommages causés aux revêtements des tubes en acier, des tuyaux en fonte, des raccords et accessoires revêtus d'une protection par résines époxydes peuvent être réparés sur chantier aux frais de l'entrepreneur suivant les spécifications du fabricant, pour autant que le processus défini soit applicable.

Le fonctionnaire dirigeant peut faire procéder aux frais de l'entrepreneur à tous les contrôles qu'il estime nécessaire pour s'assurer de la bonne exécution des réparations autorisées y compris au moyen d'un balai électrique utilisé dans les conditions normalisées.

P. 1.2.2. COUPE DES TUYAUX

Les coupes sont nettes et ne perturbent pas l'état physique des matériaux. Les nouveaux bouts mâles obtenus par la coupe sont chanfreinés, lisses et permettent des assemblages sûrs.

La mise en œuvre des chutes de tuyau est soumise à l'autorisation du fonctionnaire dirigeant.

P. 1.2.3. POSE DES CANALISATIONS, APPAREILS ET ACCESSOIRES

P. 1.2.3.1. POSE DES CANALISATIONS EN TRANCHEES

Au moment de leur mise en place, les tuyaux sont examinés à l'intérieur et débarrassés de tout corps étranger; leurs abouts sont nettoyés. Les tubes et raccords en acier sont vérifiés avant d'être assemblés. Les revêtements détériorés sont reconstitués avec des produits compatibles avec ceux d'origine et de valeur protectrice équivalente.

Dans la tranchée, les tuyaux sont présentés, en pente régulière, dans le prolongement les uns des autres en facilitant leur alignement au moyen de cales provisoires. Des cales provisoires sont également disposées aux changements de direction. Ces cales sont constituées à l'aide du matériau d'enrobage, compacté, ou de coins en bois. Le calage provisoire au moyen de tout autre matériau est interdit. Les tuyaux sont emboîtés de telle façon que l'épaisseur du joint placé soit bien régulière sur tout le pourtour de l'assemblage.

L'angle d'assemblage de tuyaux successifs a une valeur inférieure à celle admise par le fabricant.

Les tuyaux en polyéthylène peuvent être posés selon un rayon de courbure qui est obligatoirement supérieur au rayon minimum imposé par le fabricant.

A chaque arrêt de travail, les extrémités des canalisations en cours de pose sont obturées à l'aide d'un bouchon.

Les coudes, pièces à tubulures et appareils intercalés dans les conduites et soumis à des efforts tendant à déboîter les tuyaux ou à déformer la canalisation, sont contrebutés par des massifs capables de résister à ces efforts.

La pose de canalisations est interdite lorsque la température mesurée sous abri est inférieure à 5°C ou est descendue en dessous de - 2° C la nuit précédente.

Sauf indication contraire des documents d'adjudication, pour faciliter la localisation des conduites en PVC et PE, un fil VOB de 2,5 mm² est fixé à la partie inférieure du tuyau (à 4 heures ou à 8 heures dans un système de repérage horaire), au moyen de colliers en polyéthylène à agrafage automatique espacés de 2 m. La continuité électrique est assurée tout le long de la conduite et au droit des appareils et des accessoires.

Les appareils sont placés en même temps que les conduites. Les chambres pour appareils, les décharges et autres ouvrages sont exécutés sans désemparer dès qu'un tronçon de canalisation est entamé afin de ne pas laisser de travaux en souffrance.

Lorsque les assemblages comportent des boulons et des tirants, les écrous sont serrés graduellement par passes croisées sans atteindre le refus en une seule fois.

Pour les changements de direction, il est fait usage de courbes normalisées à 90° (1/4), à 45° (1/8), à 22°30' (1/16) et à 11° 15' (1/32). Toutefois, pour les canalisations en acier, l'entrepreneur peut utiliser des courbes à 5° 37' 30" (1/64) et, moyennant l'accord du fonctionnaire dirigeant, utiliser des courbes dont l'angle non normalisé est déterminé par les circonstances locales. En outre, avec l'accord du fonctionnaire dirigeant, dans les courbes à très grand rayon, les canalisations peuvent être constituées de tubes droits sans interposition de courbes. Dans ce cas, la déflexion angulaire des tuyaux droits est au maximum celle fixée par le fabricant sans cependant être supérieure à 1 cm/m. Les tubes en chlorure de polyvinyle ne peuvent être soumis à aucune flexion pour créer des courbes à grand rayon. Le rayon de courbure pour le cintrage des tubes en polyéthylène ne peut être inférieur aux prescriptions de la fiche technique AQUAWAL FTA/50/10.

Quand il le juge utile pour des raisons techniques ou pour certaines situations locales, le fonctionnaire dirigeant se réserve le droit de faire couper les tubes, quelle qu'en soit la longueur initiale, sans que l'entrepreneur puisse prétendre à une quelconque augmentation des prix unitaires ou à l'octroi d'une indemnité.

A cet égard, l'attention de l'entrepreneur est attirée sur le fait que dans les zones agglomérées, l'obligation de couper des tuyaux risque d'être assez fréquente compte tenu du tracé des canalisations ou par suite de l'encombrement du sous-sol; l'incidence de cet inconvénient peut être diminuée par la mise en œuvre de tuyaux de longueur réduite. Sauf prescriptions contraires dans les documents d'adjudication, dans les carrefours, les conduites contournent les voies carrossables, celles-ci devant être traversées suivant la longueur la plus courte possible.

Les courbes, les tés, les réductions, ... sont soigneusement butés au moyen de massifs en béton. Ceux-ci ne figurent généralement pas aux plans mais même si butées et supports apparaissent sur certains plans d'ouvrages spéciaux ils ne sont donnés qu'à titre indicatif. Le calcul des butées placées en pleine terre ou en chambre est effectué sur la base des hypothèses reprises au [P. 1.2.3.1.3.1](#) ci-après.

Afin de maintenir le bon fonctionnement de la protection cathodique des canalisations existantes, l'entrepreneur est tenu de respecter les règles de l'art; il réalise à ses frais tous les travaux nécessaires tels que connexions équipotentielles, rétablissement de la continuité électrique, etc.

P. 1.2.3.1.1. PRESCRIPTIONS SPECIALES RELATIVES A LA POSE DES CANALISATIONS EN FONTE DUCTILE OU ACIER

P. 1.2.3.1.1.1. Dispositions générales complémentaires

Dans tous les cas, il convient d'éviter le contact entre l'extrémité du fût et le fond de l'emboîture des tuyaux. Sur demande du fonctionnaire dirigeant, les joints à serrage mécanique sont cloisonnés diélectriquement.

P. 1.2.3.1.1.2. Pose de conduites en fonte ductile ou acier au voisinage de points sensibles

Au voisinage des points sensibles énumérés ci-après,

- la présence d'anodes réactives;
- l'existence de postes de soutirage;
- la pose d'une conduite en fonte ductile ou acier parallèlement à une canalisation protégée cathodiquement lorsque l'écartement entre les génératrices les plus rapprochées des deux conduites est inférieur à 0,50 m;
- les vingt mètres de part et d'autre du point de croisement d'une nouvelle conduite en fonte ductile ou acier avec une canalisation protégée cathodiquement ou lignes de chemin de fer;
- le déclassement de défauts ou de dégradations au revêtement externe des canalisations protégées cathodiquement;
- l'aplomb du croisement de lignes aériennes à haute tension;
- la présence dans le sol de courants vagabonds quelle qu'en soit l'origine.

il y a lieu de prévoir une manche en polyéthylène (en complément des dispositions standards prévues dans les documents d'adjudication) ou la pose de conduites revêtues de polyéthylène (+ ciment), de polyuréthane ou de polypropylène et de prendre en outre des précautions spéciales telles que cloisonnements diélectriques au niveau des brides.

Sauf dispositions spéciales prévues dans les documents d'adjudication, le long des lignes de chemin de fer, seules les conduites en fonte ductile ou acier revêtues de polyéthylène (+ ciment), de polypropylène ou de polyuréthane peuvent être posées.

En outre, à la jonction de pièces en acier d'une part et en fonte ductile d'autre part, cette dernière pièce et le tuyau adjacent en fonte ductile ainsi que le revêtement de la pièce en acier sont enrobés conformément aux dispositions prévues au [P. 2.](#)

P. 1.2.3.1.2. POSE SOUS GAINES

Pour tous les passages sous gaine dont la longueur est égale ou supérieure à 4 m, les conduites sont placées avec patins de centrage suivant les dispositions du [C. 59.12.2.1.](#)

Sauf à leur pénétration dans les chambres, les gaines non visitables sont obligatoirement obturées aux deux extrémités, par des membranes spéciales conformes au [C. 59.12.2.2.](#)

Les obturateurs de gaine et leurs colliers de serrage ou tout autre moyen de réaliser cette obturation sont soumis à l'agrément du fonctionnaire dirigeant.

P. 1.2.3.1.3. BUTEES, ANCRAGES ET VERROUILLAGE DES CONDUITES

P. 1.2.3.1.3.1. Butées et ancrages

Hormis pour les canalisations à joints soudés, à brides, autobutées et verrouillées, des massifs en béton sont établis au droit des pièces coudées, des branchements latéraux, des pièces coniques, des tubulures d'attente et des extrémités des conduites. Par leur poids et par la butée des terres, ces massifs équilibrent la poussée qui tend au déboîtement des joints. De même, les ancrages voulus sont prévus aux endroits où, du fait de la pente du terrain, il y a risque de glissement de la conduite.

A défaut de prescription dans les documents d'adjudication, le dimensionnement des massifs incombe à l'entrepreneur duquel la note de calcul peut être exigée par le fonctionnaire dirigeant.

La poussée à prendre en considération pour les calculs tient compte d'une pression dans la canalisation égale à la pression d'épreuve telle que définie au P. 4.2. Les calculs sont à établir pour les deux sens d'écoulement de l'eau. La surface d'appui des butées est déterminée en fonction de la pression admissible sur le sol contrebutant le massif.

Les calculs présentés ne constituent qu'une base théorique de travail étant entendu que chaque butée est en soi un cas d'espèce fonction de l'endroit et du terrain concernés.

En principe, les butées sont établies à partir du fond de la tranchée mais l'entrepreneur effectue si nécessaire les affouillements voulus pour donner aux butées la forme appropriée. En outre, compte tenu des circonstances locales, l'entrepreneur est tenu d'établir dans certains cas, soit des massifs en béton armé, soit l'amarrage des conduites au moyen de carcans réalisés en fers plats travaillant en traction et scellés dans les massifs. Les carcans sont protégés contre la corrosion.

P. 1.2.3.1.3.2. Verrouillage

A défaut de prescriptions dans les documents d'adjudication, le calcul de la longueur des tronçons à verrouiller incombe à l'entrepreneur qui soumet préalablement à l'agrément du fonctionnaire dirigeant la méthode de calcul qu'il se propose d'utiliser. Les principaux éléments à prendre en considération pour ce calcul sont les suivants :

- les caractéristiques des tuyaux à mettre en œuvre;
- la pression d'épreuve telle que définie au P. 4.2;
- la nature du terrain;
- le coefficient de frottement sol/tuyau;
- la répartition des pressions du remblai autour des tuyaux;
- la hauteur de couverture;
- l'incidence de la nappe phréatique;
- un coefficient de sécurité suffisant;
- pour les canalisations constituées de tuyaux en fonte ductile posés avec manche en polyéthylène, les longueurs calculées sont affectées d'un facteur multiplicatif de 1,9.

Les notes de calcul sont soumises à l'approbation du fonctionnaire dirigeant.

P. 1.2.3.1.4. SOUDURES SUR TUBES ET PIECES METALLIQUES A EFFECTUER SUR CHANTIER

P. 1.2.3.1.4.1. Qualification et agrément des soudeurs

Les soudeurs travaillant sur chantier sont agréés par un organisme reconnu. Les notes ARGB/2000.22.01 concernant la qualification du mode opératoire de soudage acier et ARGB/2000.22.02 concernant la qualification des soudeurs acier sont d'application.

La tenue d'un registre des soudeurs est obligatoire et il est produit à chaque demande du fonctionnaire dirigeant. Celui-ci peut exiger la requalification des soudeurs.

Chaque soudeur dispose d'une marque d'identification qui est frappée à proximité de chaque soudure, ces marques sont communiquées au fonctionnaire dirigeant pour chaque ouvrier.

P. 1.2.3.1.4.2. Matériel de soudage

Tout l'équipement à souder jusque dans ses détails est approprié à la méthode de soudure utilisée; ce matériel est maintenu en bon état.

Pour la soudure à l'arc, la tension à vide des postes est suffisamment élevée pour éviter toute interruption de l'arc; elle ne peut cependant dépasser la tension admise par le Règlement général sur la protection du travail pour les travaux sur chantier. Il y a lieu de veiller à ce que la tension ne soit pas sujette à des variations fréquentes et imprévues de plus de 5 %.

P. 1.2.3.1.4.3. Baguettes de soudure

Les baguettes de soudure sont appropriées au genre de travail à réaliser; elles sont parfaitement adaptées à la qualité du métal de base.

Pour la confection des joints soudés des canalisations en acier et en sidéro-ciment ainsi que pour la confection des cordons de verrouillage des canalisations en fonte ductile, les baguettes de soudure sont conformes aux prescriptions données à cet effet par les fabricants des tubes et des raccords.

P. 1.2.3.1.4.4. Exécution des soudures

Les soudeurs sont installés de façon à être à l'abri des intempéries et de toute gêne de nature à nuire à la bonne qualité de leur travail.

Il est interdit de souder lorsque la température du métal de base est inférieure à 0° C ainsi que lorsque les surfaces sont mouillées ou recouvertes de neige. Il est interdit de souder par grand vent à moins que l'opérateur et son travail ne soient convenablement protégés. Dans certains cas spéciaux, entre 0 et -15° C, le soudage peut être admis sur des surfaces préalablement chauffées de façon à paraître chaudes au toucher jusqu'à 100 mm du point à souder.

Les faces de fusion sont dépourvues d'irrégularités susceptibles d'entraver le dépôt de la soudure. Elles sont exemptes de rouille, d'huile, de peinture ou de toutes autres substances pouvant affecter la qualité de la soudure ou entraver la bonne marche du soudage.

Lorsque le mode de soudage utilisé entraîne un dépôt de laitier, celui-ci et les autres dépôts sont éliminés avant l'application de la passe suivante. Les surfaces des soudures sont propres, lisses et régulières, sans aspérités ni trous, ni projections tant sur les soudures que sur le métal de base adjacent. Les soudures se raccordent au métal de base sans transition brusque ni morsure.

Toutes les soudures transversales exécutées sur chantier sont du type à manchon intérieur.

Au droit des soudures, le revêtement extérieur du tuyau ainsi que du cordon de soudure sont protégés suivant les prescriptions du [P. 2.2.2.](#)

P. 1.2.3.1.4.5. Contrôle des soudures

Le fonctionnaire dirigeant se réserve le droit de faire surveiller l'exécution des soudures sur chantier et de les faire contrôler par ses délégués ou par un organisme agréé. Pour ces contrôles, il peut être fait appel à toutes les méthodes en usage pour les soudures, y compris éventuellement des examens radiographiques locaux.

Les frais résultant de ces contrôles sont à charge de l'entrepreneur s'il est constaté que la soudure est de mauvaise qualité. Dans le cas contraire, les frais sont supportés par le pouvoir adjudicateur.

Lorsque le contrôle a révélé qu'une soudure est de mauvaise qualité, l'entrepreneur est tenu de prendre à ses frais les mesures voulues pour réaliser une soudure convenable. Il fait en outre la preuve de la bonne qualité de la nouvelle soudure et supporter le coût des contrôles à effectuer à cet effet.

P. 1.2.3.2. POSE DES APPAREILS

La mise en place des appareils et la confection des joints correspondants sont effectuées de façon telle que les tuyauteries n'exercent sur les brides aucun effort anormal de traction susceptible de provoquer leur arrachement ou la déformation du corps des appareils.

P. 1.2.3.2.1. POSE DES APPAREILS DE ROBINETTERIE

La distance mesurée entre le dessus du tampon de la bouche à clef et le dessus du moufle est comprise entre 10 et 15 cm, le tampon étant de niveau avec le sol avoisinant. La distance maximale entre le couvercle de la cheminée et le dessus du moufle est de 5 cm.

P. 1.2.3.2.1.1. Pose des robinets en chambre

Sauf prescriptions contraires dans les documents d'adjudication, les robinets-vannes et les robinets à papillon en chambre sont posés avec pièces de démontage. Toutefois, suivant les plans ou les instructions du fonctionnaire dirigeant, ils peuvent être placés avec adaptateur de bride ou avec pièce de compensation.

L'emploi de combi-tés ne nécessite pas la pose de pièces de démontage.

P. 1.2.3.2.1.2. Pose des robinets en pleine terre

Les robinets placés en pleine terre et intercalés dans des conduites métalliques sont posés avec pièce de compensation. Sauf disposition contraire prévue dans les documents d'adjudication, ils peuvent être posés avec pièce de démontage.

Les robinets intercalés dans des canalisations existantes en fibres-ciment sont raccordés par l'intermédiaire de raccords en fonte bride-bout tourné, la jonction avec le tuyau étant assurée par un raccord à large tolérance du type « bride-emboîtement ».

P. 1.2.3.2.1.3. Pose des appareils de fontainerie

Selon les plans, les appareils de fontainerie sont placés avec ou sans robinet de garde.

P. 1.2.3.2.1.4. Pose des autres appareils

Les appareils autres que ceux de robinetterie et de fontainerie sont posés selon les plans du dossier d'adjudication et les instructions du fonctionnaire dirigeant tout en respectant les principes suivants :

- un filtre est toujours placé à l'amont des appareils de comptage, de sécurité et de protection;
- un stabilisateur d'écoulement est prévu à l'amont des compteurs si la pose de longueurs droites n'est pas possible.

P. 1.2.3.3. POSE DES BOUCHES D'INCENDIE

L'emplacement prévu au plan ne peut être modifié que sur ordre du fonctionnaire dirigeant.

Les bouches d'incendie enterrées sont logées sous un regard conforme aux prescriptions du [C. 59.8](#). Elles sont posées de telle façon que la distance entre le raccord à baïonnette et le dessus du tampon du regard de voirie réponde à la figure 2 du projet de norme NBN S 21-034.

Le corps des bouches d'incendie est posé vertical. Le patin de la courbe repose sur une assise constituée d'une dalle 30 cm x 30 cm x 5 cm, disposée horizontalement sur terrain vierge. La courbe est contrebutée au moyen d'un massif en béton, de type C 25/30 R, placé entre la fouille et la courbe.

Sauf disposition contraire des documents d'adjudication, le dispositif de vidange automatique est protégé par un volume minimal de 100 l de pierres concassées de calibre 20/40, établi entre le fond de fouille et l'assise du trappillon.

Lorsque la conduite est en surprofondeur, il est fait usage de manchette(s) allonge(s) du type "inférieur" ou autre(s) pièce(s) de réglage.

Le châssis du trappillon de voirie est posé sur une assise en éléments préfabriqués reposant sur un sol stable ou un remblai compacté. Le trappillon est entouré d'un encadrement en béton armé.

P. 1.2.3.4. POSE DES BORNES D'INCENDIE

L'emplacement prévu au plan ne peut être modifié que sur ordre du fonctionnaire dirigeant.

Le corps de la borne d'incendie est posé vertical. Le patin de la courbe de pied repose sur une assise constituée d'une dalle 30 cm x 30 cm x 5 cm, disposée horizontalement sur le terrain vierge.

La courbe de pied est contrebutée au moyen d'un massif en béton de type C25/30 R, coulé entre la fouille et la courbe.

Sauf disposition contraire des documents d'adjudication, le dispositif de vidange automatique est protégé par un volume minimal de 250 l de pierres concassées de calibre 20/40, établi entre le fond de fouille et la dalle de butée.

Lorsque la conduite est en surprofondeur, il est fait usage de manchette(s) allonge(s) ou autre(s) pièce(s) de réglage, de manière à situer les boulons de sécurité ± 50 mm au-dessus de la dalle en béton de 1 m x 1 m x 0,15 m faisant butée lors du basculement de la borne.

La dalle de béton est coulée sur place en béton de type C 25/ 30 L. Sa surface supérieure est arasée au niveau fini de la fondation lorsque l'accotement comporte un revêtement.

P. 1.2.3.5. ENROBAGE DES CANALISATIONS

Les documents d'adjudication précisent le type d'enrobage conformément à la [figure P. 1.2.3.5](#). A défaut, le type 1 est réalisé.

L'autorisation de réaliser l'enrobage est donnée par le fonctionnaire dirigeant.

Pour les types 1 et 3, l'enrobage est effectué avec les matériaux provenant des déblais expurgés de tous éléments susceptibles de porter atteinte aux conduites ou aux revêtements extérieurs des conduites.

Pour les types 2 et 4, l'enrobage est effectué avec un matériau de remplacement dont la nature est fixée par les documents d'adjudication.

L'enrobage est réalisé en deux couches :

1. la première est déposée et damée afin de caler latéralement les tuyaux;
2. la deuxième également damée, s'élève à 0,20 m au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite.

Le damage s'effectue manuellement ou à l'aide d'engins mécaniques appropriés.

En terrain rocheux et moyennant autorisation du fonctionnaire dirigeant, les apports de sable ou de poussier prévus dans la couche de protection peuvent être remplacés par une protection mécanique extérieure du tube, les autres dispositions prévues ci avant restant d'application. La protection mécanique extérieure du tube permet le remblayage direct au moyen de déblais expurgé des blocs de roche, de maçonnerie, de béton et des débris organiques; elle est réalisée au moyen de mortier de ciment armé d'un treillis en matière synthétique ou de fibres, à l'exception de fibres d'amiante. Les caractéristiques de cette protection sont à soumettre à l'agrément du fonctionnaire dirigeant.

Une bande de signalisation conforme aux prescriptions du [C. 59.11.4](#) est posée sur l'enrobage avant l'exécution des remblais.

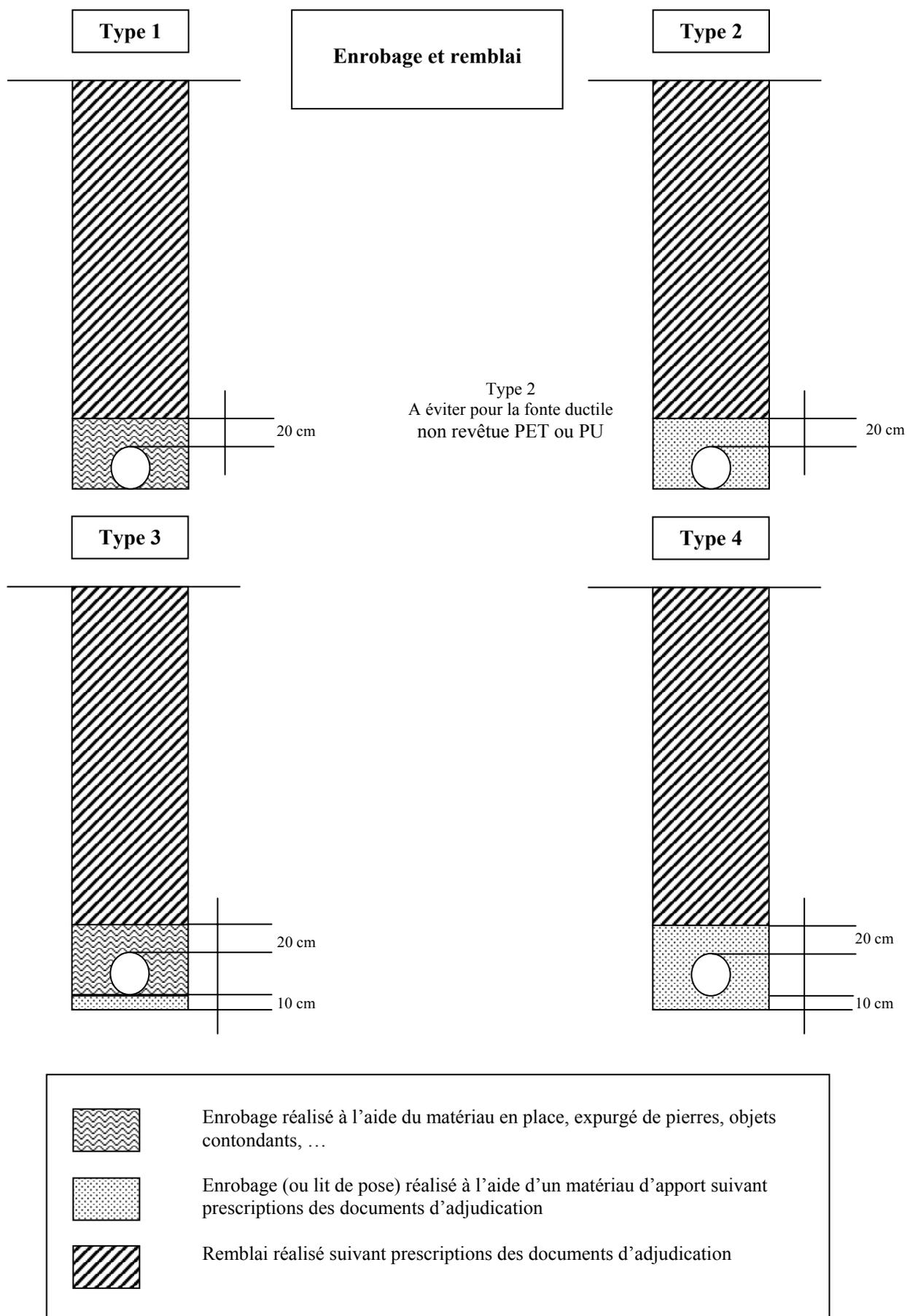


Figure P. 1.2.3.5.

P. 1.2.4. PLAQUES SIGNALÉTIQUES, PAVES ET BORNES REPERES

Les plaques signalétiques, pavés et bornes repères sont conformes aux prescriptions du [C. 59.11](#). Ils sont installés conformément aux instructions du fonctionnaire dirigeant, aux endroits éventuellement mentionnés aux plans ou imposés par les arrêtés d'autorisation.

P. 1.2.4.1. PLAQUES SIGNALÉTIQUES

Les plaques signalétiques sont utilisées pour le repérage des canalisations d'eau, des appareils qui les équipent et pour localiser les siphons sous voies fluviales. Elles sont conformes aux prescriptions du [C. 59.11.1](#).

Les plaques signalétiques sont placées soit :

- sur poteau support;
- sur mur ou façade d'immeuble;
- sur borne repère;
- sur berge pour les siphons sous voies fluviales.

P. 1.2.4.2. PAVES REPERES

Les pavés repères sont utilisés pour la localisation des conduites d'eau et des câbles électriques. Ils sont conformes aux prescriptions du [C. 59.11.2](#).

P. 1.2.4.3. BORNES REPERES

Les bornes repères conviennent pour la localisation des canalisations d'eau et des appareils qui les équipent, à l'exception des bouches et des poteaux d'incendie. Elles sont conformes aux prescriptions du [C. 59.11.3](#).

Les bornes repères sont posées aux endroits désignés par le fonctionnaire dirigeant, en principe à la limite du domaine public et des propriétés privées, ainsi qu'à la limite de parcelles contiguës.

P. 1.3. VERIFICATION

Après pose, les canalisations en place sont soumises à l'épreuve en tranchée définie au [P. 4](#).

P. 1.4. PAIEMENT

P.1.4.1. TRANCHEES

Les tranchées sont payées conformément aux dispositions du [E. 5.3](#).

En ce qui concerne l'évacuation des matériaux, les quantités portées en compte sont limitées à celles calculées sur base de largeurs conventionnelles des tranchées fixées au [E. 5.1.2.2.4](#).

P. 1.4.2. CANALISATIONS ET COURBES

Le prix des canalisations comprend la fourniture et les coupes des tuyaux, des pièces d'assemblage (manchons, joints, ...) et leur mise en place. Le paiement des canalisations s'effectue à la longueur posée, suivant la pente du terrain, dans l'axe de la canalisation, d'axe en axe des canalisations (sans défalquer les longueurs occupées par les appareils et raccords) jusqu'à la chambre ou pièce d'extrémité.

Les courbes sont comptées à la pièce sauf si les documents d'adjudication prévoient une longueur supplémentaire conventionnelle.

Le prix des canalisations comprend également :

- le fil de repérage (pour les canalisations en PE et en PVC)
- l'enrobage
- la bande plastique de signalisation
- la protection contre la corrosion (y compris s'il échet la fourniture et pose d'une manchette polyéthylène)
- les épreuves de canalisations
- la désinfection des canalisations.

A défaut de précisions dans les documents d'adjudication, les massifs de butée et d'ancrage sont payés au m³ et font l'objet d'un poste spécifique au mètre.

P. 1.4.3. RACCORDS, APPAREILS, ACCESSOIRES, SIGNALISATION

Le paiement des raccords, appareils, bouches et bornes d'incendie ainsi que les éventuelles manchettes allonges et essés de réglage, bornes et pavés repères, poteaux et plaques signalétiques s'effectue à la pièce, toutes opérations et accessoires compris.

Les longueurs occupées par les raccords et les appareils sont comptées dans les longueurs de canalisation.

P. 2. PROTECTION CONTRE LA CORROSION, LES COURANTS VAGABONDS ET L'ACTION DU SOL, EFFECTUEE SUR LE CHANTIER

P. 2.1. DESCRIPTION

Les pièces métalliques de la conduite sont protégées efficacement et durablement contre la corrosion.

Toutes les dispositions prises en matière de protection anticorrosive sont préalablement soumises à l'agrément du fonctionnaire dirigeant.

P. 2.1.1. ACTION DU SOL

Toutes les pièces susceptibles d'être corrodées par le contact avec le sol sont soigneusement enrobées au moins par deux épaisseurs d'une bande spéciale anticorrosive conforme aux prescriptions de la fiche technique AQUAWAL FTA/90/03. Quel que soit le genre de tuyau, ce procédé est d'application pour les brides, boulons, les écrous et les tirants ainsi que pour les colliers des prises en charge.

P. 2.1.2. APPAREILS, RACCORDS, PIECES SPECIALES ET ACCESSOIRES METALLIQUES POSES EN CHAMBRE.

Sauf pour le matériel revêtu d'une protection à base de résines époxydes, protégé par plastification ou par cataphorèse, la protection contre la corrosion des appareils, raccords, etc. est assurée par deux couches de vernis bitumineux.

P. 2.2 CLAUSES TECHNIQUES

P. 2.2.1. PROTECTION DES CANALISATIONS EN ACIER : PROTECTION CATHODIQUE

Les dispositions relatives à la protection cathodique sont soumises à l'agrément du fonctionnaire dirigeant, par note explicative et schémas. A défaut de clauses particulières prévues aux documents d'adjudication, elles répondent aux clauses techniques reprises ci-dessous.

L'installation est calculée pour une durée minimale de 20 ans. En cas d'utilisation d'un poste de soutirage, la note fournit l'estimation du coût d'exploitation sur cette durée de 20 ans.

Les installations proposées tiennent compte des nécessités de bon voisinage avec les installations souterraines sur lesquelles elles sont susceptibles d'exercer une influence. Si nécessaire, des liaisons équipotentielles sont établies.

L'étude et la réalisation de la protection cathodique sont confiées à des spécialistes possédant l'expérience et l'outillage nécessaires pour conduire à bien cette partie de l'entreprise.

P. 2.2.1.1. CRITERES DE PROTECTION

La protection cathodique est appliquée complémentaiement à toute installation comportant un revêtement externe.

Le potentiel de la conduite est en tout point inférieur à -850 mV. Il est mesuré au moyen d'un voltmètre à haute impédance (min. 1 Mohm) par rapport à une électrode de référence cuivre-sulfate de cuivre saturé (Cu/CuSO₄) en contact avec le sol.

Dans un terrain contenant des bactéries sulfatoréductrices, le potentiel électronégatif est porté à 900 mV.

P. 2.2.1.2. CONDITIONS DE POSE

- La continuité électrique de la conduite est assurée.

Tous les assemblages qui assurent la continuité sont éclissés de la façon suivante à l'aide de câble(s) électrique(s) en cuivre multibrins isolé(s) :

- 1 câble de 10 mm² de section pour conduite DN ≤ 200
- 2 câbles de 10 mm² de section pour conduite DN > 200.

La soudure des câbles ne peut pas détériorer ou modifier l'acier ni sa protection interne. Le procédé de soudage est agréé par le fonctionnaire dirigeant. La bonne tenue des soudures est testée mécaniquement. Elles sont ensuite protégées par application de bandes anticorrosives conformes aux prescriptions du [P. 2.2.2](#). Dans les chambres, les câbles d'éclissage sont fixés aux parois.

- Toute "mise à la terre" est évitée.

Le revêtement externe est continûment diélectrique, y compris aux assemblages et sur toute pièce ne pouvant être isolée électriquement de la conduite. Toutes les pièces, notamment en fonte à brides, sont isolées de la conduite à l'aide de joints diélectriques. Une matière isolante résistant à la fois aux efforts mécaniques et présentant une valeur d'isolement électrique suffisante est interposée entre la conduite et les appuis. Les fers d'armature sont maintenus à une distance minimale de 20 mm de la conduite ou des ailettes de scellement.

Dans le cas où la distance avec une autre conduite ou câble est inférieure à 20 cm, il y a lieu de placer entre eux une protection intercalaire en matériau isolant imputrescible. Tout raccordement sur conduite existante est effectué par assemblage présentant un isolement suffisant.

- Les prises de potentiel sont installées en nombre suffisant.

Une prise est placée tous les 500 m, aux extrémités et aux croisements avec d'autres conduites. Ces prises sont ramenées dans des potelets ou sous pavés de contrôle ou à tout autre accessoire comportant un orifice de visite.

P. 2.2.1.3. EXECUTION

P. 2.2.1.3.1. POSTE DE SOUTIRAGE

L'appareil électrique est prévu avec une réserve de puissance de 25% et est monté dans une armoire métallique conçue pour un montage mural, avec porte à voyants, en matière solide et transparente, permettant de lire l'indication des appareils de mesure.

Le degré de protection de l'armoire est au moins de la classe IP.44 suivant la norme NBN EN 50102 + A1.

P. 2.2.1.3.2. OBLIGATIONS DE L'ENTREPRENEUR

L'entrepreneur effectue toutes les démarches nécessaires en vue de l'installation des appareils de protection, leur liaison à des déversoirs indépendants, y compris le raccordement au réseau basse tension. Il établit le projet pour l'occupation de voiries et pour l'acquisition éventuelle de terrains particuliers et les soumet à l'agrément du fonctionnaire dirigeant.

L'entrepreneur fournit au fonctionnaire dirigeant :

- un plan des dispositifs qu'il présente avec note de calculs justificative
- un schéma au 1/500e indiquant les différents dispositifs de protection.

Après réalisation, un plan de repérage coté, établi à la même échelle reprend tous les appareils de protection ainsi que les points de lecture.

P. 2.2.1.3.3. PROTECTION PAR ANODES REACTIVES

Ce système de protection est réservé à des canalisations de petits diamètres et de faibles longueurs. Les anodes réactives "au magnésium" sont réparties le long de la conduite tout en tenant compte de tous les impératifs précédemment développés. Une anode sur trois est pourvue d'une prise de potentiel permettant la lecture du courant débité.

P. 2.2.1.3.4. JOINT DIELECTRIQUE

Le joint diélectrique à l'assemblage des brides est constitué d'un joint de caoutchouc conforme au [C. 57.3](#) et de boulons à garniture isolante. La garniture isolante des boulons est composée d'une buselure et de rondelles en bakélite. Entre la tête de la vis, de l'écrou et la rondelle isolante, sont interposées 2 rondelles en acier conformes aux prescriptions du [C. 57.4](#). Aucune partie des boulons ne peut être en contact ou constituer un "point d'arc" possible avec les brides à assembler. Les brides assemblées sont enrobées par une bande anticorrosive; cette protection est poursuivie sur la tuyauterie de part et d'autre jusqu'à la protection passive existante.

P. 2.2.2. PROTECTION EXTERNE DE JOINTS SOUDES ET D' ELEMENTS DE CANALISATION EN ACIER NON PROTEGES EN USINE OU DEGARNIS DE LEUR PROTECTION D'ORIGINE

1. Cette protection est réalisée au moyen de 2 bandes, l'une assurant la protection anticorrosive, l'autre constituant le renforcement mécanique de la précédente. Les bandes sont imputrescibles et imperméables. Elles sont applicables à des températures comprises entre 0°C et 40°C.
2. Manchettes thermo-rétractables.

P. 2.2.2.1. BANDES ANTICORROSIVES

P. 2.2.2.1.1. TUYAUX DROITS (DN ≥ 150)

La bande anticorrosive est autosoudable à froid. Elle est constituée d'un film en polyéthylène enduit de butyle sur les deux faces. Elle a les caractéristiques suivantes :

- largeur : 100 ou 150 mm
- épaisseur totale : 0,5 mm ± 5 % (polyéthylène 0,3 mm et butyle sur les deux faces, face interne : épaisseur 0,15 mm, face externe : 0,05 mm)
- allongement à la rupture : 400 %
- résistance à la traction ≥ 30 N par 10 mm de largeur
- tension de percement ≥ 40 kV par mm d'épaisseur.

P. 2.2.2.1.2. PIECES EN FORME (BRIDES, COURBES, ...) ET TUYAUX DROITS (DN < 150 MM)

La bande anticorrosive en tissu synthétique est imprégnée et recouverte sur les deux faces d'une masse anticorrosive autocollante épaisse à base de polymères synthétiques additionnés d'un inhibiteur. Elle est recouverte extérieurement d'un film en polyéthylène.

Elle a les caractéristiques suivantes :

- largeur : 50 ou 100 mm
- épaisseur totale : 1 mm
- allongement à la rupture : 10 à 15 %
- résistance à la traction ≥ 80 N par 10 mm de largeur
- tension de percement ≥ 15 kV par mm d'épaisseur.

P. 2.2.2.2. BANDES DE PROTECTION MECANIQUE

P. 2.2.2.2.1. TUYAUX DROITS

Cette bande est composée d'un film en polyéthylène enduit de butyle sur une face.

Elle a les caractéristiques suivantes :

- largeur : 100 ou 150 mm
- épaisseur totale : 0,5 mm ± 5 % (polyéthylène 0,3 mm et butyle sur la face interne 0,2 mm)
- allongement à la rupture : 400 %
- résistance à la traction ≥ 30 N par 10 mm de largeur
- tension de percement ≥ 40 kV par mm d'épaisseur.

P. 2.2.2.2.2. PIECES EN FORME

Cette bande, autocollante à froid, est composée d'un support en matière plastique revêtu sur une face d'un adhésif. Elle a les caractéristiques suivantes :

- largeur : 50 ou 100 mm
- épaisseur totale : 0,22 ± 0,02 mm (support 0,16 à 0,18 mm, adhésif 0,04 à 0,06 mm)
- allongement à la rupture : 300 %
- résistance à la traction ≥ 28 N par 10 mm de largeur
- tension de percement ≥ 10 kV par mm d'épaisseur.

P. 2.2.2.3. EXECUTION

La surface métallique à protéger est sèche. Le métal et les revêtements d'origine avoisinant sur 15 à 20 cm les parties dégarnies sont brossés et débarrassés de poussière, chaux et rouille pulvérulente. Les aspérités des cordons de soudure sont éliminées.

Les parties à revêtir sont traitées à l'aide d'une couche d'adhérence compatible avec le revêtement d'origine et avec la nouvelle protection à appliquer. Cette couche d'adhérence est applicable à la brosse et son séchage est rapide.

Après séchage de la couche d'adhérence, la bande anticorrosive est posée, un tour en couverture radiale, puis en spirale et sous tension avec chevauchement de 50 % et terminé par un nouveau tour en couverture radiale.

Cet enrobage affecte toute la partie de métal non revêtu ou dégarni, ainsi que les abouts avoisinants de tuyauteries protégées en usine, et ce sur une longueur minimale de 15 à 20 cm.

Il est procédé de la même manière avec la bande de protection mécanique qui déborde la bande anticorrosive de 15 à 20 cm.

L'utilisation d'une machine dérouleuse d'enrobage est indiquée, de façon à assurer une tension constante. Pour l'application des bandes autocollantes à froid, la mise en place et le lissage après pose sont effectués manuellement. Les poches d'air sous-jacentes sont éliminées.

P. 2.2.3. PROTECTION DES GAINES

La protection des gaines est assurée par les mêmes dispositifs que ceux prévus pour la protection des canalisations du même matériau.

Les gaines en acier peuvent toutefois être protégées cathodiquement par un ruban en magnésium placé sous tube en PVC perforé; il s'agit d'une anode sacrificielle, des points de mesures sont alors prévus sur la gaine et la conduite.

P. 2.2.4. PROTECTION DANS LES TRAVERSEES SPECIALES

Les siphons en acier sont protégés cathodiquement. Si cette protection est assurée par anodes réactives, chacune est pourvue d'un pavé de contrôle.

En vue de l'application de la protection sur les passages en acier réalisés en plusieurs tronçons en dessous de voies d'eau, il est nécessaire d'assurer la continuité électrique des siphons en question.

Les joints en caoutchouc sont éclissés par un câble soudé de part et d'autre du manchon. Tous les passages en dessous de voies d'eau sont isolés électriquement de toute tuyauterie ou pièce en fonte par des joints ou des manchons isolants.

P. 2.3. VERIFICATION

Les mesures de contrôle de la protection cathodique (lecture du compteur pour les postes de soutirage, mesure du courant pour la protection par anode réactive) sont effectuées en présence du fonctionnaire dirigeant, avant la réception provisoire, un an après cette dernière et avant la réception définitive.

P. 2.4. PAIEMENT

La protection contre la corrosion et les courants vagabonds, les frais de raccordement électrique des appareils, l'exécution des mesures de contrôle, ... sont compris dans les prix unitaires des canalisations.

P. 3. JONCTIONS SUR LE RESEAU EXISTANT

P. 3.1. DESCRIPTION

Les jonctions sur le réseau existant consistent en l'exécution des branchements en ligne ou en dérivation sur les conduites en place.

L'entrepreneur ne peut effectuer des travaux sur des installations existantes de distribution d'eau qu'en accord avec le fonctionnaire dirigeant et/ou avec les services compétents de la Société distributrice concernée.

Les travaux en question ne peuvent être commencés que lorsque les manœuvres nécessaires sont exécutées par le personnel exploitant avec l'aide si besoin en est, des ouvriers de l'entrepreneur; il est strictement interdit à ce dernier de faire effectuer de son chef des manœuvres sur des installations en service.

L'entrepreneur prend toutes les mesures qui s'imposent pour réduire au minimum les interruptions de la distribution d'eau en exploitation. Si les interruptions de service se prolongent au-delà des délais normaux prévus et fixés en accord avec le personnel exploitant, celui-ci prend les mesures nécessaires afin d'assurer l'alimentation en eau potable de la population touchée par les coupures de distribution et ce aux frais de l'entrepreneur.

Sauf instructions contraires du fonctionnaire dirigeant ou prescriptions contraires dans les documents d'adjudication ou dans les plans, aux points de jonction des nouvelles conduites sur des canalisations existantes, ainsi qu'aux endroits où des conduites sont posées à proximité d'installations désaffectées ou à désaffecter, seuls les appareils, les tuyaux et les accessoires qui gênent la pose de nouvelles installations sont démontés.

Tout tronçon de conduite désaffecté mais non enlevé est obligatoirement obturé aux deux extrémités.

Il peut être imposé à l'entrepreneur de réaliser les jonctions avec de nouvelles conduites sur les installations existantes hors des heures normales de travail, y compris pendant la nuit et les jours non ouvrables. Dans ce cas, il appartient à l'entrepreneur d'obtenir toutes les autorisations indispensables à l'exécution du travail dans ces conditions particulières.

Lorsqu'une intervention (réparation, insertion d'appareils ou de nouvelles pièces, etc.) est opérée sur une canalisation en fonte ductile protégée par manche en polyéthylène, celle-ci est incisée pour permettre l'exécution des travaux voulus et la remise en état s'effectue comme suit, le fonctionnaire dirigeant pouvant imposer l'une ou l'autre de ces dispositions :

- soit, si la nature des travaux effectués le permet, par le placement d'une nouvelle manche enrobant la partie nouvelle ou réparée de la conduite; de part et d'autre de cette partie, la nouvelle manche est placée avec un recouvrement minimal de 0,30 m de la partie non dégradée de la protection existante;
- soit, par l'enrobage de la partie dégradée de la protection existante, au moyen d'une bande de polyéthylène ayant des caractéristiques au moins équivalentes à celles de la manche existante; de part et d'autre de la réparation, la bande de polyéthylène recouvre au moins de 0,30 m la manche existante.

Lorsqu'un branchement est effectué sur une tuyauterie protégée, la bande de polyéthylène dont il est question au second alinéa du [C. 58.3.5](#) recouvre la manche existante sur une distance minimale de 0,30 m de part et d'autre de l'incision.

P. 3.2. EXECUTION

P. 3.2.1. TRAVAUX PREPARATOIRES ET DE REMISE EN ETAT

L'opération comprend, outre les formalités nécessaires à l'obtention de toutes les autorisations , la mise en place de la signalisation adéquate, les terrassements nécessaires, y compris la réalisation d'un puisard.

P. 3.2.2. JONCTIONS

P. 3.2.2.1. JONCTIONS PAR RECOUPE DE LA TUYAUTERIE

L'opération comprend :

- les prestations à exécuter avant la mise hors service de la canalisation (au moins 24 h avant la mise hors service et en accord avec le gestionnaire du réseau concerné)
- les recoupes de la tuyauterie et l'appropriation des extrémités créées pour le placement des pièces de raccord et d'obturation
- l'épuisement des eaux
- l'obturation éventuelle, par un massif de béton, de la canalisation abandonnée, dans le cas où aucune pièce d'obturation n'est prévue aux documents d'adjudication.

P. 3.2.2.2. JONCTIONS PAR FORAGE EN CHARGE

L'opération comprend :

- le montage d'un manchon de dérivation en deux éléments
- la mise en place d'un robinet-vanne à passage intégral sur la tubulure de dérivation
- le perçage de la canalisation principale au diamètre de la tubulure.

P. 3.3. VERIFICATION

Les jonctions sont inspectées visuellement par le fonctionnaire dirigeant. Cette vérification est effectuée à la pression de service.

P. 3.4. PAIEMENT

Chaque jonction fait l'objet d'un forfait pour l'ensemble des prestations, y compris démontage éventuel de pièces. Au cas où le fonctionnaire dirigeant exige que la jonction soit exécutée après 20 heures, un supplément forfaitaire est porté en compte. Les raccords de jonction et d'obturation sont portés en compte à la pièce.

P. 4. EPREUVES EN TRANCHEE

P. 4.1. DESCRIPTION ET GENERALITES

Les épreuves en tranchées ont pour but de vérifier l'étanchéité de l'ensemble des canalisations, des appareils et des accessoires après leur mise en place.

L'enrobage des canalisations et le remblai des tranchées avant épreuve est toléré. Au cas où l'épreuve décrite ci-dessous ne serait pas satisfaisante et où il s'avérerait nécessaire de rouvrir les tranchées déjà remblayées, ce travail ainsi que le nouveau remblai, à réaliser comme le remblai initial, constituent une charge d'entreprise.

Les tranchées des parties de conduite verrouillées sont obligatoirement remblayées et le remblai est compacté avant d'effectuer l'épreuve du tronçon comprenant la conduite verrouillée. Néanmoins, la recherche éventuelle de fuites constatées ainsi que les frais y afférant incombent à l'entrepreneur.

P. 4.2. EXECUTION

En présence du fonctionnaire dirigeant, toutes les canalisations sont éprouvées sous une pression hydraulique exprimée en bars dont la valeur au point bas du tronçon considéré est égale :

- soit à la pression nominale des tuyaux augmentée de 100 kPa (1 bar)
- soit à la pression nominale des appareils augmentée de 100 kPa.

La moins élevée des deux pressions en cause est déterminante.

Les appareils de régulation, de comptage, de réduction de pression, soupapes de sécurité sont isolés ou remplacés par un élément bride-bride.

L'épreuve est exécutée avec les autres appareils en place et si les documents d'adjudication l'exigent avec les raccordements particuliers en attente.

Dans certaines circonstances admises par le fonctionnaire dirigeant, l'entrepreneur est autorisé à remplacer provisoirement les appareils des tronçons à éprouver par des "tôles-vannes", des plateaux ou des bouchons. Cette dérogation est conditionnée à l'exécution d'une seconde épreuve après la pose des appareils manquants; ce nouvel essai est effectué à la même pression d'épreuve.

Les épreuves sont exécutées par section de l'ordre de 500 m à déterminer en fonction des circonstances locales, en principe délimitées par deux robinets d'arrêt successifs. Dans certains cas, le fonctionnaire dirigeant peut cependant autoriser, moyennant éventuellement certaines conditions spéciales, l'exécution des épreuves sur des tronçons de plus grande longueur.

Il ne peut être procédé aux épreuves lorsque la température est inférieure ou égale à 0° C.

Les points hauts des tronçons à éprouver sont munis d'un appareil permettant l'échappement de l'air.

La pompe hydraulique, munie d'un manomètre, d'un manomètre enregistreur et d'un robinet de service, est raccordée au point le plus bas du (ou des) tronçon(s) à éprouver via un flexible raccordé à un plateau plein. Un jeu de robinets permet d'isoler la pompe ainsi que chacun des manomètres par rapport à la pompe et aux canalisations.

Les extrémités des tronçons à éprouver, sauf celle à laquelle est raccordée la pompe, sont munies de plateaux pleins équipés dans leur partie supérieure d'un robinet permettant l'échappement de l'air contenu dans la conduite.

Les manomètres à utiliser lors des épreuves sont :

- un manomètre, conforme à la norme NBN EN 837, dont le diamètre minimal du boîtier est de 160 mm; le fond d'échelle est compris entre 1,2 et 1,5 fois la pression d'épreuve
- un manomètre enregistreur d'un type agréé par le fonctionnaire dirigeant.

Un certificat d'étalonnage datant de moins d'un an est fourni.

Afin de permettre l'imprégnation du matériau ou du revêtement interne, les conduites en sidérociment, ainsi que celles en fonte ductile et en acier avec revêtement interne au mortier de ciment, sont mises sous pression au moins quarante-huit heures avant l'épreuve. Cette durée est augmentée en cas de nécessité.

Quel que soit le type de canalisations, ces dernières sont remplies d'eau de distribution, au plus tard la veille du jour prévu pour l'épreuve en tranchée. Tout manquement à cette obligation entraîne le report de l'épreuve.

Lors du remplissage des canalisations, la pression d'épreuve n'est pas dépassée.

Après une première montée en pression, l'entrepreneur procède, en présence du fonctionnaire dirigeant, à la purge de l'air à chaque point haut du tronçon à éprouver.

P. 4.3. VERIFICATION

P. 4.3.1. TUYAUX DE TOUTE NATURE A L'EXCEPTION DU POLYETHYLENE

Après stabilisation du manomètre à la pression d'épreuve, le tronçon à éprouver est maintenu à cette pression pendant 2 h. Durant cette période, le tronçon ne peut subir d'intervention.

Durant l'épreuve en tranchée, la perte de pression n'est pas supérieure à 50 kPa (0,5 bar) et le volume d'eau perdue, égal au volume à refouler dans la conduite pour y rétablir la pression initiale, ne dépasse la valeur limite de :

$$v = \frac{d\sqrt{p}}{7500} * L$$

v = volume d'eau perdue, en litres
d = diamètre nominal, en mm
p = pression d'épreuve, en kPa
L = longueur du tronçon, en km.

Lorsque l'épreuve n'est pas satisfaisante, les raccords, tuyaux, joints et appareils défectueux sont réparés immédiatement ou remplacés suivant le cas. L'épreuve est recommencée dans les mêmes conditions que l'essai initial jusqu'à ce qu'elle soit satisfaisante.

Lors de l'exécution des raccordements particuliers, un contrôle visuel, à la pression de service, est effectué par le fonctionnaire dirigeant.

P. 4.3.2. TUYAUX EN POLYETHYLENE

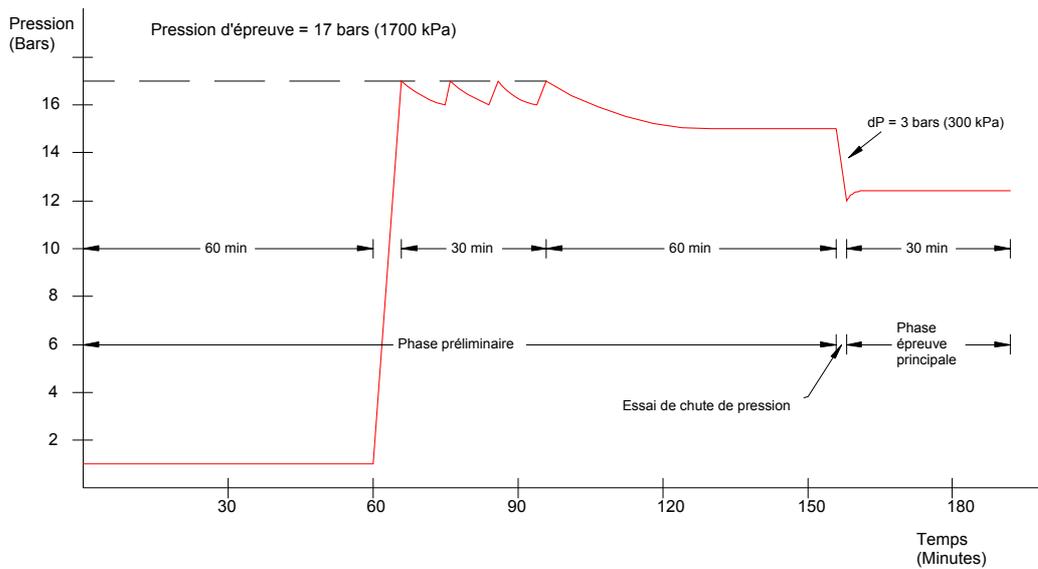
L'épreuve d'une durée minimale de 3 heures se réalise en 3 phases :

1. Phase préliminaire
2. Essai de chute de pression
3. Phase d'épreuve principale

Pour être acceptée, la canalisation réussit l'épreuve :

1. A l'issue de la seconde période de relaxation de 60 mn de la phase préliminaire (chute de pression inférieure ou égale 30 % de la pression d'épreuve).
2. A l'issue de l'essai de chute de pression (mesure de la perte d'eau inférieure à la valeur admissible).
3. A l'issue de la phase d'épreuve principale (la phase d'épreuve principale fait apparaître une remontée en pression dans la section d'épreuve).

Exemple de diagramme d'épreuve



Dans l'exemple ci-dessus, la pression d'épreuve a été fixée à 1700 kPa (17 bars).

Remarque importante : En cas de doute sur la remontée en pression à l'issue de la phase d'épreuve principale, on prolonge celle-ci jusqu'à une durée totale de 90 mn. Dans ce cas, la chute de pression est limitée à 25 kPa (0,25 bars) à partir de la valeur maximale atteinte en phase de contraction. Si la pression chute de plus de 25 kPa (0,25 bars) l'épreuve n'est pas satisfaisante et la canalisation est refusée (Il est conseillé de vérifier tous les raccords mécaniques préalablement au contrôle visuel des joints soudés).

Perte d'eau admissible dv_{\max}

Les tableaux en annexe synthétisent l'application de la formule :

$$dv_{\max} = 1,2.V.dp.\left[\frac{1}{E_w} + \frac{D}{e} \cdot \frac{1}{E_r}\right] \text{ où}$$

- dv_{\max} est la perte d'eau admissible en l
- V est le volume de la section de conduite en essai en l
- dp est la chute de pression mesurée en kPa
- E_w est le module d'élasticité de l'eau en kPa
- D est le diamètre intérieur du tuyau en m
- e est l'épaisseur de la paroi du tuyau en m
- E_r est le module d'élasticité en flexion transversale de la paroi du tuyau en kPa
- 1,2 est un facteur correctif tenant compte de la teneur admissible en air pendant la phase d'épreuve principale.

Afin de faciliter l'application de la formule, les conventions suivantes ont été fixées:

- dv_{\max} est exprimé en millilitres par mètre de canalisation ;
- dp est fixé à 200 kPa (2 bars) pour les canalisations PN 12 et 300 kPa (3 bars) pour les canalisations PN 16;
- E_w , le module d'élasticité de l'eau est égal à 2050000 kPa;
- E_r , le module d'élasticité en flexion transversale de la paroi du tuyau est égal à 800000 kPa (PE 80 suivant les normes de la série pr EN 12201) et 900000 kPa (PE 100 suivant les normes de la série pr EN 12201).

Les résultats du calcul sont rassemblés dans deux tableaux ci-dessous.

TUBES PE 80/SDR 11 - pr EN 12201 - PN 12,5									
PE	DE (mm)	D(m)	e (m)	V(litres)	L(m)	dP(kPa)	Ew (kPa)	Er (kPa)	Dvmax (ml/m)
80 (pr EN 12201)	50	0,0408	0,0046	1,31	1	200	2,05E+06	8,00E+05	3,63
80 (pr EN 12201)	63	0,0514	0,0058	2,07	1	200	2,05E+06	8,00E+05	5,76
80 (pr EN 12201)	75	0,0612	0,0069	2,94	1	200	2,05E+06	8,00E+05	8,17
80 (pr EN 12201)	90	0,0736	0,0082	4,25	1	200	2,05E+06	8,00E+05	11,95
80 (pr EN 12201)	110	0,09	0,01	6,36	1	200	2,05E+06	8,00E+05	17,92
80 (pr EN 12201)	125	0,1022	0,0114	8,20	1	200	2,05E+06	8,00E+05	23,02
80 (pr EN 12201)	140	0,1144	0,0128	10,28	1	200	2,05E+06	8,00E+05	28,76
80 (pr EN 12201)	160	0,1308	0,0146	13,44	1	200	2,05E+06	8,00E+05	37,69
80 (pr EN 12201)	180	0,1472	0,0164	17,02	1	200	2,05E+06	8,00E+05	47,82
80 (pr EN 12201)	200	0,1636	0,0182	21,02	1	200	2,05E+06	8,00E+05	59,15
80 (pr EN 12201)	225	0,184	0,0205	26,59	1	200	2,05E+06	8,00E+05	74,71
80 (pr EN 12201)	250	0,2044	0,0228	32,81	1	200	2,05E+06	8,00E+05	92,09
80 (pr EN 12201)	280	0,229	0,0255	41,19	1	200	2,05E+06	8,00E+05	115,78
80 (pr EN 12201)	315	0,2576	0,0287	52,12	1	200	2,05E+06	8,00E+05	146,44
80 (pr EN 12201)	355	0,2904	0,0323	66,23	1	200	2,05E+06	8,00E+05	186,40
80 (pr EN 12201)	400	0,3272	0,0364	84,08	1	200	2,05E+06	8,00E+05	236,60

TUBES PE 100/SDR 11 - pr EN 12201 - PN 16									
PE	DE (mm)	D(m)	e (m)	V(litres)	L(m)	dP(kPa)	Ew (kPa)	Er (kPa)	Dvmax (ml/m)
100 (pr EN 12201)	50	0,0408	0,0046	1,31	1	300	2,05E+06	9,00E+05	4,87
100 (pr EN 12201)	63	0,0514	0,0058	2,07	1	300	2,05E+06	9,00E+05	7,72
100 (pr EN 12201)	75	0,0612	0,0069	2,94	1	300	2,05E+06	9,00E+05	10,95
100 (pr EN 12201)	90	0,0736	0,0082	4,25	1	300	2,05E+06	9,00E+05	16,02
100 (pr EN 12201)	110	0,09	0,01	6,36	1	300	2,05E+06	9,00E+05	24,02
100 (pr EN 12201)	125	0,1022	0,0114	8,20	1	300	2,05E+06	9,00E+05	30,86
100 (pr EN 12201)	140	0,1144	0,0128	10,28	1	300	2,05E+06	9,00E+05	38,55
100 (pr EN 12201)	160	0,1308	0,0146	13,44	1	300	2,05E+06	9,00E+05	50,51
100 (pr EN 12201)	180	0,1472	0,0164	17,02	1	300	2,05E+06	9,00E+05	64,09
100 (pr EN 12201)	200	0,1636	0,0182	21,02	1	300	2,05E+06	9,00E+05	79,28
100 (pr EN 12201)	225	0,184	0,0205	26,59	1	300	2,05E+06	9,00E+05	100,14
100 (pr EN 12201)	250	0,2044	0,0228	32,81	1	300	2,05E+06	9,00E+05	123,43
100 (pr EN 12201)	280	0,229	0,0255	41,19	1	300	2,05E+06	9,00E+05	155,18
100 (pr EN 12201)	315	0,2576	0,0287	52,12	1	300	2,05E+06	9,00E+05	196,27
100 (pr EN 12201)	355	0,2904	0,0323	66,23	1	300	2,05E+06	9,00E+05	249,83
100 (pr EN 12201)	400	0,3272	0,0364	84,08	1	300	2,05E+06	9,00E+05	317,10

P. 4.4. PAIEMENT

Les frais relatifs aux épreuves en tranchées ainsi qu'aux accessoires, matériel, énergie, transport de l'eau, calage provisoire, ... nécessaires pour permettre leur réalisation constituent une charge d'entreprise.

Les documents d'adjudication précisent les modalités et le prix de la fourniture de l'eau nécessaire aux épreuves.

P. 5. DESINFECTION DES INSTALLATIONS

P. 5.1. DESCRIPTION

Afin de garantir le maintien de la qualité de l'eau transportée, les installations sont nettoyées et désinfectées avant mise en service.

P. 5.2. MODE D'EXECUTION

1. Après l'épreuve, les canalisations sont vidangées à fond.
2. En vue d'évacuer les impuretés et les déchets introduits dans les canalisations lors des manutentions et de la pose, un rinçage énergétique est effectué avec l'eau de la distribution jusqu'à obtenir une eau limpide.
3. Le nouveau tronçon est rempli à l'aide d'une solution d'eau potable mélangée à de l'hypochlorite de soude (eau de Javel) de manière à créer un mélange homogène.

La concentration maximale de l'eau de désinfection est de 20 g/m³ de chlore actif ou 0,67 l/m³ d'eau de Javel du commerce (titrant 10°) ou 6,7/D l/m³ d'eau de Javel titrant D°.

Cette solution est maintenue en contact avec l'installation pendant une durée minimale de 2 h.

4. Le tronçon est vidangé de la solution désinfectante. Si les documents d'adjudication le prévoient, celle-ci est neutralisée par injection de thiosulfate de soude ou de bisulfite de soude anhydre.
5. Le tronçon est à nouveau rincé à l'eau de distribution jusqu'à élimination totale de l'odeur de chlore. La concentration en chlore de l'eau distribuée ne peut dépasser 0,25 mg/l.

P. 5.3. ANALYSES

Le fonctionnaire dirigeant prélève, après désinfection, un échantillon de l'eau servant au remplissage, ainsi que de l'eau ayant séjourné dans la nouvelle installation, en vue de procéder aux analyses, dans un laboratoire accrédité.

Chaque installation neuve n'est réceptionnée que si la qualité des échantillons remis au laboratoire ne subit pas de détérioration du fait du passage de l'eau au travers de l'installation.

La désinfection est recommencée jusqu'à l'obtention de résultats satisfaisants.

P. 5.4. PAIEMENT

Sauf mention contraire dans les documents d'adjudication, les frais relatifs à la désinfection des installations ainsi qu'aux accessoires, matériel, énergie, transport de l'eau, ... nécessaires pour permettre sa réalisation constituent une charge d'entreprise.

Les documents d'adjudication précisent les modalités et le prix de la fourniture de l'eau nécessaire à la désinfection. Ils précisent également les dispositions concernant la prise en charge financière des analyses et du désinfectant.

P. 6. HYPOTHESES DE CALCUL POUR LE DIMENSIONNEMENT DES CHAMBRES POUR APPAREILS CONSTRUITES SUR SITE

P. 6.1. CHAMBRES EN MACONNERIE ET EN BETON ARME

Les surcharges à prendre en considération pour le calcul des chambres situées sous les aires de circulation ou de stationnement ou sous tout terrain accessible aux véhicules, aux engins de génie civil et aux engins agricoles sont les suivantes :

- une surcharge q uniformément répartie de 2 t/m²;
- une surcharge mobile Q concentrée correspondant à un essieu tandem de 30 t composé de deux essieux de 15 t distants entre eux de 1,50 m. Chaque essieu comporte deux groupes de roues de 7,5 t chacun. La surface de contact de chaque groupe de roues correspond à 0,50 m x 0,20 m (0,20 m dans le sens de la circulation). La largeur du véhicule correspondant à cet essieu tandem est de 2,50 m et l'entre distance des groupes de roues est de 1,70 m. La position transversale et longitudinale de la surcharge mobile est choisie de manière à réaliser la sollicitation la plus défavorable.

Les ouvrages situés en dehors des zones précitées, dans des aires accessibles uniquement à la circulation des piétons et des cyclistes sont calculées pour une surcharge uniformément répartie de 0,5 t/m² de surface horizontale.

On admet, comme coefficient de poussée des terres (face verticale de la chambre, terre-plein horizontal non chargé ou chargé uniformément),

$$K_p = \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right)$$

avec φ = angle de frottement interne fonction de la nature du terrain.

Sauf indications contraires aux documents d'adjudication, les courbes et les tés placés dans les chambres avec ou sans pièce de démontage sont butés. Le calcul de ces butées est intégré dans la note de calcul des chambres et tient compte d'une pression dans la conduite égale à la pression d'épreuve. Les efforts engendrés sont repris par le radier de la chambre.

Les butées à l'intérieur des chambres peuvent être remplacées, moyennant accord préalable du fonctionnaire dirigeant, par des butées d'ancrage établies de part et d'autre de la chambre. Le coût des butées, qu'elles soient à l'intérieur ou à l'extérieur des chambres, fait l'objet du poste P9100 du C.P.N.

P. 6.2. DALLES DE COUVERTURE ET CHAMBRE EN BETON ARME

Les chambres sont calculées pour éviter, à tout stade, une fissuration supérieure à 0,1 mm.

Pour couvrir les risques de fissuration par effet de retrait et des gradients de température et pour mieux répartir les tractions éventuelles, le pourcentage géométrique d'armatures ordinaires rapporté à la totalité de la section ne peut être inférieur à :

- 0,10 % x 1,5 = 0,15 % pour les dalles soit 0,075 % par face;
- 0,15 % x 1,5 = 0,225 % pour les autres formes soit 0,112 % par face.

Les cas des charges les plus défavorables qui doivent être envisagés dans les calculs sont les suivants :

- chambre remplie d'eau, fouilles non remblayées;
- chambre vide, fouilles remblayées.

Pour le calcul, le niveau de la nappe phréatique est pris égal au niveau du terrain tel qu'il doit être rétabli. L'ensemble présente une sécurité au soulèvement de 1,2 en stade définitif (chambre vide : fouilles remblayées) et de 1,1 en stade provisoire (chambre vide : fouilles non remblayées) avec ou sans surcharges selon le cas le plus défavorable.

Les calculs tiennent également compte qu'au droit des pièces de traversée des murs des chambres, l'étanchéité est assurée par l'un des dispositifs suivants, ceux-ci, spécialement étudiés pour résister à la corrosion et au vieillissement, sont, ainsi que la technique de mise en œuvre, soumis à l'agrément du fonctionnaire dirigeant :

- une pièce métallique constituée d'une gaine de protection extérieure à la conduite, avec bride formant chambre d'étanchéité au moyen d'un joint en caoutchouc de forme appropriée pouvant être comprimé par une bague de pression à serrage par boulons ;
- un joint composé de coulisses d'assemblage en caoutchouc s'emboîtant, en forme de ceinture, autour de la conduite et dont la compression est assurée par le serrage de plaques de pression.
- une garniture d'étanchéité en élastomère serrée entre deux brides en acier biseautées dont la visserie est soudée de façon étanche à celle en contact avec la nappe phréatique.

Les pièces de traversée de murs munies d'ailettes de scellement ne sont autorisées que si elles sont expressément prévues aux documents d'adjudication.

Le béton et les aciers utilisés répondent respectivement aux prescriptions des [C. 14](#) et [C. 16](#).