

5.8.1. Prescription générale

Tous les composants du réseau acier pré-isolé gaine PEHD tels que longueurs droites, coudes, tés, réductions, compensateurs, purges, vidanges, etc... sont isolés en usine.

Tous les éléments droits et accessoires du réseau pré-isolé seront fabriqués en usine sauf exceptionnellement les coudes d'angle particulier et de diamètre inférieur à DN 80 qui pourront être fabriqués sur place moyennant une méthodologie à préciser et à faire valider au Maître d'Œuvre.

L'isolation retenue pour l'ensemble du projet est une isolation de série 2. Toute dérogation à ce choix d'isolation fera objet d'une demande formelle au Maître d'œuvre, accompagné de justificatif de calculs de rendement.

Les canalisations BP seront posées sur un lit de sable (100 mm) soigneusement compacté en fond de fouille et réalisées en tube acier pré-isolés rigides conforme à la réglementation en vigueur, tuyauteries en acier noir à extrémités lisses, normes EN 253 & EN 10217, utilisés aux températures élevées jusqu'à 109°C.

Elles devront permettre des piquages en charge en reprenant les contraintes de normes ainsi que les qualités nominales des tubes pré-isolés en termes d'étanchéité et d'isolation thermique.

Les tubes seront pourvus d'une enveloppe de protection type PEHD, réticulé et de caractéristiques suivantes :

- Isolation par mousse isolante en polyuréthane, coefficient de conductivité thermique : 0,023 à 0.027W/m²K ;
- Masse volumique de la mousse de polyuréthane 80 kg/m³ (norme EN-253) ;
- Masse volumique de l'enveloppe de protection en PEHD : 935 kg/m³ (norme EN-253) ;
- Allongement à la rupture minimum : 350 % (norme EN-253) ;
- Contrainte maximum à la rupture : 20 Mpa ;
- Conditionnement par barre de 6m ou 12 m de longueur maximale.

5.8.2. Prescription de pose

Les prescriptions du fabricant des tubes devront être scrupuleusement respectées pour la manutention, le stockage, la mise en place et la réalisation du réseau et l'enrobage des canalisations.

Tout le personnel assurant la pose devra être agréé par le fabricant des tubes et justifier d'un certificat délivré par celui-ci.

Dans tous les cas, les installations seront contrôlées par le fabricant des tubes avant recouvrement des tranchées. Ce dernier fournira un compte rendu où il indiquera que les installations ont été exécutées conformément à ses prescriptions.

Les valeurs maximales des longueurs droites sont calculées par diamètre pour limiter les contraintes et éliminer les risques de flambage des tubes.

Il sera mis en place des points fixes, des lyres, ou des compensateurs suivant les prescriptions. Les changements de direction du tracé seront utilisés pour reprendre la dilatation.

5.8.3. Manutention – stockage - bardage

Les pièces ainsi que les tuyauteries ne devront subir aucun choc lors des manutentions. On évitera particulièrement les flexions excessives. Il sera pris un soin particulier des extrémités des tubes (Bouchons).

Les tuyauteries seront chargées sur des camions spécialement aménagés et arrimées pendant le transport. Les accessoires, coudes, tés, etc. seront rangés dans des camions et arrimés de façon qu'ils ne puissent se déplacer pendant le transport.

En aucun cas la robinetterie ne pourra être déposée sur les tubes.

Les manutentions brutales, les flèches importantes, les ballants, ainsi que tous les contacts avec des pièces métalliques comportant des angles vifs sont à proscrire. Les tuyauteries et accessoires ne devront pas être traînés

sur le sol mais portés. Ils ne devront pas être laissés tomber sur le sol.

Le déchargement et, d'une manière générale, toute manutention se fera à l'aide de sangles larges (100 mm minimum) ou de crochets munis de protection caoutchouc. L'emploi de câbles ou de chaînes métalliques est strictement prohibé. La manutention des équipements se fera suivant les règles de l'art.

Les tuyauteries (Tuyaux + Raccords) seront déposées sur une aire de stockage (à définir). L'Entrepreneur devra prendre des précautions pour le stockage des tuyaux & raccords sur site, les pièces seront disposées par catégorie et par diamètre hors des terrains inondables. Les extrémités seront bouchonnées (Caps plastique).

Les tuyaux peuvent être descendus directement dans la tranchée ou bardés le long de la fouille.

Toutefois la génératrice inférieure ne devra pas reposer sur des points durs ou arêtes vives. Les tuyaux peuvent être stockés, génératrice sur génératrice, en remplaçant les protections utilisées lors du transport, leurs extrémités doivent être obturées par des bouchons en matière plastique.

Tous les accessoires seront stockés à l'abri des intempéries. Le gerbage des éléments droits pourra être fait sur une hauteur de 2 m maximum sur sol sec et uni, le calage latéral doit être effectué sur parois continues lisses.

En cas de stockage prolongé (plus d'un mois) les éléments seront protégés par des bâches en toile.

En aucun cas le déplacement et la manutention des tuyaux ne se feront avec un Chariot élévateur (Ex. Manitou) sur les différentes Routes.

5.8.4. Assemblage des tuyauteries

Les tuyaux en acier seront déposés dans le fond de fouille, par des sangles ou tout autre moyen de manutention adéquat, ensuite les éléments seront assemblés.

Il ne pourra être utilisé aucun mode de calage autre que les cales en mousse de section 10*10 cm² prévues à cet effet (morceaux de bois, briques, etc.). A chaque arrêt de travail les extrémités des tubes intérieurs seront obturées pour éviter l'introduction de corps étrangers.

Après coupe, les extrémités des tubes seront préparées selon les recommandations de l'institut de soudure.

Les tuyaux et raccords en acier seront assemblés par soudure à l'arc en s'assurant que l'isolant ne risque pas d'être détérioré, une plaque de protection thermique devra éventuellement être utilisée.

5.8.5. Reprise d'isolation et d'étanchéité - Pénétrations

- ✓ Contrôle visuel : s'assurer que les pièces du réseau ne présentent aucune dégradation et qu'elles ont été correctement mises en place.
- ✓ Type de jonction : Sur chaque soudure, la réalisation des joints isolants permettant d'assurer la continuité du calorifuge est faite obligatoirement au moyen de manchons rigides électrosoudables ou thermorétractables. En option, seront chiffrés le remplacement des kits de jonction i2 par des kits de jonction i3 ou i10. Les joints en feuille sont interdits.
- ✓ Mise en œuvre : Les jonctions seront faites conformément aux prescriptions du fabricant des tubes. La pose de l'isolation des jonctions est faite par le fabricant des tubes lui-même ou par du personnel formé et agréé par lui (joindre certificat du fournisseur de tube).
- ✓ Dommmages : au cas où l'enveloppe isolante serait endommagée, l'élément défectueux sera remplacé et traité comme un point particulier.
- ✓ Traversée de mur lors des pénétrations dans les chambres, les galeries et les bâtiments : Avant le raccordement du réseau avec les parties intérieures, il sera mis en place une bague de traversée (Joint) du mur proprement dit et la capsule (Coiffe) d'étanchéité électro ou thermo rétractable provenant du fabricant du tube.
- ✓ Pénétrations : les tuyauteries isolées pénétreront à l'intérieur des bâtiments de 50 cm au minimum, si la pénétration se fait horizontalement (pénétration en sous-sol), de 1m par rapport au sol si la sous station se situe au rez-de-chaussée.
- ✓ Fin de ligne : une attention particulière sera apportée pour la mise en place de la coiffe d'étanchéité et des vannes de sectionnement en sous-station. Par ligne de tuyauterie, une vanne +1 bobine + 1 coude ou 1 tés seront installés, suffisamment éloigné des parois afin de permettre le remplacement de la vanne par la suite

et permettre également les travaux de soudure des canalisations primaires prévus au titre du lot n°7 Sous-station. Une peinture antirouille + bande DENSO seront mise en place sur les longueurs non pré-calorifugées.

L'entrepreneur aura pris note que les zones de travaux se trouvent en zone inondable, par remontée de nappe notamment, et intégrera dans son offre les propositions techniques pour assurer une étanchéité en tout temps de ces canalisations.

5.8.6. Isolation des tubes en acier nu

Tous les matériaux isolants, les revêtements de protection et les accessoires devront être conformes aux règlements et textes en vigueur, en particulier pour ce qui concerne leur comportement au feu.

L'isolation des réseaux et appareils devra être réalisée de façon telle que le démontage de toutes les parties amovibles puisse être effectué aisément.

La réalisation du calorifuge devra être compatible avec le supportage de tous les équipements.

Les vannes, la robinetterie en général, ainsi que les brides seront calorifugées par des matelas d'isolation thermique industrielle démontables avec système de fermeture en sangle tissu équipé de boucle métallique classé M0.

L'isolation de la tuyauterie sera réalisée au moyen de coquilles de laine minérale à fibres concentriques dont le diamètre intérieur devra correspondre au diamètre extérieur de la tuyauterie.

Les coquilles nues seront fixées sur la tuyauterie au moyen de feuillards minces tendus ; l'utilisation du fil de fer est interdite.

Toutes les tuyauteries seront pourvues d'une barrière pare-vapeur disposée au-dessus de l'isolant et dont la perméabilité à la vapeur d'eau, mesurée suivant la norme NF X 41 0001 en conditions tropicales (38°C, 90 % HR), ne devra pas dépasser 2 g/m²24 h.

La barrière pare vapeur sera constituée par 2 ou plusieurs couches d'un enduit bitumineux ou d'un mastic spécial appliqué sur entoilage croisé. On veillera à ce que l'application soit parfaitement continue et d'épaisseur constante.

Le supportage sera réalisé de façon à ne pas couper la barrière pare vapeur et à ne pas déformer l'isolation.

5.8.7. Dilatation

La dilatation naturelle est à privilégier. Elle se fera soit par les coudes de changement de direction du tracé, soit par des baïonnettes lors des changements de côté d'une rue, soit par des lyres de dilatation pour les grandes longueurs droites.

L'entrepreneur fournira une note de calcul de dilatation avant exécution adaptée aux fournitures employées et prenant en compte les caractéristiques de fonctionnement de réseaux. Toute modification de tracé au cours du chantier fera l'objet d'une mise à jour du calcul de dilatation.

Conformément aux spécifications générales, le recours à des compensateurs est interdit sauf autorisation expresse du maître d'œuvre ou du maître d'ouvrage. La mise en place de compensateurs est autorisée qu'en cas d'incapacité technique ou financière à la dilatation naturelle.

En cas d'installation de compensateurs, ceux-ci seront calculés pour un fonctionnement de 500 cycles complets dans les deux sens de circulation possible. La mise en place de compensateurs monocycles est proscrite

Les points fixes consistent en un massif de béton armé dont le tube en acier est rendu solidaire par l'intermédiaire d'une bride d'ancrage soudée au milieu du tube caloporteur. La mise en œuvre s'il y en a, suivra le déroulement suivant :

- ✓ Épreuve hydraulique de la portion concernée du réseau,
- ✓ Mise en place des raccords et de l'isolation par additif,
- ✓ Réalisation du ou des massifs de béton armé. Les valeurs des efforts que peuvent encaisser les points fixes seront calculées. Les dimensions minimales des massifs en béton dépendant de la nature et de la configuration du terrain seront déterminées par les services techniques du fabricant des tuyaux et feront

l'objet d'un plan. Il est rappelé que, dans tous les cas de figure, ces massifs devront toujours s'ancrer dans un sol non remanié.

5.8.8. Points importants

Les accessoires pré-isolés, tés, courbes type 3D, piquages, réductions seront réalisées par des pièces préfabriquées du commerce et conformes à la Norme en vigueur. La mise en œuvre des tubes devra être conforme aux prescriptions du fabricant, utilisation de coussins de dilatation avec les coudes à 90° (Tous changements de direction), jonctions par kits de jonction permettant de réaliser la continuité de l'isolation.

5.8.9. Epreuves hydrauliques

Après construction du réseau et avant les travaux d'isolation, L'Entrepreneur procédera à l'épreuve hydraulique du réseau suivant le cahier des charges visant les essais COPREC à une pression égale à 1,5 fois la pression de service avec un minimum de 15 bars, pendant une durée minimum de 24 h 00, puis cas échéant marteler les soudures afin de vérifier qu'elles ne subiront pas de dommages provoqués par les contraintes engendrées par la mise en température du réseau et de dilatation en résultant.

Après validation de l'épreuve hydraulique du réseau, L'Entrepreneur établira un Procès-Verbal d'essais, daté et signé

Ce Procès-Verbal sera impérativement contresigné par la MOA ou la MOE, qui auront été avertis 48h à l'avance de la réalisation de l'essai. Sans contre-signature, l'épreuve ne sera pas validée.

Le nettoyage et le rinçage des tuyauteries avant mise en eau définitive sont à la charge de L'Entrepreneur.

Les désagréments que pourraient engendrer un mauvais nettoyage des tuyauteries dans les éléments des sous stations (filtres, échangeurs, ...), seront imputables à l'entreprise.

L'Entrepreneur prendra à sa charge la fourniture de l'eau nécessaire aux épreuves et aux rinçages des canalisations, ainsi que tous les équipements nécessaires au rinçage et aux épreuves.

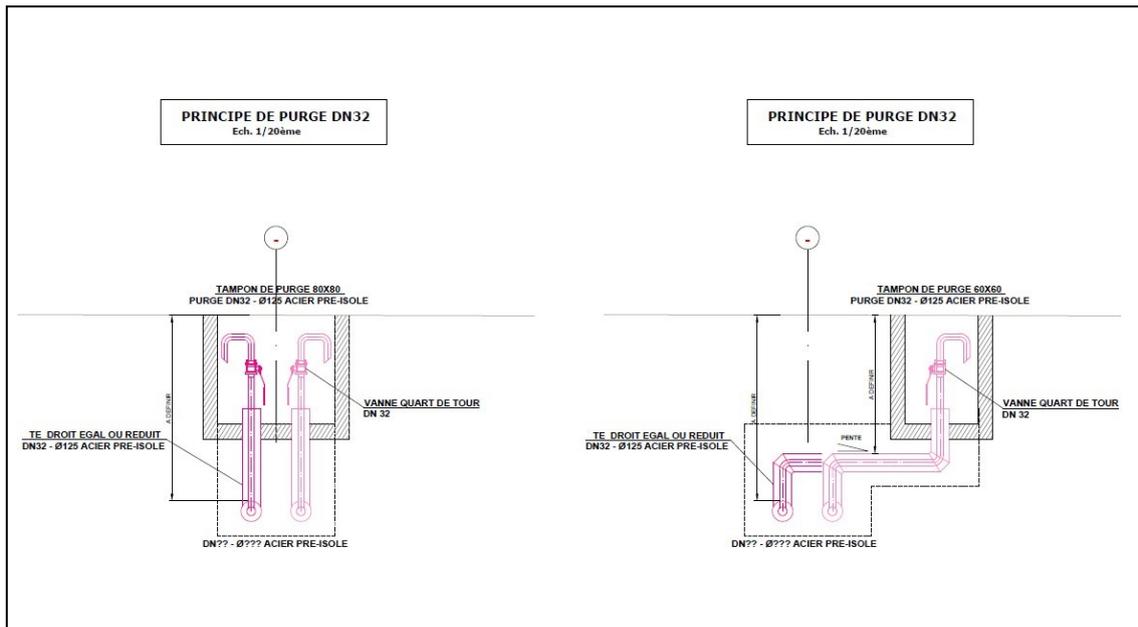
L'épreuve hydraulique sera à réaliser seulement sur la partie neuve. Des radios sur les tés/piquages au réseau existant seront à prévoir.

5.8.10. Détection de fuites

Les câbles de détection de fuite seront intégrés au complexe isolant et raccordés à l'avancement de l'exécution.

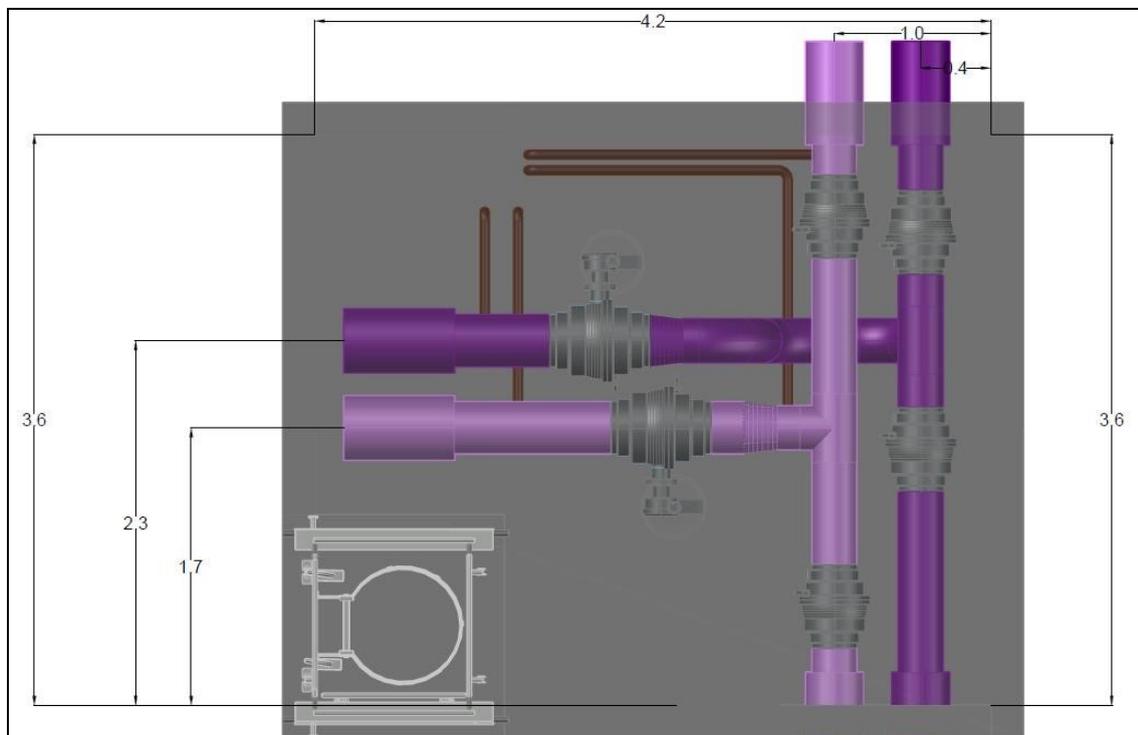
Les tests de continuité électrique et de résistance systématiques et exhaustifs seront obligatoirement réalisés à l'avancement selon une procédure que l'Entrepreneur proposera pour validation au Maître d'Œuvre. Un PV de contrôle de la continuité du fil de détection de fuite devra être fourni par l'Entrepreneur.

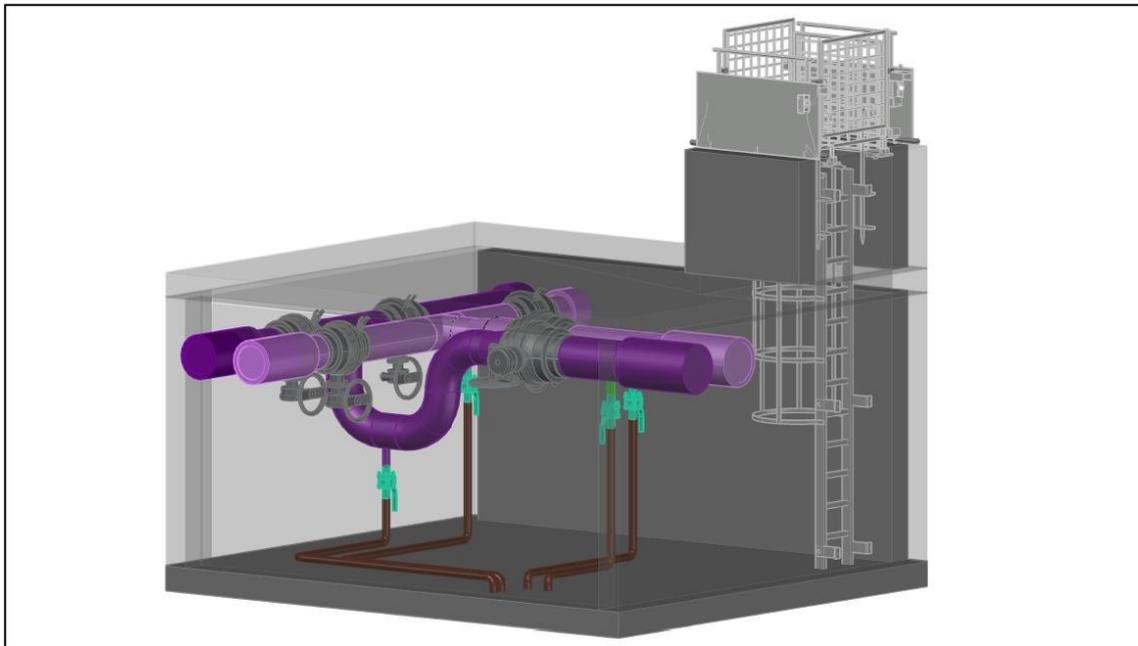
5.9. Exemple d'ouvrages d'exploitations



Tous les départs seront isolés du tronçon principal par des ouvrages, avec vannes de sectionnement manœuvrable avec bouches à clés ou des vannes accessible sous regard (en option) afin de permettre un accès facile aux vannes.

Dans le cas de réalisation des chambres de vannes (non concerné pour le présent marché), les ouvrages de sectionnement autre que pour les branchements seront visitables, de dimensions minimales comme représentés sur plan ci-dessous :





5.9.1. Dispositifs d'accès

Les regards d'accès seront circulaires, laissant un gabarit de passage de 600 mm minimum, et de classe D400 (Groupe 4) sous voirie sinon D250 suivant la norme EN124. Ils seront en fontes ductiles, et équipés d'un joint en Elastomère afin d'assurer une étanchéité de l'ouvrage.

Les tampons seront articulés avec boîtier de manœuvre ergonomique, et interchangeable. Ils se manipuleront avec une clé de manœuvre C24, et seront équipés d'un verrou $\frac{1}{4}$ de tour et d'une goupille antivol. Le cadre sera adapté au scellement

5.9.2. Puisards

Si des purges et/ou des vidanges du réseau sont implantées dans l'ouvrage, celui-ci sera équipé d'un puisard. Ce puisard sera recouvert d'un caillebotis.

5.9.3. Conception et calcul des ouvrages

5.9.3.1. Prescriptions générales

En ce qui concerne les ouvrages en béton armé, les plans d'ensemble et de détails ainsi que les notes de calculs sont établies par le titulaire.

Les notes de calcul et les plans d'exécution doivent être transmis et validés par la MOA ou son représentant avant le démarrage des travaux.

Le titulaire doit en outre vérifier les épaisseurs des parois des ouvrages pour que ceux-ci puissent résister à la poussée des terres, éventuellement la pression exercée par les ouvrages supérieurs et à la pression hydrostatique.

5.9.3.2. Prescriptions particulières

Le titulaire prend toutes dispositions pour assurer la bonne qualité du travail, particulièrement en protégeant le béton, les scellements et les enduits contre les effets de la chaleur provenant des canalisations en service.

L'attention du titulaire est particulièrement requise sur les travaux de bétonnage à proximité des ouvrages en charge. Le titulaire doit prendre toutes les précautions nécessaires pour la réalisation des travaux en toute sécurité.

5.9.3.3. Surcharges

Les surcharges à considérer pour le calcul des ouvrages situés sous la voie publique, qu'ils soient sous chaussée ou sous trottoir, sont les différents types de surcharges roulantes réglementaires précisés dans le C.C.T.G., fascicule 61, titre II : conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art.

Les ouvrages en béton (armé ou non) sont calculés pour résister à la poussée des terres ou éventuellement aux efforts dus à la mise en charge des égouts jusqu'au niveau de la voie publique ou à la rupture inopinée de conduites d'eau.

Aux surcharges ainsi définies, sont ajoutées la charge propre ainsi que les charges dues au terrain, aux chapes, aux revêtements de voie publique et au dallage.

Pour la vérification des sections, on retient les cas de charges les plus défavorables, d'une part pour les moments fléchissant et d'autre part pour les efforts tranchants, en tenant compte, le cas échéant, des effets dynamiques ou vibratoires.

5.10. Vannes de sectionnement

Elles seront à raccords soudés et de type pré-isolées. Elles sont obligatoirement fournies par le fournisseur du tube pré-isolé et doivent toutes être de même marque et type.

Toutes les vannes seront prévues de la gamme de pression PN adapté.

Les vannes à boisseau seront obligatoirement fournies par le fournisseur du tube pré isolé. Le corps de vanne sera en acier S235JR. La tige et la boule seront en acier inoxydable. Les sièges seront en carbone renforcé PTFE. Les joints d'étanchéité seront en graphite/PTFE.

La position des chambres et regards sera étudiés de façon à faciliter les opérations de maintenance.

Les caractéristiques dimensionnelles des bouches à clés, des fourreaux de guidage et des regards devront permettre la libre dilatation des vannes et la mise en place de l'outillage nécessaire à la manœuvre de la vanne.

Des fourreaux PVC de guidage, de DN200, seront mis en place verticalement dans l'alignement des têtes de vannes jusqu'au niveau du tampon.

Les vannes seront manœuvrables depuis une bouche à clés si le démultiplicateur est portable. Tout appareillage spécifique de manœuvre sera fourni au gestionnaire du réseau.

Pour les vannes directement équipées de réducteur, un accès au volant de manœuvre se fera par regard.

Les têtes de vannes seront implantées de manière à permettre leur manœuvre par l'extérieur du regard avec une clef de manœuvre (**carré de manœuvre**). Les vannes sont manœuvrables avec un appareillage spécifique depuis l'extérieur, à fournir au Maître d'Ouvrage.

L'ensemble des vannes sont équipées d'un démultiplicateur (mobile ou fixé sur la vanne) pour les diamètres DN2000 et supérieurs.

Des tubes allongés fonte ou PVC de guidage, DN200 ou plus, seront mis en place verticalement dans l'alignement des têtes de vannes jusqu'au niveau du tampon, afin de faciliter la mise en place de l'outillage.

L'utilisation de vannes traditionnelles en chambres maçonnées est interdite.

L'ensemble des vannes devront être conforme à la norme NF EN 488 – 12/2015.

5.13. Matériaux de remblaiement de tranchée

Si leurs caractéristiques le permettent, les matériaux extraits des fouilles peuvent être réutilisés comme matériaux de remblais.

Le réemploi des terres excédentaires est autorisé en respectant le règlement de voirie de Bordeaux Métropole. L'entrepreneur devra faire procéder, à ses frais, une étude géologique et une classification GTR des déblais suivant la norme NF P 11-300 de manière à déterminer la possibilité et les conditions de réutilisations conformément au guide technique « Remblayage des Tranchée » et à la norme NF P 98-331.

D'une manière générale, ces conditions de réemploi seront soumises à approbation du Maître d'œuvre et Bordeaux Métropole.

NOTA :

A titre exceptionnel, Il pourra également proposer une variante pour la mise en place de remblai de type autocompactant réexcavable. Le matériau devra alors être soumis à validation auprès du laboratoire de Bordeaux Métropole et répondre aux problématiques de charges données.

5.13.1. Essais

La MOA se réserve la faculté de faire les prélèvements qu'elle juge utiles pour s'assurer de la qualité des matériaux à employer ou mis en œuvre.

Des échantillons peuvent être prélevés suivant les indications du MOA en présence du titulaire ou de son représentant. Ces échantillons sont adressés par le titulaire et à ses frais dans les laboratoires agréés par la MOA pour y subir les épreuves prescrites. Les résultats de ces épreuves sont consignés sur le procès-verbal d'essais qui fait foi pour les deux parties.

Il est spécifié que tous les frais, concernant l'exécution des différents essais, sont à la charge du titulaire, quels qu'en soient les résultats.

5.13.2. Granulats

Les granulats sont de forme arrondie, ils doivent respecter, selon l'utilisation requise, les spécifications des 3 normes européennes d'août 2003 :

- NF EN 13242 : granulats pour graves traitées aux liants hydrauliques et graves non traitées.
- NF EN 13043 : granulats pour enrobés bitumineux et enduits superficiels.
- NF EN 12620 : granulats pour bétons de ciments, y compris les chaussées en béton.

Les injections de blocage, si nécessaires, seront définies selon la nature du terrain et validées par la MOA.

5.13.3. Matériaux d'enrobage

Le sable utilisé pour le lit installé en fond de fouille et pour le remplissage autour de la canalisation est du sable de rivière de caractéristiques adaptées aux tuyauteries à mettre en place (PEHD, matériau composite, acier revêtu, etc.)

Préalablement à sa mise en œuvre, une fiche technique avec les caractéristiques du sable de rivière utilisé par l'entrepreneur est soumise à l'approbation du Maître d'Ouvrage.

Le vide compris entre le niveau du sol à l'état initial, la canalisation et les ouvrages annexes est remblayé une fois que les essais de mise en pression et d'étanchéité exécutés par l'entrepreneur ont été approuvés par le Maître d'Ouvrage.

Toute utilisation de matériau de couche de forme ou de remblais non conforme est à enlever par l'entrepreneur à ses frais exclusifs.

Les cotes à respecter sont celles indiquées par la coupe de principe indiquée sur chaque plan du profil en long annexé

au marché.

L'entrepreneur doit se conformer aux spécifications particulières édictées par le fournisseur des tuyauteries PEHD.

Les remblais sont exécutés selon les besoins de l'avancement du chantier et des contraintes éventuelles d'exploitation des services de la voirie.

Un dispositif avertisseur, en conformité avec la norme NF T54080, doit être installé au cours du remblaiement sur le réseau projeté, ainsi que sur tous les tiers découverts lors de l'exécution des terrassements.

Le lit de pose sera constitué de 10 cm de sable de classe D1 et débarrassé de tout point dur.

Le sable de classe D1 de remblai pour enrober les conduites jusqu'à 10 cm au-dessus de la génératrice supérieure.

5.13.4. Liants Hydraulique

Les liants hydrauliques utilisés doivent être indécomposables aux eaux séléniteuses et autres.

Chacun des liants utilisés doit répondre aux caractéristiques physiques, mécaniques et chimiques prévues

5.13.5. Produits d'Addition et Adjuvant du béton

Le titulaire ne peut utiliser, qu'après avoir obtenu l'accord du MOA ou de son représentant les produits destinés à accélérer le durcissement du béton, les produits entraîneurs d'air, les plastifiants, les retardateurs de prise, les hydrofuges, etc.

Les adjuvants proposés ne doivent, en aucun cas, provoquer de fausse prise du béton. Ils ne doivent pas contenir d'accélérateur de durcissement tel que chlorure de calcium ou autre sel soluble.

5.13.6. Béton

5.13.6.1. Caractéristiques et utilisations des différents bétons

Le titulaire doit transmettre au MOA ou à son représentant un dossier béton pour validation avant exécution.

Les natures ou provenances des ciments à utiliser, suivant les types d'ouvrages, sont les suivantes :

CLK 45 - CLC 45 - CHF 45

Les caractéristiques des bétons et le choix des ciments seront soumis à l'approbation du maître d'œuvre avant tout début d'exécution. Le bétonnage ne pourra se faire que pour une température ambiante comprise entre 5 et 25°C.

Le titulaire devra être en mesure de préciser la granulométrie des composants pour approbation du maître d'œuvre et du bureau de contrôle éventuel avant tout début d'exécution :

- Granulométrie des plus gros grains
- Equivalent de sable
- Rapport gravillon/sable

Les spécifications granulats pour mortiers et bétons devront être conformes aux normes P 18-541 et 18-542 (granulats naturels pour béton hydraulique) de mai 1994.

5.13.6.2. Bétons fabriqués sur chantier

NUMEROS	USAGE	RESISTANCE minimale à 7 et 21 jours	DOSAGE kg ciment
1	Massifs de butée	> 10 MPA	150 kg/m ³
2	Béton armé	> 25 MPA	350 kg/m ³

5.13.6.3. Bétons manufacturés

L'emploi des bétons fabriqués en usines agréées sera conforme aux spécifications des bétons normalisés se rapportant à l'exécution des ouvrages en béton armé.

Ils sont soumis aux mêmes conditions de qualité et de préparation des matériaux de fabrication et de transport que les bétons fabriqués sur les chantiers.

Les catégories de béton retenues se classent comme suit :

Bétons à caractères spécifiés (BCS) pour ouvrages sur les réseaux divers

- Béton de propreté : C.250
- Dosage minimal de ciment : 250 kg de ciment par m³ de béton
- Ciment : CPJ. 45 ou 45 R et CLK (eau agressive)
- Résistance minimale exigée (à 28 jours, éprouvette cylindrique) - compression : environ 1 MPa
- Traction : néant

Béton pour ouvrage en béton ou en béton armé : C.350

- Dosage minimal de ciment : 350 kg de ciment par m³ de béton
- Classe de ciment : CPJ 45 ou 45R et CLK (eau agressive)
- Résistance minimale exigée (à 28 jours, éprouvette cylindrique) - compression : 16 MPa. ▪ Classe de béton : XA, XF et XC4(en présence de la terre polluée)

5.13.6.4. Mortiers pour chapes et enduits

NUMEROS	USAGE	DOSAGE	
		kg	liant/sable
1	Mortiers	300	0,2/3,5
2	Chapes	400	0,2/3,5
3	Enduits	500	0,2/3,5

5.13.6.5. Eau de gâchage

Les normes en vigueur sont les NFP 18-303 et NFP 18-211.

Le ratio E/C sera contrôlé et ajusté afin de conjuguer la résistance optimum avec une bonne maniabilité, sans excès d'eau, pour l'obtention d'un béton homogène, compact et dense.

Le ratio E/C sera compris entre 0,40 et 0,50 et en aucun cas supérieur à 0,55 pour le béton coulé en place. L'excès d'eau ne sera pas toléré, et toute gâchée contenant de l'eau en excès sera rejetée.

Le titulaire devra être en mesure de fournir une analyse physique et chimique de l'eau utilisée, afin d'en vérifier la qualité et pouvoir prendre en conséquence toutes les dispositions utiles. En tout état de cause les teneurs en matières en suspension devront être inférieures à 2 g/L et les sels dissous inférieurs à 15 g/L.

5.13.6.6. Contrôle et essais

La résistance à l'écrasement est mesurée sur éprouvettes cylindriques de 16 x 32, prélevées dans la masse de béton en cours de mise en œuvre, conservées dans les mêmes conditions et soumises aux essais nécessaires dans un laboratoire agréé par la MOA.

Le contrôle des bétons porte :

- ✓ Sur leur fabrication, leur mode de transport, leur mise en place sur le lieu d'utilisation,
- ✓ Sur leurs éléments constitutifs considérés séparément, granulats (qualité et granulométrie), ciment, eau,

- ✓ Sur les éprouvettes cylindriques de béton exécutées dans les conditions ci-dessus.

Par ailleurs, tout béton utilisé doit subir un slump test (essais d'expansion du béton, avec un cône d'Abrams) ne s'écartant pas, pour un béton plastique de 5 à 9, de plus ou moins 2 centimètres de la valeur optimale déterminée par l'étude spécifique pour les travaux considérés.

Un béton de slump test légèrement inférieur à la valeur théorique peut être ramolli par une adjonction d'eau ne devant en aucun cas dépasser 5 litres par mètre cube.

Par contre, la mise en place de tout béton de slump test supérieur à la limite maximale fixée, est systématiquement refusée.

Le titulaire mettant en œuvre les bétons doit faire des contrôles régulièrement. La MOA se réserve le droit de faire à tout moment des prélèvements du béton à mettre ou mis en œuvre, aux fins de contrôles externes, au laboratoire du titulaire ou à la centrale à bétons.

Le titulaire devra fournir les bons de livraison du béton à toute demande du MOA ou de son représentant.

5.13.7. Fers et aciers incorporés à l'ouvrage

Les fers et aciers incorporés à l'ouvrage, tant dans le but de concourir à sa résistance générale que comme moyen de pose ou de soutènement des terres, doivent répondre aux textes en vigueur du C.C.T.G.

5.13.8. Acier pour armatures de béton armé

Les aciers utilisés pour les ouvrages en béton armé doivent répondre aux prescriptions techniques des textes en vigueur du C.C.T.G.

5.13.8.1. Ronds lisses

Les ronds lisses seront exclusivement de la nuance Fe E235, de qualité soudable.

Domaine d'emploi :

Ces aciers ne pourront être utilisés que dans les cas suivants :

- Armatures de frettage,
- Barres de montage,
- Armatures en attente, de diamètre inférieur ou égal à quatorze millimètres, si elles sont exposées à un pliage puis à dépliage,
- Chaises,
- Épingle,
- Aciers de mise à la terre.

5.13.8.2. Armatures à haute adhérence

Seuls les aciers de la nuance Fe E500 devront être utilisés. Ils seront de qualité soudable.

Il ne devra être utilisé simultanément que deux marques d'acier au maximum.

Les aciers HA seront utilisés pour la construction des chambres, des regards et pour le scellement des points fixes.

5.13.8.3. Approvisionnement

Les recouvrements entre les armatures doivent être de l'ordre de 40 fois le diamètre des armatures.

Les barres seront d'un diamètre égal ou supérieur à 8 mm et strictement égal ou inférieur à 32 mm, sauf dérogation accordée par la MOA ou son représentant, sur justification par le calcul du titulaire.

5.13.8.4. Stockage

Les aciers ne doivent pas reposer directement sur la dalle béton ou sur le sol.

5.13.8.5. Contrôle

L'acceptation des lots d'armatures se fera conformément à l'article 61.5 du Fascicule 65A du C.C.T.G.

5.13.9. Coffrage

Dans le cas où un coffrage avec parement fin est demandé, il est spécifié que tous les ragréages nécessités par un défaut d'aspect du parement seront à la charge exclusive du titulaire, qui ne pourra élever une quelconque réclamation.

5.13.10. Matériaux du remblai

Les matériaux extraits des fouilles peuvent être réutilisés comme matériaux de remblais, conformément aux textes du règlement de voirie et aux préconisations du guide technique « réalisation des remblais et des couches de formes » (GTR) - (SETRA LCPC septembre 1992).

Les conditions d'utilisation des sols sont fixées d'après leur nature, leur état et les conditions météorologiques qui permettent de déterminer les conditions d'extraction, de réutilisation, de mise en œuvre et de compactage (Fascicule II du GTR - Annexes techniques).

Les conditions de réutilisation des matériaux, éventuellement différentes des recommandations du GTR, seront soumises à l'approbation du MOA ou son représentant.

Le titulaire peut proposer des matériaux d'apport autres que ceux proposés au projet. Ils doivent recevoir l'agrément du MOA ou son représentant selon les mêmes modalités que les matériaux d'enrobage.

5.13.10.1. Conditions de réutilisation des matériaux de remblai :

- $D_{max} < 2/3$ de l'épaisseur de la couche compactée
- Bonne traficabilité du compacteur
- Accord écrit du maître d'ouvrage.

5.13.10.2. Remblais liquides

Lorsque la configuration du terrain et/ou des ouvrages ne permettent pas de satisfaire les exigences de tenue mécanique des ouvrages construits et/ou d'atteindre les objectifs de compactage, le remblai depuis le dessus de sable sur le tube pré isolé jusqu'à l'arase inférieure de la couche de fondation sera réalisé à l'aide de matériaux autocompactant non essorables et facilement réexcavables.

Ils sont constitués de matériaux liquides de granulométrie inférieure à 6.3 mm tels que sables et cendres volantes silicoalumineuses, de ciment et d'eau. La mise en œuvre s'effectue naturellement dans la tranchée par déversement, sans compactage ni vibration. La résistance à la compression à 28 jours et 90 jours doit être comprise entre 0.7 et 1.5 Mpa.

5.13.10.3. Matériaux proscrits

En aucun cas, les matériaux suivants ne sont réutilisés en remblais :

- Les matériaux susceptibles de provoquer des tassements ultérieurs irréguliers tels que tourbe, vase, silts, argiles ou ordures ménagères non incinérées,
- Les matériaux compressibles,
- Les matériaux contenant des composants ou substances susceptibles d'être dissous ou lessivés ou d'endommager les réseaux ou d'altérer la qualité des ressources en eau,
- Les matériaux évolutifs,

- Les sols gelés,
- Les sols gélifs,
- Les matériaux dont le Dmax. (Ø plus gros élément) est supérieur au tiers de la largeur de tranchée,
- Les sous-produits industriels.

5.13.11. Bois de coffrage

Les caractéristiques des bois sont définies par les normes NFB 51.001 et NFB 51.002.

Les bois pour coffrage sont à arêtes vives. Les bois pour blindage, échafaudages, supports et étaielements sont choisis par le titulaire dans le cadre des prescriptions de la norme NFB 51.001 et dans les catégories correspondant aux contraintes calculées.

Tous les bois sont droits, sains, unis, sans roulures, pourritures, gélivures, nœuds vicieux, chancres et gui, trous de vers, piqûres ou vermoulures.

En cas de contestation sur la qualité des bois, il pourra être procédé sur demande du MOA et aux frais du titulaire aux essais dont les résultats devront être supérieurs aux valeurs des contraintes admissibles données aux articles 9 et 10 de la norme NFB 52.001 pour les bois de catégorie II.

De plus, en cas d'emploi de panneaux de contreplaqué pour l'obtention de parements fins ou ouvragés, la qualité choisie est du type à imprégnation spéciale pour béton. L'épaisseur de ces panneaux devra être suffisante pour éviter toute déformation.

5.13.12. Panneaux de platelages

Les panneaux pour platelages sous chaussée sont constitués en tôle d'épaisseur suffisante et sont antidérapants (traitement usine).

Les surcharges à prendre en compte pour le calcul des platelages sont conformes à la circulation potentielle (axe rouge, convoi militaire, etc.).

Les panneaux doivent être entretenus et restés antidérapants tout au long du chantier.

5.14. Dalle de répartition

Conformément au règlement de voirie de Bordeaux Métropole, les canalisations ayant une charge inférieure à 100 cm pour les réseaux forts et 80 cm pour les réseaux moyens ou faibles, devront être misent en place avec une dalle de répartition débordant de part et d'autre de la fouille.

Toute dérogation devra faire l'objet d'un accord spécifique de L'Entrepreneur à la métropole.

5.16. Opérations préalables à la réception

5.16.2. Essais sur conduite

Les essais et épreuves comprendront à minima :

- Epreuve sur soudure avant manchonnage ;
- 1 épreuve hydraulique globale (24 bars pendant 24h) ;
- 5 % de soudures éprouvées en radios ou ultrasons ;
- 100 % de soudures éprouvées en radios sur les raccords.

Un mode opératoire des essais sera présenté par l'entrepreneur et sera soumis à validation du Maître d'Œuvre, en phase de préparation de chantier.

Lorsque l'intégralité des résultats essais et épreuves seront concluants, le maître d'œuvre établira un procès-verbal actant l'achèvement des travaux de pose du réseau de chaleur.

5.16.3. Programme des essais

Eu égard au déroulement projeté des travaux et à l'organisation par tronçons de la pose des feeders, la réalisation des essais sur conduite sera prévue de la manière suivante, en dérogation aux prescriptions du CCTG.

- Pose et soudure des conduites
- Essais sur soudures (essai à l'air, radiographie, ressuage)
- Manchonnage (essai à l'air avant injection de mousse : dans les conditions prévues au CCTG)
- Remblaiement
- Essai à l'eau du tronçon (épreuve hydraulique globale)
- Réfections

Une épreuve hydraulique globale sera réalisée en fin de pose de l'ensemble des tronçons et préalable aux raccords

Le processus dérogatoire de réalisation des essais sera applicable pour l'intégralité du tracé, toute dérogation complémentaire sera à proposer par l'entrepreneur dans son protocole d'essai et mode opératoire et soumis à approbation du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre.

5.16.4. Notes générales

Le programme des essais en vue de la réception comporte normalement les opérations suivantes :

- Essais du réseau au fur et à mesure de son exécution, soudures apparentes.
- Essais d'étanchéité et de mise en pression suivant les critères définis dans l'avis technique et les notices fournisseurs.

Sauf mention spécifique, les préconisations du CCTG et du fascicule 78 sont applicables.

Les essais doivent permettre de garantir la qualité, la fiabilité, les performances et la conformité des matériels et du fonctionnement de l'ensemble de l'installation par l'adjudicataire.

Tous les essais doivent être réalisés en présence du Maître d'ouvrage, du Maître d'Œuvre ou de leurs représentants.

L'Entrepreneur fournit à ses frais la main-d'œuvre, les instruments et appareils nécessaires pour les divers essais. Tous les instruments et appareils restent sa propriété. Les divers fluides sont à la charge de l'Entrepreneur.

Au cours des essais préalables à la réception, l'Entrepreneur doit informer le personnel chargé de l'exploitation du fonctionnement des installations.

L'Entrepreneur soumet son programme d'essais au maître d'œuvre qui se réserve la possibilité d'inclure des essais complémentaires s'il juge la proposition insuffisante.

Si en cours d'essais, il s'avère nécessaire de faire des essais supplémentaires, l'Entrepreneur est tenu de les exécuter à ses frais.

5.16.5. Epreuves sur soudure

Les soudures se font au minimum par deux passes successives.

L'intégralité des soudures devront être éprouvées à l'air. Le Maître d'Ouvrage se réserve la possibilité de faire réaliser des contrôles par un organisme externe. Dans ce cas l'Entrepreneur devra permettre le bon déroulement des essais (réalisation du périmètre de sécurité, accès aux ouvrages, balisage, etc...).

En dérogation à l'article 4.4.14.1 du CCTG, les examens radiographiques ou ultrasons sont portés sur 5% des soudures sur la partie linéaire des feeders et des branchements.

La globalité des soudures de raccordement, soudures entre un tronçon neuf et le réseau existant, devra être contrôlée par un examen radiographique.

En cas d'impossibilité technique dument présentée par l'entrepreneur sous un préavis de deux semaines avant la réalisation des essais sur soudure, un contrôle par ressuage pourra être réalisé, à la charge de l'entrepreneur par un organisme agréé.

En cas d'essai négatif, la soudure éprouvée ne sera pas comptabilisée dans ce taux. La reprise de la soudure et le contre-essai est à la charge de l'entrepreneur jusqu'à validation de l'essai.

En raison de contraintes particulières d'exécution, il sera demandé également des tirs radiographiques, à la charge de l'entrepreneur n'entrant pas dans le taux de 5%, pour les points spécifiques suivants :

- Pose sous fourreau ;
- Pose en sur profondeur (>2,50m de charge) ;
- Pose en ouvrage particulier.

Les essais complémentaires pourront être demandés à la charge du maître d'ouvrage. Charge à l'entrepreneur de mettre à disposition la zone de chantier, la préparation pour l'essai et la sécurité de chantier pour l'intervention du prestataire défini par le maître d'ouvrage.

En cas d'essai négatif, l'entrepreneur sera tenu à la mise en conformité de l'essai et devra faire parvenir le contre-essai correspondant à sa charge.

5.16.6. Valeurs à prendre en compte pour les épreuves hydrauliques

Pression Maximale de Service : 16 bars

Pression d'essai : 1,5 fois la pression maximale de service

5.16.7. Epreuve hydraulique finale

Epreuve hydraulique finale en eau de ville (réalisé soit sur fonds bombés, soit sur brides avec tampon plein avec obligation de vannes ouvertes. Toute autre solution est à faire valider par LHE et le Maître d'Œuvre) :

- Remplissage en eau de ville ;
- Mise en pression hydraulique totale du réseau ;
- Purge des points hauts (**avec fourniture et mise en œuvre de purgeurs automatiques installés pour la mise en service uniquement**) ;
- Durée d'épreuve : 24h00 maintenu à la pression d'essai ;
- Dégonflage du réseau.

L'Entrepreneur a à sa charge l'intégralité des prestations d'essais statiques et de mise au point de ses équipements.

5.17. Récolement

Les plans de récolement seront établis par l'Entrepreneur, ils comprennent la vue en plan et le profil en long de tous les tronçons du réseau conformément à la charte graphique du cahier des charge SIG ENGIE et intègre le fond de plan cadastral.

Les plans doivent indiquer avec précision :

- ✓ Les caractéristiques exactes de tous les éléments constitutifs du réseau,
- ✓ Les altimétries des éléments posés,
- ✓ Les positions de toutes les soudures,
- ✓ Les références des sites de production et des sous-stations abonnés,
- ✓ Les références des parcelles privées traversées par le RCU ;
- ✓ Les numéros de nœuds,
- ✓ Les numéros des accessoires (vannes, purges, vidange, etc...),
- ✓ Les noms des rues empruntées par le réseau,
- ✓ Les réseaux concessionnaires à proximité,
- ✓ Géoréférencement XYZ compatible avec les SIG du Maître d'Œuvre, sur la base du cahier des spécifications joint,

Les relevés doivent être effectués sur tous les points singuliers du réseau, c'est-à-dire à chaque :

- ✓ Soudure,
- ✓ Changements de directions, coudes,
- ✓ Réductions, tés,
- ✓ Vannes, points de purges et de vidanges,

✓ Compensateurs.

Les échelles sont de 1/200ème pour la vue en plan et le plan horizontal du profil, 1/50ème pour le plan vertical du profil. Un plan d'assemblage des différentes planches est également fourni, sur une échelle à déterminer pour tenir sur un format A0.

Il est précisé que les plans de récolement seront contrôlés par le service SIG de la maîtrise d'ouvrage. L'obtention de la conformité des plans de récolement est une condition de validation de la réception des travaux.

L'Entrepreneur devra prendre en compte ces coûts dans l'étude de son prix d'établissement des plans de récolement.